



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO  
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



Residuos agropecuarios como sustrato para la producción de  
plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don

Trabajo recepcional bajo la modalidad de tesis

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

Presenta:  
**CRYSTAL GISSELLE URGELL CRUZ**

Directora:  
**DRA. SALOMÉ GAYOSSO RODRÍGUEZ**

Co-director:  
**DR. JOSÉ MANUEL SALAYA DOMÍNGUEZ**

Villahermosa, Tabasco

Noviembre, 2023



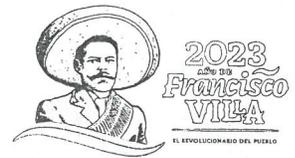
UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



División Académica de  
Ciencias Agropecuarias

Coordinación de  
Estudios Terminales



**Asunto:** Autorización de impresión  
de Trabajo Recepcional.  
**Fecha:** 13 de noviembre de 2023.

LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON  
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y  
TITULACIÓN DE LA UJAT.  
P R E S E N T E

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado(a), informo a usted que con base en el artículo 86 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo **autoriza a (la) C. Crystal Gisselle Urgell Cruz**, con matrícula **182C25005**, egresado(a) de la Licenciatura de **Ingeniería en Agronomía** de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, **la impresión de su trabajo recepcional** bajo la modalidad de **Tesis**, titulado: **"Residuos Agropecuarios como sustratos para la producción de plantas de Catharanthus roseus (L.) G. Don"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

M.V.Z. JORGE ALFREDO THOMAS TELLEZ  
DIRECTOR



C.c.p.- Archivo

Km 25, Carret. Villahermosa-Teapa  
Ra. La Huasteca, 2ª Sección, 86298, Centro, Tabasco, México  
Tel. (+52 993) 3581500 ext. 6614  
Correo electrónico: [terminales.daca@ujat.mx](mailto:terminales.daca@ujat.mx)

[www.ujat.mx](http://www.ujat.mx)

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

La que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente la **Tesis** titulada “**Residuos Agropecuarios como sustratos para la producción de plantas *Catharanthus roseus* (L.) G. Don**”, de la cual soy autora y titular de los derechos de autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de la tesis antes mencionada será única y exclusivamente para difusión y educación, sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa mas no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo manifestado con anterioridad, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis indicada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco a los 13 días del mes de noviembre del año 2023.

ATENTAMENTE



---

Crystal Gisselle Urgell Cruz

## **Dedicatoria**

A mis abuelos, José Jesús y Guillermina quienes me cuidaron, enseñaron, escucharon y compartieron conmigo la vida en el campo.

A Chompy, mi compañero de aventuras y el responsable de seguir trabajando en mis metas.

Mi familia, en especial a mis primas Karla y Damaris Itzel, por su apoyo y compañía durante el proceso de elaboración del presente trabajo.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

## Agradecimientos

A Dios y el universo por permitirme llegar a este punto, a pesar de las dificultades y pérdidas que se presentaron en el camino.

A mis maestros, principalmente a la Dra. Salomé, por su asesoría, confianza y trabajo; al Dr. Salaya por su apoyo en el trabajo de campo y al MC. Luis Ulises por sus enseñanzas y amistad durante la carrera.

A mis compañeros de la generación 2019-2023, que me ayudaron, apoyaron y motivaron durante el proceso.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	11
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	13
2.1. Objetivo general.....	13
2.2. Objetivos específicos.....	13
<b>III. HIPÓTESIS</b> .....	13
<b>IV. JUSTIFICACIÓN</b> .....	14
<b>V. MARCO TEÓRICO</b> .....	17
5.1 Concepto de sustrato.....	17
5.1.1 Residuos vegetales utilizados como sustratos.....	18
5.1.2 Residuos animales utilizados como sustratos.....	19
5.2 Características de un sustrato.....	20
5.3 Uso de sustratos en la producción de Vicaria.....	22
5.4 Vicaria <i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don.....	22
5.4.1 Clasificación botánica.....	22
5.4.2 Descripción botánica.....	23
5.4.3 Importancia de la vicaria.....	23
5.4.4 Reproducción.....	24
5.5 Requerimientos del cultivo.....	25
5.5.1 Clima.....	25
5.5.2 Suelo.....	25
5.5.3 Fertilización.....	25
5.6 Enfermedades y plagas.....	26

