

**Evaluación de tres sustratos en el
crecimiento de pascuas (*Euphorbia
pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) en Zamorano**

**Nelda Raquel Hernández Martínez
Fabiola María Mata Cabrera**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Evaluación de tres sustratos en el crecimiento de pascuas (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) en Zamorano

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieras Agrónomas en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Nelda Raquel Hernández Martínez
Fabiola María Mata Cabrera

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2019

Evaluación de tres sustratos en el crecimiento de pascuas (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) en Zamorano

Nelda Raquel Hernández Martínez
Fabiola Maria Mata Cabrera

Resumen. La pascua pertenece a la familia Euphorbiaceae, es la planta de maceta con mayor comercio mundial en la época navideña, los sustratos son importantes ya que deben brindar nutrientes para el buen desarrollo de la planta, los sustratos más utilizados para el crecimiento de pascuas están compuestos por turba, perlita y vermiculita en relaciones de 2:1:1. El objetivo de este estudio fue evaluar tres sustratos para el crecimiento de pascuas de las variedades Freedom Red y Lemon Drop. El experimento se desarrolló entre mayo y agosto del 2019. Se evaluaron tres sustratos compuestos por cascarilla de arroz (CA), arena (A), suelo (S), compost (C) y turba (T) en diferentes proporciones en relación v/v (CA-2:A-1:T-1), (CA-3:A-1:S-1:C-2:T-1) y (CA-2:A-1:C-1:T-2). Se utilizó un diseño completamente al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas durante siete semanas fueron: diámetro de tallo (mm), altura de la planta (cm), pH y conductividad eléctrica (dS/m) del lixiviado, peso fresco y seco radicular al final del experimento. En la variedad Freedom Red las plantas con mayor altura y peso fresco radicular se obtuvieron con el sustrato CA-2:A-1:C-1:T-2. En las otras variables no se encontraron diferencias. Para la variedad Lemon Drop no se observaron diferencias en ninguna de las variables evaluadas. En la variedad Freedom Red el mejor sustrato fue el compuesto por CA-2:A-1:C-1:T-2. y en la variedad Lemon Drop los tres sustratos evaluados pueden ser utilizados para el crecimiento de pascuas.

Palabras clave: compost, materia seca, peso fresco, turba.

Abstract. Pascua belongs to the family Euphorbiaceae, it is the largest potted plant in the world at Christmas time. The substrates are important since they must provide good nutrient retention for the development of the plant. Media growths of Pascua are composed of peat, perlite and vermiculite in ratios of 2: 1: 1. The objective was to evaluate three substrates for the growth of Pascua of the Freedom Red and Lemon Drop varieties. The experiment was conducted between May and August of 2019. Three substrates composed of rice husk (CA), sand (A), soil (S), compost (C) and peat (T) were evaluated in different proportions in relation to v / v (CA-2: A-1: T-1), (CA-3: A-1: S-1: C-2: T-1) and (CA-2: A-1: C-1: T-2). A completely randomized design was considered, with three treatments and four repetitions, the variables evaluated were stem diameter (mm), plant height (cm), pH and EC (dS / m) of the leachate measured for seven weeks and weight fresh and dry matter root volumes at the end of the experiment. In the Freedom Red variety, plants with greater height and fresh root weight were obtained with the substrate CA-2: A-1: C-1: T-2. For the rest of the variables no differences were found. For the Lemon Drop variety, no differences were observed in any of the variables evaluated. In the Freedom Red variety, the best substrate was CA-2: A-1: C-1: T-2; and in the Lemon Drop variety the three substrates evaluated can be used for the growth of Pascua

Keywords: compost, dry matter, fresh weight, peat.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros y figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
4. CONCLUSIONES.....	15
5. RECOMENDACIONES.....	16
6. LITERATURA CITADA.....	17

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros		Página
1. Características químicas, bases intercambiables y aniones extractables, de los sustratos con proporciones variables de Cascarilla de arroz (CA), Arena (A), Suelo (S), Compost (C) y Turba (T), evaluados para el crecimiento de Pascuas, en la Unidad de Ornamentales, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....		6
2. Volumen de agua aplicado por semana en cada tratamiento en la variedad Freedom Red en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....		8
3. Volumen de agua aplicado por semana en cada tratamiento en la variedad Lemon Drop en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....		8
4. Altura, diámetro de tallo, peso fresco radicular y materia seca radicular como respuesta a tres sustratos en el cultivo de pascuas- variedad Freedom Red en la unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....		10
5. Altura, diámetro de tallo, peso fresco radicular y materia seca radicular como respuesta a tres sustratos en el cultivo de pascuas- variedad Lemon Drop en la unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....		13

Figuras	Página
1. Temperatura diaria dentro del macrotúnel de la Unidad de Ornamentales y Propagación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, registrada en el periodo de mayo-agosto del 2019	3
2. Humedad relativa dentro del macrotúnel de la Unidad de Ornamentales y Propagación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, registrada en el periodo de mayo-agosto del 2019	4
3. Datos de pH del lixiviado de los sustratos en el cultivo de pascuas -variedad Freedom Red- en la evaluación de tres sustratos en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras....	11
4. Datos de Conductividad eléctrica de los sustratos en el cultivo de pascuas -variedad Freedom Red- en la evaluación de tres sustratos en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras	12
5. Datos de pH del lixiviado de los sustratos en el cultivo de pascuas -variedad Lemon Drop- en la evaluación de tres sustratos en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras....	13
6. Datos de Conductividad eléctrica de los sustratos en el cultivo de pascuas -variedad Lemon Drop- en la evaluación de tres sustratos en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras	14

1. INTRODUCCIÓN

La Poinsettia, *Euphorbia pulcherrima*, también conocida en Honduras como pascua, es originaria de Centro América y pertenece a la familia Euphorbiaceae. Es la planta de maceta con mayor comercio mundial, aportando alrededor de 155 millones de dólares anuales. La pascua es utilizada como el ornamental navideño causando impactos económicos favorables en varios países por su alta demanda en los últimos meses del año. La producción anual de pascua en Estados Unidos y Europa asciende a 50 y 100 millones de plantas respectivamente (Islam *et al.* 2015).