<b>VI. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	28
6.1 Ubicación del experimento .....	28
6.2 Especie vegetal.....	28
6.3 Residuos agropecuarios .....	28
6.4 Preparación de mezclas de materiales orgánicos .....	29
6.5 Manejo del cultivo .....	30
6.6 Variables físicas y químicas de los sustratos .....	31
6.7 Variables de crecimiento y desarrollo de la planta .....	31
6.8 Análisis estadístico.....	33
<b>VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	34
7.1 Características físicas de los sustratos .....	34
7.2 Características químicas de los sustratos .....	36
7.3 Variables de crecimiento de <i>Catharanthus roseus</i> L. Don.....	38
<b>VIII. CONCLUSIONES</b> .....	49
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	50

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación botánica de <i>Catharanthus roseus</i> .....	23
Cuadro 2. Análisis de estiércol ovino y bovino. ....	29
Cuadro 3. Combinaciones de suelo con residuos agropecuarios. ....	30
Cuadro 4. Valores de densidad aparente (Da), porosidad total (Pt), porosidad de aireación (Pai) y porosidad de retención de agua (Pra) en mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA), aserrín de madera de palma de coco (APC) combinados con suelo. ....	36
Cuadro 5. Valores de pH y conductividad eléctrica (CE) en mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA) y aserrín de madera de palma de coco (APC), combinados con suelo. ....	37
Cuadro 6. Altura de las plantas de <i>Catharanthus roseus</i> L. Don variedad “Cherry”, cultivadas en mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA) y aserrín de madera de palma de coco (APC), combinados con suelo.....	39
Cuadro 7. Diámetro del tallo e índice de calidad de Dickson en plantas de <i>Catharanthus roseus</i> L. Don variedad “Cherry” cultivadas en mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA) y aserrín de madera de palma de coco (APC), combinados con suelo. ....	42
Cuadro 8. Días a floración, número de flores, diámetro de flor, biomasa fresca y seca aérea de <i>Catharanthus roseus</i> L. Don variedad “Cherry” cultivada en mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA) y aserrín de madera de palma de coco (APC), combinados con suelo. ....	43

Cuadro 9. Crecimiento y desarrollo de raíces de *Catharanthus roseus* L. Don variedad “Cherry” cultivada en mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA) y aserrín de madera de palma de coco (ACP), combinados con suelo..... 46

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Diferencia en altura de planta de *Catharanthus roseus* L. Don. cultivadas en diferentes mezclas con estiércol de bovino, estiércol de ovino, fibra del fruto de palma de aceite, cascarilla del fruto de palma de aceite, aserrín de madera de palma de coco y suelo. .... 40
- Figura 2. Floración de *Catharanthus roseus* L. Don variedad “Cherry” cultivada en suelo (S) (T14), y mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA) y aserrín de madera de palma de coco (APC), combinados con suelo. T14 (S100), T5 (S40+EB20+FPA20+APC20), y T7 (S40+EO20+FPA20+CPA10+APC10)..... 44
- Figura 3. Crecimiento y desarrollo de raíces de *Catharanthus roseus* L. Don, en mezclas con 40% suelo, estiércol bovino (T1-T6) y estiércol ovino (T7-T12), respecto al testigo (T14). T5 (S40+EB20+FPA20+APC20), T7 (S40+EO20+FPA20+CPA10+APC10) y T14 (S100)..... 47

## I. INTRODUCCIÓN

La agricultura a través de los sistemas intensivos ha impulsado la producción de plantas en contenedor, donde la producción tradicional del cultivo en suelo pasó a segundo plano al sustituirlo por el uso de sustratos (Gayosso-Rodríguez et al., 2018). Los sustratos pueden definirse como un medio sintético, mineral u orgánico, sólido, diferente al suelo, que aislado o en forma de mezcla otorgan refugio o sostén a plantas en contenedor, logrando el crecimiento y el desarrollo óptimo del sistema radicular; aportando o no nutrientes a las plantas (Cruz-Crespo et al., 2013).