La pascua puede ser un arbusto o un árbol, dependiendo de las podas que se hagan y su altura máxima puede llegar a los cuatro metros. Esta se caracteriza por el cambio de color que sus hojas superiores toman por efecto del fotoperiodo. En los días largos la planta crece vegetativamente y en los días cortos esta inicia su floración, la cual induce la pigmentación de sus hojas superiores. Esta se completa alrededor de ocho semanas después que comienzan los días cortos en septiembre. Las diferentes tonalidades que puede tomar son roja, amarilla, rosada, blanca, y morada dependiendo de su genética. Su fotoperiodo debe ser menor de las 12 horas luz para iniciar su floración y mayor de las 12 horas de luz para evitar la floración temprana. En condiciones del hemisferio norte la luz artificial es requerida en los días cortos para las plantas madres, para evitar su floración y que su crecimiento vegetativo sea constante (Farkas 2014).

El ambiente para la producción de pascuas debe contar con una humedad relativa máxima de 70% para su enraizamiento y menor a esta durante su crecimiento y desarrollo. En cuanto a la temperatura, el rango adecuado para la producción de pascuas es entre 18-24 °C, son muy susceptibles a temperaturas por debajo de 10 °C y arriba de 30 °C (Farkas 2014). La humedad relativa y temperatura son muy importantes ya que, si no se controlan correctamente, hongos y bacterias como *Botrytis cinérea*, *Phythium* spp, *Rhizoctonia solani* y *Erwinia* spp. pueden infectar la planta (Bustamante Estrada 2014). Estos patógenos se encuentran en el medio ambiente y atacan tanto tejidos senescentes o lesiones, como esquejes ya enraizados y plantas establecidas; es por eso que la aplicación de fungicidas preventivos es necesario en todas las etapas del cultivo. *Bemisia tabaci* es una de las plagas más comunes y difíciles de controlar en las pascuas, además de la larva de *Lycoriella ingenua* y *Eotetranychus lewisi* (EPPO 2009).

Para una buena producción, el sustrato es esencial en plantas de maceta, ya que debe brindarles a las plantas la posibilidad de crecer sin obstáculos y que sus raíces puedan

expandirse y sujetarse firmemente en este. De igual modo, debe permitir la adecuada absorción de agua e intercambio gaseoso (Telenchana 2018). Es por eso que las propiedades físicas y químicas en conjunto con un buen plan de fertilización son importantes para brindar crecimiento óptimo a la planta. Las características físicas que se consideran muy importantes en un sustrato son la densidad aparente y porcentaje de porosidad, este último define la aireación, drenaje y retención de humedad; estas son difíciles de cambiar después del trasplante. En cuanto a las características químicas, el pH óptimo se encuentra entre 5.2-6.3; la conductividad eléctrica (CE) entre 0.75-3 dS/m y el porcentaje de materia orgánica > 80% (Pineda *et al.* 2008). La interacción entre factores químicos como lo son el pH y CE es muy importante ya que usualmente tienen una relación inversa. Al tener un pH bajo provoca que las sales se acumulen en las raíces de la planta sin ser absorbidas, lo cual a su vez aumenta la CE. Una CE alta tiene un efecto directo en el crecimiento de la planta y provoca quemadura de follaje (Ecke *et al.* 2004). Algunos de los componentes que un sustrato posee son cascarilla de arroz, arena, compost, musgo, suelo, fibra de coco, turba, vermiculita, perlita, entre otros. Su relación dependerá de la disponibilidad, mejor desempeño y presupuesto disponible (Hidalgo y Karkess 2002).

La nutrición es un factor muy importante en el desarrollo de la planta. El objetivo de la fertilización es aportar los nutrientes necesarios para lograr el máximo potencial genético de la planta. El uso irracional de fertilizantes provoca baja calidad de plantas, daño al ambiente y costos elevados de producción. Son necesarios análisis de suelo o sustratos para definir el plan de fertilización, basándose en los requerimientos de la planta y disponibilidad de elementos en el sustrato (Galindo *et al.* 2012). Los elementos esenciales para la planta son 16 incluyendo nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio (N, P, K, Ca, Mg), si alguno de estos no es suministrado, la planta presenta deficiencias. Las deficiencias de elementos como N son notorias en bajo crecimiento y clorosis generalizada. Para la disponibilidad de elementos se debe mantener un pH entre 5-7 ya que pH fuera de este rango inhiben la disponibilidad de la mayoría de elementos (Ecke *et al.* 2004).

En Zamorano se inició la producción de pascuas en 1993 con la variedad Subjibi y actualmente se producen las variedades Freedom Red y Lemon Drop. La producción de pascuas en la Unidad de Ornamentales y Propagación se ha realizado en sustratos compuestos con elementos de alta porosidad como la casulla de arroz y arena.

El objetivo del presente estudio fue evaluar tres sustratos en el crecimiento de pascuas en las variedades Freedom Red y Lemon Drop en Zamorano.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio.

El estudio se realizó en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras y tuvo una duración de 13 semanas entre los meses de mayo a agosto de 2019.

Temperatura y Humedad Relativa.

Se registraron datos de temperatura y humedad relativa desde la primera semana del trasplante hasta la culminación del estudio. Se obtuvo una temperatura promedio de 27 °C (Figura 1) y humedad relativa promedio de 80% (Figura 2). Tanto temperatura como humedad relativa fueron mayores a los rangos óptimos de 18-24 °C y <70% respectivamente requeridos para el desarrollo del cultivo de pascuas (Farkas 2014).