Al respecto, López-Rodríguez et al. (2017) indican que los materiales orgánicos reúnen las características físicas aptas para utilizarse como sustratos en el cultivo de plantas en contenedor; poseen buena capacidad de retención de humedad, aireación y drenaje. No obstante, es indispensable caracterizar los materiales orgánicos y evaluar su uso como sustratos para comprender los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas (Schafer y Lerner, 2022), es decir, identificar los materiales disponibles localmente, caracterizarlos física, química y biológicamente para posteriormente evaluarlos en campo con especies de valor comercial. Es importante considerar que es necesario conocer las características físicas de los materiales orgánicos, puesto que, después de establecer el cultivo éstas no podrán modificarse; la principal característica física de un sustrato es la capacidad de retención de agua, de ésta depende la selección de un sustrato de calidad, el crecimiento de las raíces y el desarrollo de la planta (López-Rodríguez et al., 2017; Gayosso-Rodríguez et al., 2021).

En relación a ello, en el estado de Tabasco se pueden encontrar residuos orgánicos con potencial para el empleo como sustratos en el cultivo de plantas, sin embargo, se debe considerar

que cubran las necesidades específicas de cada especie a cultivar (Gayosso-Rodríguez et al., 2016).

*Catharanthus roseus* (L.) G. Don, es una planta herbácea que pertenece a la familia Apocynaceae y es originaria de Madagascar; dentro de la sinonimia botánica se hallan *Vinca rosea* L., *Ammocallis rosea* (L) y *Lochnera rosea* (L). (Rajashekara and Baro, 2022). En México, se distribuye en los estados de Campeche, Chiapas, Morelos, Nayarit, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998; Alor et al., 2012). Es una planta popular en jardines y patios, cultivada como planta de ornato y también tiene uso medicinal (Acosta y Rodríguez, 2002). Diversos autores señalan la importancia del cultivo de *C. roseus* (L.) en la industria farmacéutica, por consiguiente, es necesario incentivar la producción de esta especie, dadas sus propiedades medicinales, el uso ornamental, la fácil propagación y la disponibilidad del material vegetal en la región.

Por lo anterior, se planteó la evaluación de residuos agropecuarios disponibles en el estado de Tabasco, con potencial como sustratos en la producción de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don en contenedor.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Evaluar mezclas de suelo y residuos agropecuarios como sustratos para la producción de *Catharanthus roseus* en contenedor.

### 2.2. Objetivos específicos

- Determinar características físicas y químicas de las mezclas de suelo y residuos agropecuarios para el cultivo de *C. roseus* en contenedor.
- Evaluar el crecimiento aéreo y radicular de plantas de *C. roseus* en mezclas de suelo con residuos agropecuarios en contenedor.
- Evaluar floración en plantas de *C. roseus* cultivadas en mezclas de suelo con residuos agropecuarios en contenedor.

## III. HIPÓTESIS

La combinación de estiércoles y residuos vegetales con suelo en diferentes proporciones, pueden ser utilizados como sustrato para la producción de *Catharanthus roseus* en contenedor con crecimiento y desarrollo similar a las cultivadas en 100 % suelo.

## IV. JUSTIFICACIÓN

A nivel mundial, uno de los sustratos orgánicos más utilizados es la turba que proviene de material fosilizado y es calificado como un recurso no renovable, lo que cuestiona su disponibilidad a largo plazo (Cruz et al., 2013; Gayosso-Rodríguez et al., 2016); además, su uso representa un incremento en los costos de producción generados por su importación e indirectamente genera un impacto ambiental en las zonas naturales de donde se extrae (Abad et al., 2004; Cruz-Crespo et al., 2013). En México la problemática es similar, la tierra de monte es el material utilizado en mayor medida para el cultivo de plantas en contenedor; el uso y extracción descontrolada de este material, impacta negativamente a los bosques y suelos debido a su traslado cada ciclo de cultivo a áreas distintas de la zona de origen, lo que genera la exposición del suelo a la erosión, por lo que las autoridades iniciaron una regulación de su extracción y uso (Acosta-Durán et al., 2008).

Los sustratos utilizados actualmente generan costos adicionales y repercuten al medio ambiente, lo que ha generado la preocupación por el agotamiento de estos recursos no renovables a corto plazo y a la búsqueda de materiales alternativos para sustituirlos, siempre que haya suficiente material disponible, sean de fácil adquisición en la región, de bajo costo y cubran las necesidades como sustrato para el cultivo de plantas.

Por lo anterior, en los últimos años se ha generado el interés de incorporar residuos orgánicos como sustratos para el cultivo de plantas forestales, hortalizas y ornamentales (López-Rodríguez et al., 2017; Barbaro et al., 2019). Estos pueden agregarse de forma individual o en mezclas con materiales inorgánicos, para generar características necesarias para la producción de plantas de contenedor (Gruda, 2019; Monsalve et al., 2021). La reutilización e integración de materiales orgánicos representa una opción novedosa, económica y amigable como medios de cultivo en la

producción de plantas (Gayosso-Rodríguez et al., 2016; Gruda, 2019; Monsalve et al., 2021). Los subproductos o residuos agroindustriales son materia prima menospreciada que agregados a los sistemas de producción agrícola como sustratos representan una excelente opción para la producción intensiva de plantas en contenedor (Valenzuela et al., 2014).

Al respecto, Tabasco cuenta con poco más de 240 mil hectáreas para la agricultura del total de 2.5 millones de hectáreas, el resto de la superficie es destinada a pastizales para la cría extensiva de ganado vacuno (Programa de Concurrencia con las Entidades Federativas, 2015); esta última actividad genera estiércoles, material que incorporado al cultivo de plantas permite reciclar nutrientes, incrementar materia orgánica y mejorar características físicas y químicas del suelo (FEADER, 2018). Por otro lado, el cultivo de cocotero ha decrecido como consecuencia del abandono del campo, el amarillamiento letal y la caída en el precio de la copra (Gobierno del Estado de Tabasco, 2019); en ese contexto, los troncos enfermos son removidos y destruidos para evitar sean sitio de refugio de plagas y focos de infección; son aserrados para el aprovechamiento de la madera para la fabricación de muebles (Bermúdez et al., 2018) actividad que genera aserrín, material que por sus características morfológicas, pH, conductividad eléctrica y capacidad de retención de agua, es adecuado para su utilización como sustrato en la producción de plantas (Castro-Garibay et al., 2018; Aguilera et al., 2021).

Por otra parte, el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis*) se ha extendido rápidamente en el estado (Hernández-Rojas et al., 2018), donde según Yeit y Sobri (2022) la industrialización de una tonelada de racimos frescos genera 0.37 toneladas de residuos, 0.06 son de cascarillas y 0.09 de fibras, residuos que incorporados a los medios de producción podrían disminuir problemas de contaminación ambiental y visual, costos de producción y mejorar las

características de los suelos, generando una economía circular y aportando al desarrollo sostenible.

Uno de los campos en los que estos residuos pueden reincorporarse es la producción de plantas de ornato; al respecto, *Catharanthus roseus* (L.) G. Don es una planta de uso ornamental y medicinal de importancia económica mundial por su capacidad de producción de alcaloides para el tratamiento de enfermedades como el cáncer de mama y de piel, leucemia linfoblástica y enfermedad de Hodgkin (Mishra y Verna, 2017), además posee propiedades anticancerígenas, citotóxicas, antidiabéticas, antimicrobianas, larvicidas y pupicidas (Kumar et al., 2022). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar mezclas de residuos de palma de aceite (cascarilla y fibra), aserrín de palma de coco, estiércol ovino y bovino mezclados con suelo, como sustratos para la producción de *Catharanthus roseus* en contenedor.

## V. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Concepto de sustrato

Burés (1993) declaró que un sustrato es algún material que puede ser dispuesto en contenedor y que resulte de utilidad para el cultivo de plantas. De acuerdo con Abad et al. (2004) “un sustrato es todo material sólido distinto del suelo in situ, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular”. Teniendo en cuenta a Cruz-Crespo et al. (2013) el sustrato es el “medio poroso donde se desarrollan las raíces, relacionadas con el cultivo en recipientes fuera del suelo in situ”.

Los sustratos son utilizados debido a la necesidad de transportar las plantas de un sitio a otro, por la sobreexplotación de los suelos agrícolas, evitar problemas de salinidad e impedir la dispersión de enfermedades (Sáez, 1999; Cruz-Crespo et al., 2010). Uno de los aspectos más significativos, es que es el medio que se dispone como sustrato para la producción de las plantas en invernadero puede ser un material de origen orgánico o inorgánico, mezclado o no, con suelo (Cruz-Crespo et al., 2013).