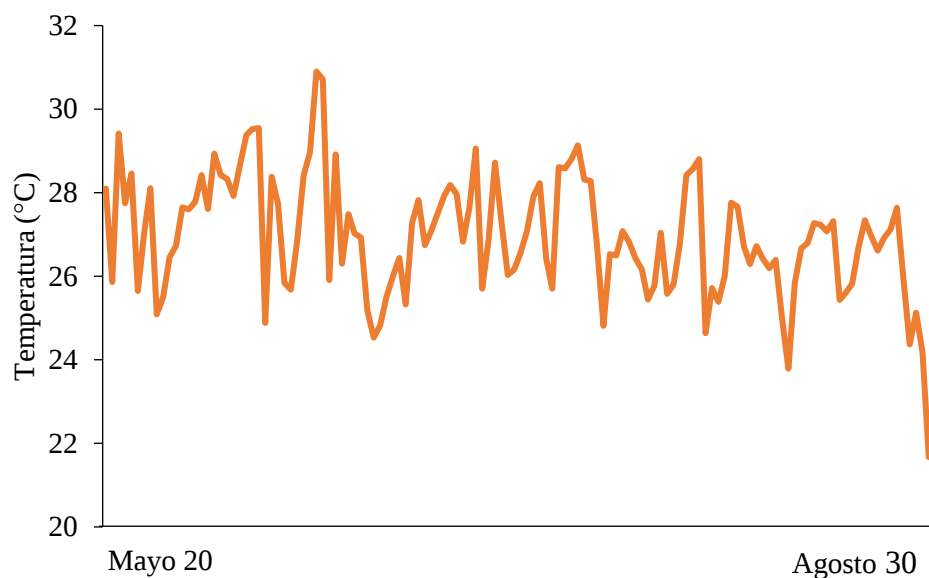


Figura 1. Temperatura diaria dentro del macrotúnel de la Unidad de Ornamentales y Propagación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, registrada en el periodo de mayo-agosto de 2019.

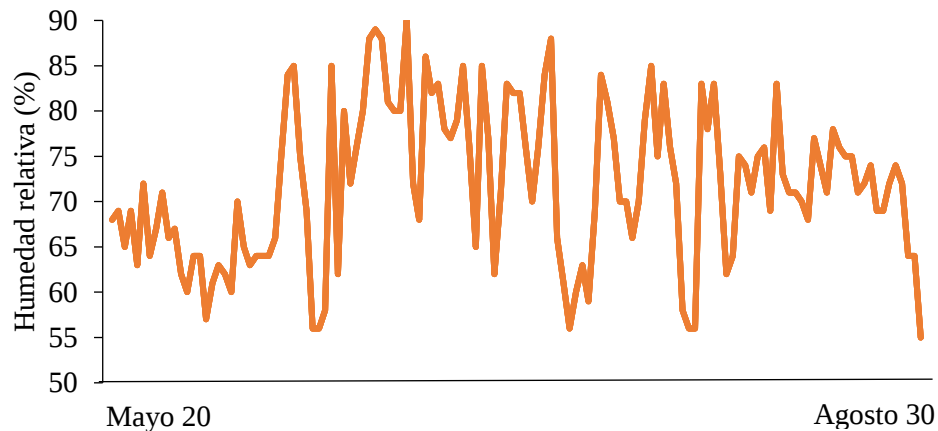


Figura 2. Humedad relativa diaria dentro del macrotúnel de la Unidad de Ornamentales y Propagación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, registrada en el periodo de mayo-agosto de 2019.

Sustratos.

Para la elaboración de los sustratos se utilizaron los siguientes ingredientes:

Cascarilla de arroz. Es un compuesto muy liviano que es pobre en valores nutricionales, pero a lo largo de los años ha sido utilizado en conjunto con otros materiales para crear sustratos, ya que provee buena aireación. Debido a su alto contenido de silicio tiene una baja capacidad de descomposición (Telenchana 2018).

Suelo. Se utilizó un suelo franco, el cual estaba disponible en la Unidad de Ornamentales. Un suelo franco está compuesto de un 44% de arena, 42% de limo y 14% de arcilla. Por ello brinda un 47% de porosidad y 53% de retención de humedad, también brinda nutrientes como el nitrógeno (FAO 2019).

Compost. El compost es el material húmico creado de una combinación de residuos orgánicos ya sea restos alimenticios, material vegetativo y estiércol que son colocados en distintas proporciones en un área en específico donde se controla oxígeno, humedad, temperatura para obtener una descomposición. Tiene alto contenido nutricional, alta conductividad eléctrica y buena capacidad de absorción y retención de agua (Xu 2015). El compost utilizado provenía de la Unidad de Agricultura Orgánica de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano y se produce a partir de desperdicios del comedor estudiantil, de la planta de poscosecha, olote picado y rastrojos de cultivos cosechados.

Turba. Está constituida por restos de musgos y de otras plantas descompuestos de modo incompleto a causa del exceso de agua y de la falta de oxígeno, la turba de ecosistemas de gran fragilidad y que requieren conservación (Xu 2015). La turba utilizada fue de la marca Pindstrup Plus Orange, que está compuesta en su totalidad por turba rubia proveniente del musgo *Sphagnum* spp. Contaba con un pH de 5.5, CE de 2.5 dS/m,

materia orgánica de 88.68%. Además, contaba con macro y micronutrientes como N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe, Cu, Bo y Na (Pindstrup 2019).

Arena. Esta es uno de los materiales más utilizados debido a su fácil obtención, esta contiene una baja porosidad por lo que su capacidad de retención de agua es baja. Esta fue usada en todos los sustratos porque presenta un buen drenaje al mezclarse con otros componentes.

Tratamientos.

Los sustratos que se evaluaron se prepararon con diferentes proporciones de casulla de arroz (CA), arena (A), suelo (S), compost (C), y turba (T) en volumen/volumen (v/v); esto basado en la relación de agua: aire de 50%:50% que debe tener un sustrato para el crecimiento óptimo de las plantas (Ecke *et al.* 2004). La cascarilla de arroz y arena fueron utilizados en todos los sustratos para proporcionar aireación. Mientras que el compost y la turba para retención de humedad y aportar nutrientes, el suelo brindaba ambas características.

El sustrato CA-2:A-1:T-1, compuesto de dos partes de casulla de arroz, una parte de arena y una parte de turba es el que se ha venido utilizando anteriormente para el crecimiento de pascuas en la Unidad de Ornamentales y Propagación, contiene la menor cantidad de ingredientes y una relación en porcentajes de agua: aire de 25%:75%.

El sustrato CA-3:A-1:S-1:C-2:T-1 compuesto de tres partes de casulla de arroz, una parte de arena, una parte de suelo, dos partes de compost y una parte de turba contenía la mayor cantidad de ingredientes y mayor cantidad de compost lo cual aumentaba la materia orgánica a un 32.41% en este sustrato, brindando mayor cantidad de nutrientes. Este sustrato contaba con una relación de agua:aire de 50%:50%.

En cuanto al sustrato CA-2:A-1:C-1:T-2 compuesto de dos partes de casulla de arroz, una parte de arena, una parte de compost y dos partes de turba contiene un mayor porcentaje de turba, ayudando a una mejor retención de agua y nutrientes. Este contaba con una relación de agua:aire de 50%:50%.

Las características químicas, bases intercambiables y aniones extractables (Cuadro 1) fueron determinados por medio de bases intercambiables y fósforo, los cuales fueron extraídos con el extractante denominado Mehlich III. Estos datos fueron analizados en el laboratorio de Suelos y Agua de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

De acuerdo a los análisis el % de materia orgánica, N, P, K y Ca se encontraron en niveles altos y Mg en niveles bajos.

Cuadro 1. Características químicas, bases intercambiables y aniones extractables, de los sustratos con proporciones variables de Cascarilla de arroz (CA), Arena (A), Suelo (S), Compost (C) y Turba (T), evaluados para la producción de Pascuas, de la Unidad de Ornamentales y Propagación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Sustratos (relación v/v)	pH	g/100g				mg/kg (extractable)										CE (dS/m)		
		C.O.	M.O.	N total		P		K		Ca		Mg		Na	NO ₃ ⁻		NH ₄ ⁺	
CA-2:A-1:T-1	5.7	9.52	16.42 A	0.82	A	272	A	990	A	4,805	A	296	B	42	N	48.9	94.7	2.46
CA-3:A-1:S-1:C-2:T-1	5.8	18.80	32.41 A	1.62	A	1,386	A	2,057	A	9,150	A	648	B	150	N	92.0	86.0	4.45
CA-2:A-1:C-1:T-2	6.0	10.67	18.39 A	0.92	A	998	A	1,380	A	6,254	A	475	B	68	N	138.0	167.0	4.58

C.O: carbono orgánico, M.O: materia orgánica, CE: conductividad eléctrica.

A= Alto, B=Bajo, N= Normal

Material vegetativo.

Se utilizaron esquejes de dos variedades de pascuas: Freedom Red es un cultivar de hojas verde oscuro y brácteas rojas; está catalogada como la variedad más comercializada a nivel mundial, mientras que la variedad Lemon Drop posee hojas con tono verde claro, es de floración temprana y brácteas amarillas, sus esquejes enraízan fácil y uniformemente (Castillo Ortiz 1996).

Obtención y enraizado de esquejes.

Se seleccionaron esquejes sanos, considerando cinco yemas por esqueje, estos se obtuvieron de las plantas madre de la Unidad de Ornamentales y Propagación las cuales fueron fertilizadas previo a la obtención.

Para el enraizamiento se utilizaron Jiffys, estos son discos de turba rodeada de una red que al ser humedecidos se expanden alrededor de siete veces su tamaño (Flores Fukuda 2002), estos se humedecieron dos días previo a la colocación de los esquejes. Se colocó un esqueje por Jiffy, luego se colocaron en bandejas plásticas con un tamaño de 17.5 × 13 cm. Para promover el desarrollo radicular se aplicó Ácido Indolbutírico (AIB) a una concentración de 0.1%. Se realizaron dos aplicaciones de fungicidas preventivos para evitar el ataque de hongos como *Fusarium*, *Pythium* y *Rhizoctonia*; se aplicó Propamocrab clorhidrato 64% a 1 mL/L y carbendazim 42.8% a 1.5 mL/L. El enraizamiento se realizó en el invernadero tipo A el cual cuenta con un sistema de riego con nebulización automática con un intervalo de riego de cinco minutos y una duración de 19 segundos de riego; con un caudal promedio por emisor de 0.02 L/segundo.

Trasplante.

A los 23 días se realizó el trasplante de los esquejes a bolsas de plástico de 154 cm³, cada bolsa se llenó con los sustratos a evaluar, los mismos que fueron humedecidos previo al trasplante. El establecimiento del cultivo se llevó a cabo en un macrotúnel cubierto con plástico y serán de 40%.

Riego.

Dado que los sustratos eran diferentes, las necesidades hídricas variaban dependiendo de la porosidad del sustrato. La cantidad de agua utilizada para el riego se ajustó semanalmente (Cuadro 2 y 3) para esto se realizó un muestreo con pruebas de saturación con el objetivo de suministrar a la planta únicamente lo que demandaba. Para la aplicación del riego se llenó una probeta de 1000 mL y se aplicó lentamente agua a la bolsa de 154 cm³ hasta que se empezara a drenar. Al volumen inicial se le restó el volumen final registrado en la probeta para obtener el volumen aplicado a cada tratamiento en cada variedad según la ecuación 1. El volumen de agua requerido por las plantas fue aumentando conforme crecían las plantas debido a su desarrollo radicular, comenzando con volúmenes de 200-250 mL/planta/semana y llegando a un volumen de 350 mL/planta/semana en ambas variedades.

$$\text{Volumen aplicado} = \text{Volumen inicial} - \text{Volumen final} [1]$$

Cuadro 2. Volumen de agua aplicado por semana en cada tratamiento en la variedad Freedom Red en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.

Sustrato	Riego (mL/planta/semana)									
	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CA-2:A-1:T-1	225	225	250	250	250	300	300	350	350	350
CA-3:A-1:S-1:C-2:T-1	250	250	250	250	300	300	300	350	350	350
CA-2:A-1:C-1:T-2	250	250	250	250	300	350	350	350	350	350

Cascarilla de arroz (CA), Arena (A), Suelo (S), Compost (C) y Turba (T).