Gran diversidad de materiales pueden ser utilizados como sustrato para el cultivo de plantas; al respecto, Acevedo-Alcalá et al. (2020a) mencionan materiales como la turba, la agrolita, la perlita, los biosólidos y residuos de la industria agropecuaria. Particularmente, en el cultivo de plantas de ornato se reportan materiales inertes, como: vermiculita, arena, tezontle, tepojal, piedra pómez, tepetzil, lana de roca, basalto, etc.; así como residuos orgánicos, como: lodos, virutas, cascarillas, estiércoles (gallinaza, ovinaza, bovinaza, cerdaza, etc.), fibras, carbón, bagazos, cortezas, aserrines, etc. (Gayosso-Rodríguez et al., 2016). Particularmente, en México los sustratos más utilizados son: tierra de monte, peat moss, residuos de aserraderos, compost de

materia orgánica o desechos de jardinería, polvo de coco, lodos de depuradora, fango, estiércol, paja, cascarilla de arroz y de cacahuate; materiales inertes, como tepojal, tezontle, basalto, perlita, arena, vermiculita, arcilla calcinada y piedra pómez (Gayosso-Rodríguez et al., 2018).

### **5.1.1 Residuos vegetales utilizados como sustratos**

El cultivo de plantas en contenedor innovó el concepto de la producción tradicional, al utilizar materiales diferentes al suelo y sustituirlo por sustratos (Burés, 1993), sin embargo, materiales como la turba, la tierra de monte y el tezontle, ocasionan la degradación de las áreas naturales de donde se extraen (Gayosso-Rodríguez et al., 2018), por lo tanto, en las últimas dos décadas, se han valorado diferentes materiales que se destacan por ser de origen ecológico, económicamente accesibles y que se encuentren disponibles localmente (Gayosso-Rodríguez et al., 2016).

Algunos de los residuos o subproductos utilizados como sustratos son el bagazo de caña, bagazo de agave, aserrín, corteza de árboles, orujo de uva, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, cascarilla de arroz, paja de cereales, fibra y polvo de coco, entre otros (Cruz-Crespo et al., 2013). La fibra de coco y la corteza de pino son los principales residuos utilizados como sustratos en el norte de Europa. La turba se mezcla con virutas o aserrín de madera, cortezas, compost de residuos vegetales y estiércoles (Blok y Urrestarazu, 2010; Alonso et al., 2012; Gayosso-Rodríguez et al., 2016).

En Argentina, más de la mitad de los viveristas consiguen los materiales y elaboran sus propios sustratos; los residuos más utilizados son las cortezas y las acículas de pinos, la cascarilla de arroz con distintos grados de descomposición, estos se fertilizan con mezclas de estiércoles de animales, lombricomposta o lixiviados en pequeñas proporciones (Gallardo et al., 2004; Acosta-Durán et al., 2008). En la producción de hortalizas (tomate, calabaza y pimientos) de Ecuador,

Terán (2016) expuso que los sustratos obtenidos del compostaje de residuos florales y de tomate, se comportan como los ideales para estos cultivos. El carboncillo de arroz y la fibra de coco se usan en República Dominicana (Pérez et al., 2010; Gayosso-Rodríguez et al., 2016). Los residuos agropecuarios que se aprovechan en Brasil para elaborar sustratos son: polvo de coco, compostas orgánicas, cama de aves, corteza de coníferas, cascarilla de arroz y el estiércol de bovinos (Acosta-Durán et al., 2008). Por otra parte, la Fundação Gaúcha de Pesquisa Agropecuária en Porto Alegre RS (FEPAGRO), señala que las cáscaras vegetales (arroz, acacia negra), virutas de madera, aserrín de cuero y residuos de uva, son los materiales destacados para la constitución de sustratos. En la Bahía, predomina la cáscara del cacao, el tegumento de la almendra del cacao y el aserrín de madera (Acosta-Durán et al., 2008). Otros subproductos agroindustriales son las cáscaras de olivo (Altieri *et al.*, 2010), fibra de coco (Quintero et al., 2012; Sánchez-Cardozo y Díaz-Barrera, 2019), residuos de levadura y malta (Bernal y Roig, 2002). En Colombia, sustratos compuestos por cascarilla de arroz (natural o quemada) son los más utilizados en el cultivo de flores ornamentales, siendo ideales para el enraizamiento de claveles; además pueden usarse para lechuga, el tomate y gipsofila (Sánchez-Cardozo y Díaz-Barrera, 2019).