Cuadro 3. Volumen de agua aplicado por semana a cada tratamiento en la variedad Lemon Drop en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Sustrato	Riego (mL/planta/semana)									
	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CA-2:A-1:T-1	200	200	200	200	250	275	300	350	350	350
CA-3:A-1:S-1:C-2:T-1	250	250	250	250	250	300	300	350	350	350
CA-2:A-1:C-1:T-2	250	250	250	250	300	350	350	350	350	350

Cascarilla de arroz (CA), Arena (A), Suelo (S), Compost (C) y Turba (T).

Fertilización.

Para la fertilización se utilizó fertilizante 20-20-20, aplicado a una concentración de 454 mg/L de cada elemento (N, P y K), para lo cual se disolvió 226 g de fertilizante en 100 L de agua. Se aplicó el mismo volumen que se usó para el riego. La fertilización se realizó tres veces por semana a partir de segunda semana después del trasplante hasta terminar el ensayo. De acuerdo a la etiqueta del fertilizante los nutrientes se encuentran en las siguientes formas:

- Nitrógeno 20% → Nítrico 2%, Amoniacal 4% y Uréico 14%
- Fósforo 20% → Pentóxido de difósforo 20%
- Potasio 20% → Oxido de Potasio 20%

Además de Cu (0.015%), Fe (0.02%), Mn (0.01%) y Zn (0.03%) en formas quelatadas y B (0.025%), Fe (0.02%) en formas no quelatadas.

Poda.

La poda se realizó dos semanas después del trasplante con el objetivo de romper la dominancia apical y estimular crecimiento de brotes axilares, se eliminó el brote apical dejando cinco yemas por debajo de la poda.

Regulador de crecimiento.

Después de la práctica de poda se aplicó el regulador de crecimiento Paclobutrazol comercialmente conocido como Bonzi, se aplicó foliarmente a una dosis de 2 mL/L. Se hicieron dos aplicaciones la primera ocho días después de la poda y la segunda dos semanas después de la primera aplicación.

Variables medidas.

Altura de las plantas. Se midió semanalmente siete unidades experimentales iniciando desde la tercera hasta la décima semana de la evaluación. La altura fue tomada desde la superficie del Jiffy hasta el último brote apical. Esta variable fue tomada con una cinta métrica en centímetros.

Diámetro de tallo Se midió semanalmente siete unidades experimentales iniciando desde la tercera hasta la décima semana de la evaluación. Se tomó entre el primer y el segundo nudo, esto se realizó con un pie de rey en milímetros.

Peso fresco radicular. Se tomó una planta por cada repetición, las plantas fueron extraídas de las bolsas removiendo todo el sustrato de las raíces, el tallo se cortó a la altura del Jiffy. Posterior a esto la raíz se colocó en agua y se agitó suavemente para terminar de remover el sustrato entre las raíces sin dañarlas. Finalmente se pesaron en una balanza, el dato se tomó en gramos.

Porcentaje de materia seca. Las raíces fueron colocadas en una cámara de secado que extrae la humedad de muestras vegetales, autorregulando su temperatura a lo largo del proceso secado. Las muestras permanecieron en la cámara durante 42 horas a una temperatura de 65 °C, al estar completamente secas se tomó su peso en gramos. Este dato se tomó al finalizar el experimento.

pH y Conductividad eléctrica del lixiviado. Se colectó el lixiviado en un recipiente, para obtener un dato por repetición de una muestra compuesta. Se utilizó un conductímetro (Hanna Instruments H198129) y los valores de la conductividad eléctrica se expresaron en dS/m, estas medidas se tomaron semanalmente en la segunda fertilización de la semana y ambas medidas fueron tomadas el mismo día y del mismo lixiviado.

Diseño experimental.

Para cada variedad se utilizó un diseño completo al azar (DCA), se evaluaron tres sustratos con cuatro repeticiones y siete unidades observacionales.

Análisis estadístico

Los resultados se analizaron por medio del programa “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.4®), haciendo un análisis de varianza con una separación de medias con el método de Duncan, utilizando un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variedad Freedom Red.

Para las variables de diámetro de tallo y materia seca radicular no se observaron diferencias. El tratamiento CA-2:A-1:C-1:T-2 presentó la mayor altura y peso fresco radicular (Cuadro 4). Para estimar la altura adecuada para las plantas de pascuas se busca una proporción macetero planta de 1:2. El contenedor medía 14 cm de alto por lo tanto una planta debía medir el doble de su tamaño para llegar a la altura ideal comercial.

Los mejores resultados se obtuvieron en las plantas sembradas en los sustratos que poseen mayor cantidad de materia orgánica y turba. Esto concuerda con Burés (1997) quien afirma que la materia orgánica en los sustratos brinda beneficios debido a la liberación de macro y micronutrientes importantes para el desarrollo de la planta, actúa como quelatante de micronutrientes lo que previene la lixiviación de estos, mejora la absorción y retención de agua. La materia orgánica en forma de compost es un almacén de nutrientes que son suministrados a la planta de manera dosificable por su alta capacidad de intercambio catiónico.

Cuadro 4. Altura, diámetro del tallo, peso fresco radicular y materia seca radicular como respuesta a tres sustratos en el cultivo de Pascuas -variedad Freedom red- en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Sustratos	Altura (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Peso fresco radicular (g)	MS radicular (%)
CA-2:A-1:T-1	10.88 b [∞]	2.21 ^{ns}	45.25 b [∞]	19.66 ^{ns}
CA-3:A-1:S-1:C-2:T-1	11.64 ab	2.02	47.25 b	21.21
CA-2:A-1:C-1:T-2	12.09 a	1.95	59.75 a	21.70
CV	4.52	17.46	10.89	18.04
R ²	0.78	0.64	0.78	0.38
P	0.04	0.59	0.01	0.73

Cascarilla de arroz (CA), Arena (A), Suelo (S), Compost (C) y Turba (T).

[∞]Medias con diferente letra en la columna son diferentes significativamente ($P \leq 0.05$).

^{ns}Medias que no difieren significativamente ($P > 0.05$).

MS: Materia Seca

Con respecto a la variable de peso fresco radicular se obtuvo un mayor peso en las raíces de las plantas sembradas en el sustrato compuesto por CA-2:A-1:C-1:T-2, lo cual se atribuye a la característica principal de la turba que es retención de humedad. Según Martínez *et al.* (2008) la turba actúa como una esponja absorbiendo alrededor de un 98% de humedad debido a su componente principal que es el musgo *Sphagnum* sp. Las raíces, al estar expuestas en un medio con alta retención de humedad, tienden a poseer mayor humedad interna.

Investigaciones previas con la utilización de diferentes sustratos se han realizado en los diferentes cultivares de pascuas. Pineda *et al.* (2008), probaron tres sustratos en pascuas para la variedad Subjibi Red utilizando en cada uno de ellos efluente de vermicomposta derivada de diferentes materias primas. Obteniendo un mejor resultado en el crecimiento de la pascua con el sustrato que contenía tezontle (piedra volcánica) y efluente de vermicomposta más fertilización foliar. El tezontle es una roca volcánica que propicia un mejor drenaje en un sustrato, mientras que la vermicomposta es rica en materia por orgánica lo cual absorbe y retiene humedad. Al igual que en el presente estudio la casulla de arroz, arena y suelo proveían mayor drenaje mientras que la turba y materia orgánica proveía mayor retención de humedad. Concordando esto con el estudio de Callejas *et al.* (2009), quienes evaluaron tres sustratos en asociación con micorrizas para la producción de pascuas de la variedad de Subjibi Red. Los mejores resultados se obtuvieron con el sustrato compuesto de mezcla de tierra de hoja de encino + tezontle + turba + agrolita en proporciones de v/v de 9:3:2:2.

pH del lixiviado. No se observó diferencia entre el pH del lixiviado de los sustratos. Sin embargo, estos mantuvieron una tendencia decreciente en el transcurso del estudio. El pH de la solución nutritiva fue 5.4 (dentro del rango óptimo para la pascua de 5.2-6.3). Después de iniciar la aplicación de fertilizante el pH del lixiviado de los sustratos comenzó a decrecer, hasta llegar a rangos por debajo de la solución nutritiva y del óptimo (Figura 3). El pH en sustratos es modificado únicamente por la aplicación de fertilizantes y la concentración aplicada de estos (Othman *et al.* 2019).

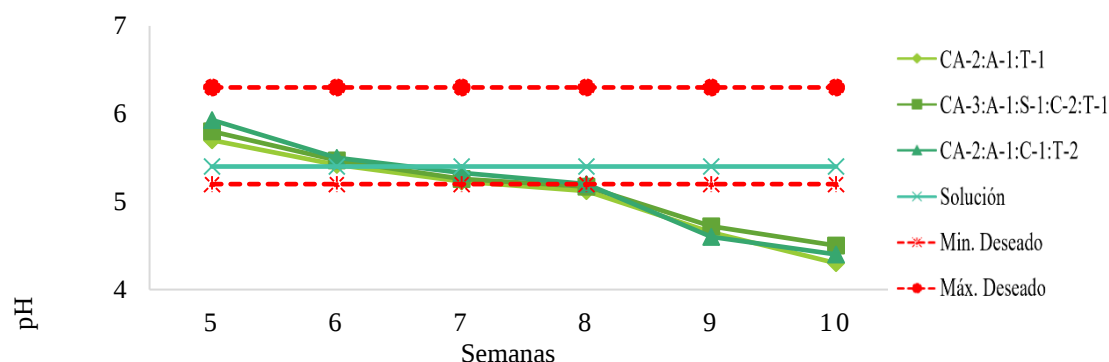


Figura 3. Datos de pH del lixiviado de los sustratos en el cultivo de pascuas -variedad Freedom Red- en la evaluación de tres sustratos en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Cascarilla de arroz (CA), Arena (A), Suelo (S), Compost (C) y Turba (T).

El fertilizante aplicado fue 20-20-20 que su fracción de Nitrógeno (20%) está compuesta por nitrógeno amoniacal, ureico y nítrico que en su proceso de descomposición generan amoníaco que posee un potencial acidificante muy alto. Apegado a esto la materia orgánica libera nitrógeno en forma de amonio que de igual manera acidifica el medio. Estas condiciones de acidez en el medio pueden ocasionar la poca solubilidad de los elementos nutricionales, volviéndolos indisponibles para su absorción por la planta, afectando el crecimiento de esta (Insuasti Benítez 2017).

Conductividad eléctrica (CE) del lixiviado. Se observa una tendencia inversa a los datos obtenidos para el pH, es decir, que al aumentar la concentración de sales en el medio se ve reflejado en el aumento de la CE hasta sobrepasar la CE de la solución nutritiva de 1.7 y superar los rangos óptimos para el desarrollo normal de la planta de 0.75-3 dS/m. Una CE muy alta hace poco efectivas las aplicaciones de fertilizantes y pueden provocar fitotoxicidad en la planta (Sánchez 2000). Como método de enmienda para reducir la concentración de sales en el medio se aplicó riego en forma de lavado a los sustratos en las últimas semanas, esto se ve reflejado en los resultados con la disminución de la CE a partir de la novena semana hasta finalizar la evaluación, reduciendo los riesgos de mortalidad (Figura 4).