### **5.1.2 Residuos animales utilizados como sustratos**

La generación de estiércoles es inherente a la producción ganadera, es un material que contiene sustancias nitrogenadas y residuos de nutrientes que no fueron aprovechados por el animal; la incorporación de estos materiales al suelo, permite reciclar dichos nutrientes, incrementar la materia orgánica y mejorar las características físicas y químicas del suelo (FEADER, 2018). Algunos de los estiércoles evaluados en la producción agrícola son las gallinazas, materiales provenientes de la mezcla de heces y las diversas camas usadas, como la

paja de cereales o el aserrín en el sector de la avicultura (García et al., 2007; Delgado et al., 2016). En Yucatán, Villanueva-Couoh et al. (2010) indicaron que la cerdaza proveniente de la industria porcícola, generando estiércol en fase líquida, sólida o semisólida puede ser procesado para incentivar el crecimiento de las plantas y mejorar la estructura del suelo.

Derivado de evaluaciones de sustratos en crisantemo, Delgado et al. (2016) mencionan que las mezclas de turba negra con gallinaza de pollos de engorda-aserrín y pollos de engorda-paja mejoran las propiedades físicas e hidrofísicas en comparación con la turba, debido al incremento de la porosidad y la retención de humedad, por lo que, al añadirlos en mezcla podrían llegar a ser sustratos adecuados para el cultivo de crisantemo. Por otra parte, la aplicación de gallinaza en rosas de la variedad Anastasia y Selena aumentó el rendimiento y la calidad de tallos florales (Steinger Cortés et al., 2017). Jayasinghe et al. (2010) reportan que la mezcla de sustratos de compost de estiércol de ganado (CMC) al 40 % y agregados sintéticos (SA) al 60 %, influyeron positivamente en el crecimiento y la composición nutricional de clavel de moro (*Tagetes patula*) en comparación con el uso de turba; donde la altura se incrementó 27.01 %, el número de flores 42.86 %, el peso fresco y seco de los brotes 37.09 % y 67.29 %, respectivamente. Al respecto, Acevedo-Alcalá et al. (2020b) refieren que la presencia del estiércol de ganado en el sustrato no debe ser mayor a 20 %. La lombricomposta de estiércol bovino (25 %) combinada con turba (75 %), incrementó altura de planta, longitud de raíz y número de hojas en geranio (*Pelargonium Grandiflorum* Willd), además del número de inflorescencias en belén (*Impatiens walleriana* Hook.f.) (Huerta-Muñoz y Cruz-Hernández, 2018).

## **5.2 Características de un sustrato**

Las propiedades físicas dependen del material dispuesto como sustrato, del tamaño y forma del contenedor (Salto et al., 2016), textura de media a gruesa, con un acomodo de partículas de

0.25 a 5.0 mm (Anicua et al., 2009). La densidad aparente ( $D_a$ ) es la característica física que se relaciona con peso seco del sustrato y el volumen (Acosta Durán y Acosta Peñaloza, 2018), para el cultivo de plantas en contenedor se sugiere una  $D_a$  entre  $0.50 \text{ g cm}^{-3}$  a  $0.75 \text{ g cm}^{-3}$  (Quintero et al., 2011; Gayosso-Rodríguez et al., 2016).

La porosidad en un sustrato permite el movimiento del recurso hídrico y la aireación, favorece la nutrición vegetal, el anclaje y crecimiento de las raíces y genera condiciones adecuadas para el desarrollo de las plantas (Agostini et al., 2014), la cual se recomienda no mayor a 85 % (Morales-Maldonado y Casanova-Lugo, 2015). La porosidad de aireación ( $P_{ai}$ ) es el espacio ocupado por aire en el sustrato, el cual influye en el intercambio gaseoso y la oxigenación del medio; resulta conveniente mencionar que las plantas tienen diferentes requerimientos de aireación, por lo tanto, este valor fluctúa acorde a la necesidad de cada especie (Cruz-Crespo et al., 2013). Respecto a la  $P_{ai}$ , Morales-Maldonado y Casanova-Lugo (2015) mencionan que la mínima para el cultivo de plantas en contenedor es de 10 %.

La porosidad de retención de agua ( $P_{ra}$ ), es definida por Cruz-Crespo et al. (2013) como el agua que almacenada el sustrato una vez drenado; Acosta y Acosta (2018) reportan que los valores mínimos de porosidad de retención de agua varían entre 40 % y 60 %. Una  $P_{ra}$  ideal facilita la absorción de agua y nutrientes requeridos para el crecimiento de las plantas (Barbaro y Karlanián, 2020), reduce la cantidad de riegos y el volumen de agua utilizada (Meneses-Fernández y Quesada-Roldán, 2018).