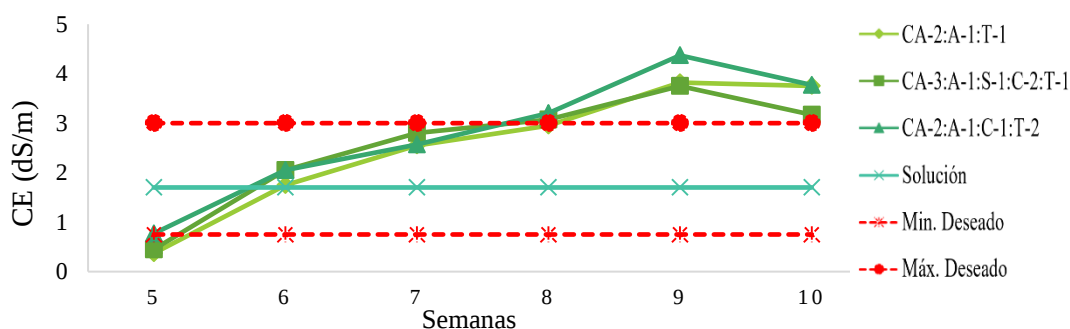


Figura 4. Conductividad Eléctrica (CE) del lixiviado de los sustratos en el cultivo de pascuas -variedad Freedom Red- en la evaluación de tres sustratos en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Cascarilla de arroz (CA), Arena (A), Suelo (S), Compost (C) y Turba (T).

El sustrato que mantuvo la conductividad más alta fue CA-2: A-1:C-1: T-2. Esto se debe que contenía la mayor proporción de turba, la cual retiene el 98% de humedad, evitando la lixiviación excesiva del fertilizante y concentrando las sales en este además de proporcionar nutrientes. Adicional a esto, contenía compost el cual también suministra nutrientes de manera dosificable.

Variedad de Lemon Drop.

No se observaron diferencias para ninguna de las variables evaluadas en la variedad Lemon Drop (Cuadro 5).

Cuadro 5. Altura de la planta, diámetro del tallo, peso fresco radicular y materia seca radicular como respuesta a tres sustratos en el cultivo de Pascuas -variedad Lemon Drop- en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Sustratos	Altura (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Peso fresco radicular (g)	MS radicular (%)
CA-2:A-1:T-1	12.70 ^{ns}	2.00 ^{ns}	62.00 ^{ns}	25.79 ^{ns}
CA-3:A-1:S-1:C-2:T-1	14.57	2.00	51.50	24.24
CA-2:A-1:C-1:T-2	14.89	2.11	50.00	20.40
CV	22.75	4.84	23.77	22.73
R ²	0.50	0.51	0.65	0.68
P	0.60	0.36	0.41	0.39

Cascarilla de arroz (CA), Arena (A), Suelo (S), Compost (C) y Turba (T).

^{ns} Medias que no difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

MS: Materia Seca

pH del lixiviado. Se observó la misma tendencia de la variedad Freedom Red. No se observó diferencia entre el pH del lixiviado de los sustratos. Sin embargo, estos mantuvieron una tendencia decreciente en el transcurso del estudio. El pH de la solución nutritiva fue 5.4 (dentro del rango óptimo para la pascua de 5.2-6.3). Después de iniciar la aplicación de fertilizante el pH del lixiviado de los sustratos comenzó a decrecer, hasta llegar a rangos por debajo de la solución nutritiva y del óptimo (Figura 5).

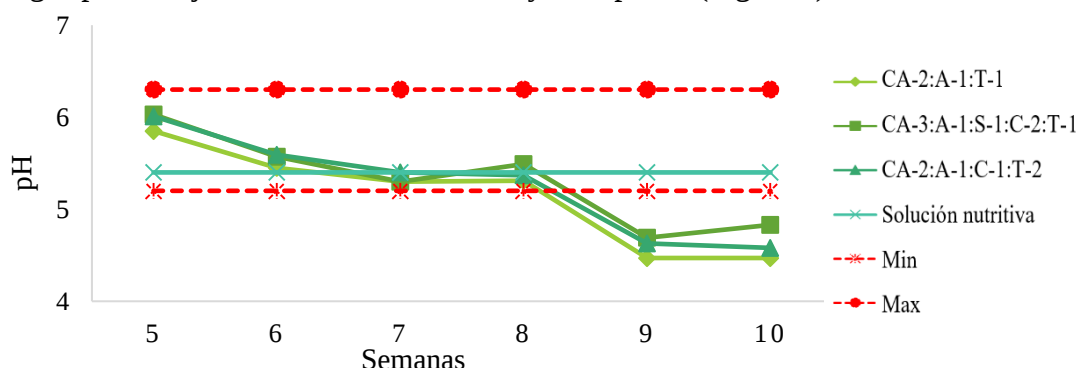


Figura 5. pH del lixiviado de los sustratos en el cultivo de pascuas -variedad Lemon Drop- en la evaluación de tres sustratos en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Cascarilla de arroz (CA), Arena (A), Suelo (S), Compost (C) y Turba (T).

Conductividad eléctrica (CE) del lixiviado. Se observó la misma tendencia de la variedad Freedom Red. La CE aumenta por la concentración de sales en el medio hasta sobrepasar la CE de la solución nutritiva de 1.7 y superar los rangos óptimos para el desarrollo normal de la planta de 1.5-3 dS/m. Esta pudo aumentar debido a que la planta estaba pequeña y no absorbía totalmente lo que se le estaba suministrando y disminuye a partir la novena semana por la aplicación de agua en forma de lavado lo cual drenó el exceso de sales en el medio.

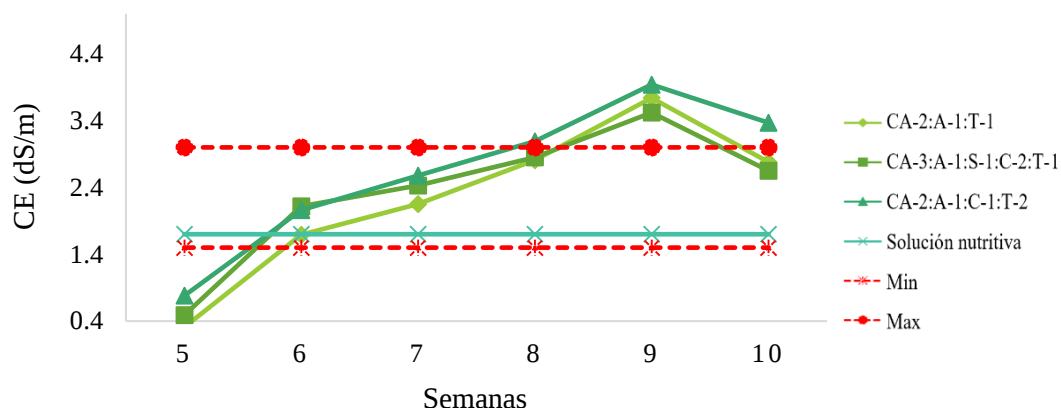


Figura 6. Conductividad Eléctrica (CE) del lixiviado de los sustratos en el cultivo de pascuas -variedad Lemon Drop- en la evaluación de tres sustratos en la Unidad de Ornamentales y Propagación de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Cascarilla de arroz (CA), Arena (A), Suelo (S), Compost (C) y Turba (T).

4. CONCLUSIONES

- Las plantas de la variedad Freedom Red con mayor altura se obtuvieron en el sustrato compuesto por dos partes de casulla de arroz, una parte de arena, una parte de compost y dos partes de turba acercándose más a la relación planta : macetero requerida comercialmente.
- El crecimiento de las plantas de la variedad Lemon Drop no se vio afectada por la composición de los sustratos evaluados, por lo tanto, cualquiera de los tres puede ser utilizado para su crecimiento.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar el sustrato compuesto por dos partes de casulla de arroz, una parte de arena, una parte de compost y dos partes de turba para el crecimiento de la variedad Freedom Red y para la variedad Lemon Drop cualquiera de los tres sustratos puede ser utilizado.
- Realizar una curva de absorción de nutrientes por cada variedad de pascuas para diseñar un plan de fertilización adecuado.
- Evaluar diferentes tipos de fertilizantes con los tres sustratos para Freedom Red y Lemon Drop.
- Realizar un análisis de costo de los materiales utilizados para la elaboración de los sustratos.
- Evaluar uso de fertilización balanceada y ajustada de acuerdo a la riqueza del sustrato.

6. LITERATURA CITADA

- Burés S. 1997. Manejo de sustratos. Barcelona (España): 342 p.
- Bustamante Estrada AM. 2014. Enraizamiento de *Euphorbia pulcherrima* en cuatro sustratos y dos concentraciones del ácido indol-3-butírico. Proyecto especial de graduación presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 21 p.
- Callejas B, Castillo A, Colinas M, Gonzalez M, Pineda J, Valdez L. 2009. Sustratos y hongos micorrízicos arbusculares en la producción de nochebuena. Revista Chapingo Serie Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. México. 11 p.
- Castillo Ortíz LG. 1996. Estudio del comportamiento de tres cultivares de plantas de pascua (*Euphorbia pulcherrima* Willd), en dos localidades. Proyecto especial de graduación presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano- San Antonio de Oriente. 61 p.
- Ecke P, James E, Faust, Williams J, Higgins A. 2004. Calidad del agua. In: Rick Blanchette. The Ecke Poinsettia Manual. Illinois (Estados Unidos): Ball publishing. p. 73-88.
- EPPO, European and Mediterranean Plant Protection Organization. 2009. *Eotetranychus lewisi*: Diagnostic protocol. Global Database. [consultado el 15 de sep. De 2019]. <https://gd.eppo.int/taxon/EOTELE>.
- FAO, Food and Agricultural Organization. 2019. Texturas del suelo.
- Farkas Z. 2014. The hydroculture of *Euphorbia pulcherrima* Willd. Agriculture and Rural Development. Vol (3): 381-384
- Flores Fukuda V. 2002. Evaluación de cuatro medios de enraizamiento y tres instalaciones para la producción de flor de pascua. Proyecto especial de graduación presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-San Antonio de Oriente. 20 p.
- Galindo D, Tejacal I, Andrade M, Colinas M, Canul J, Sainz M. 2012. Producción de nochebuena de sol en Morelos, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3(4): 751-763.

- Hidalgo P, Karkess R. 2002. Earthworm casting as a substrate for poinsettia production. HortScience. 37(2): 304-308.
<https://www.pindstrup.com/professional/product-details/pindstrup-plus-orange>
- Insuasti Benítez JP. 2017. Efecto de los fertilizantes triple 20 y nitrato de potasio en pH, conductividad eléctrica en el sustrato y crecimiento de plántulas de lechuga, tomate y chile. Proyecto especial de graduación presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano- San Antonio de Oriente. 24 p.
- Islam A, Thorstensen T, Liu J. 2015. Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch). Methods in Molecular Biology. Bangladés. Chapter 27: 347-356.
- Martínez A, Torres J, Campos A. 2008. Estudio del régimen de humedad de tres sustratos de turba en la etapa de propagación de la albahaca *Ocimum basilicum* L. Agronomía Colombiana. 23(1):154-164.
- Othman Y, Bataineh K, Al-Ajlouni M, Alsmairat N, Ayad J, Shiyab S, Al-Qarallah B, Hilaire R. 2019. Soilless culture: Management of growing substrate, water, nutrient, salinity, microorganism and product quality. Fresenius Environment Bulletin. 28(4): 3249-3260.
- Pineda J, Colinas M, Castillo M, Morales J, Valdez L, Avitia E. 2008. Efluentes y sustratos en el desarrollo de nochebuena. Revista Chapingo Serie Horticultura. 14(2): 131-137.
- Pinstrup. 2019. Pindstrup Plus Orange. Sustratos profesionales. Dinamarca. [consultado el 4 de oct. De 2019]
- Sánchez J. 2000. Fertirrigación: principios, factores, aplicaciones. Seminario de Fertirrigación: Apukai-Comex Lima, Perú.
- Telenchana J. 2018. Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento *Capsicum annum* L. [Tesis]. Universidad técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador. 77 p.
- Xu L. 2015. Desarrollo de nuevos sustratos a base de compost y biochar para la propagación y producción de *Rosmarinus officinalis* L. en vivero profesional. [Tesis]. Universidad Politécnica de València- Valencia. 47 p.