En relación a las características químicas, se recomienda un pH ligeramente ácido (5.5 hasta 6.8) y una conductividad eléctrica (CE)  $< 2 \text{ dS m}^{-1}$  para la producción de plantas en macetas (Quintero et al., 2011; Gayosso et al., 2018).

### **5.3 Uso de sustratos en la producción de Vicaria**

La germinación y el crecimiento de vicaria *Catharanthus roseus* son estimuladas por la presencia de nutrientes en el material de compostaje; optar por sustratos orgánicos otorga un alto valor nutricional, lo que permite el desarrollo de plantas sanas, ecológicamente balanceadas y la mejora de las condiciones de los suelos (Sánchez et al., 2005), sin embargo, no existen trabajos que evalúen la producción de *C. roseus* con residuos orgánicos, salvo lo mencionado por Alor et al. (2012) quienes indican que la incorporación de materia orgánica al sustrato (composta) mejora el crecimiento de *C. roseus* donde los indicadores nutricionales y de biomasa se incrementaron respecto al testigo.

### **5.4 Vicaria *Catharanthus roseus* (L.) G. Don.**

Es una planta herbácea cultivada como ornamental y medicinal, nativa de Madagascar y sudoeste de Asia, en México, se conoce como vicaria o ninfa (Chaturvedi et al., 2022). Es llamada comúnmente: vinca del cabo, vicaria, vinca rosa o rosada, flor de vicaria, micaria, micorro, mulata, ninfa; en Yucatán, se le llama xmicaria (maya) y en inglés "Old-maid" (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

#### **5.4.1 Clasificación botánica**

Pertenece a la familia Apocynaceae, es una planta dicotiledónea, angiosperma (Chaturvedi et al., 2022). Su clasificación botánica es la siguiente:

Cuadro 1. Clasificación botánica de *Catharanthus roseus*

Reino	Plantae
Subreino	Viridiplantae
Superdivisión	Tracheophyta
Subdivisión.	Spermatophyta
Clase	Magnoliopsida
Superorden	Aternaceae
Orden	Gentianales
Familia	Apocynaceae
Tribu	Vinceae
Serie	Bicarpelada
Género	<i>Catharanthus</i> G. Don
Especie	<i>Catharanthus roseus</i> (L) G. Don

(Chaturvedi, 2022)

#### 5.4.2 Descripción botánica

Es una planta herbácea, perenne o anual, de hasta un metro de altura, con tallos con pubescencia, tubulares, estriados, tiene hojas ovaladas, pecioladas, en pares opuestos de 2.5 a 9 cm (Das et al., 2020; Chaturvedi et al., 2022). Las flores se producen en las axilas de las hojas, son flores hermafroditas, de 4 a 5 cm, con 5 lóbulos la corola conectada a cinco anteras en el interior, florece todo el año (Paarakh et al., 2019); los frutos tienen 2 folículos de hasta 4.7 cm, con semillas negras de 1 a 2 mm (Paarakh et al., 2019; Das et al., 2020; Chaturvedi et al., 2022).

#### 5.4.3 Importancia de la vicaria

Es usada de forma ornamental por sus flores de color morado, blanco y rosa. La vicaria, es cultivada en parques y jardines subtropicales; debido a su resistencia a la sequía, se desarrolla a la orilla de los caminos, vías, carreteras, paisajes; en países de Asia y África se establecía cerca de los templos (Chaturvedi et al., 2022). Además, soporta la deficiencia de nutrientes y temperaturas mínimas de 5 °C; siendo un recurso valioso en jardines de zonas templadas como planta de lecho floral, en la temporada más cálida (Alor et al., 2012). Nejat et al. (2015)

menciona que tiene una función de “huésped experimental, amigable para el mantenimiento de las bacterias más pequeñas que se encuentran en la tierra, los fitoplasmas y espiroplasmas”.

*Catharanthus roseus*, tiene gran importancia a nivel mundial por sus compuestos químicos, como: fenoles, flavonoides, alcaloides, carbohidratos, saponina, tanino, sustancias de valor medicinal y terapéutico, otorgándole relevancia como planta medicinal y herbolaria (Mahood, 2021). Los alcaloides que destacan son la vinblastina y vincristina, al respecto, Acosta y Rodríguez (2002) señalan que “poseen propiedades de inhibición tumoral para el tratamiento de la leucemia, linfosarcoma, linfogranulomatosis y otros tumores malignos, en tanto que con la ajmalicina y la reserpina, se preparan drogas con efecto hipotensor”.

En relación a su uso medicinal, en Quintana Roo, se recurre a esta planta para curar la viruela y el salpullido, a través de baños con la infusión de las hojas; para tratar algunas irregularidades de la menstruación, como desparasitante, para curar heridas y carnosidades de los ojos, aliviar el dolor de cabeza y es antiinflamatorio; no obstante, no se menciona la forma de preparación y la vía de administración. En Yucatán, el líquido acuoso maseado de las hojas machacadas, se usa para regular el liquen escleroso (vulvar) de la mujer, por medio de un baño vaginal (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

#### **5.4.4 Reproducción**

Se reproduce sexualmente a partir de semillas (Chaturvedi et al., 2022); se han realizado diversos trabajos *in vitro* para producir semillas e inducir la mejora de la producción de metabolitos secundarios de importancia en la industria farmacéutica (Das et al., 2020), así como la producción de plántulas *in vitro* utilizando reguladores de crecimiento y condiciones de estrés para la producción de alcaloides (Acharjee et al., 2022).

## **5.5 Requerimientos del cultivo**

### **5.5.1 Clima**

*Catharanthus roseus*, es una especie que crece a pleno sol y es fundamental para su floración, no tolera temperaturas inferiores a 10 °C (Paarakh et al., 2019), sin embargo, Alor et al. (2012) indican que la vicaría se desarrolla en zonas subtropicales con temperaturas mínimas de 5 °C a 7 °C.

### **5.5.2 Suelo**

Se desarrolla comúnmente en todo tipo de suelo, incluso en suelos pobres en nutrientes y en suelos salinos, reportándose tolerancia hasta a 2000 ppm; aunque deben ser suelos bien drenados. Es una planta tolerante a la sequía y es sensible al exceso de humedad; se sugiere un pH de 5.5 a 6.5 (Paarakh et al., 2019; Chaturvedi et al., 2022).

### **5.5.3 Fertilización**

No existe información precisa relacionada con la nutrición de *Catharanthus roseus*; aunque se menciona que no es una planta demandante de nutrientes, se pueden aplicar fertilizaciones quincenales o mensuales de forma soluble, si se excede la aplicación de fertilizantes se ocasiona la producción excesiva de follaje y disminución de la floración (Paarakh et al., 2019). Al evaluar dosis de N con micorrizas Silva et al. (2018) mencionan el aumento en altura de planta, número de hojas y biomasa seca, al encontrar mayor cantidad de P y K en hojas. Por otra parte, Majee et al. (2019) reportan que la fertilización orgánica a partir de colágeno, harina de huesos de aves y ceniza de jacinto de agua incrementó el crecimiento y la floración comparado con un fertilizante comercial. La toxicidad por cadmio en *Catharanthus roseus* ocasiona pardeamiento y pudrición de las raíces, sin embargo, la presencia de calcio inició la

aparición de raíces laterales bajo condiciones de estrés por cadmio (Chen et al., 2018). En cultivo *in vitro* se observaron efectos significativos en la producción de biomasa fresca y seca con niveles elevados de fosfato y 3710.10 mg L<sup>-1</sup> de nitrógeno (Mishra et al., 2019).

## 5.6 Enfermedades y plagas

El hongo, *Rhizoctonia solani* causa las mayores pérdidas en semilleros de *Catharanthus roseus*, para evitar su dispersión se sugiere retirar las plantas afectadas y disminuir los riegos. En época de lluvias, altas temperaturas y humedad relativa por encima de 80 % *Colletotrichum sp.*, daña las hojas, ramas y en algunos casos produce la muerte. Se recomienda podar las ramas necrosadas, retirarlas del campo y quemarlas. Otro hongo que ataca severamente los folíolos de la vicaría es *Phoma sp.* Por su parte, *Sclerotium rolfsii* produce lesiones en el cuello que conducen a marchitez y finalmente a la muerte de la planta (Acosta y Rodríguez, 2002). Las infecciones del hongo *Oidium* se caracterizan por presentar un polvo blanquecino (micelio), se controla con azufre; también se producen pudriciones en las raíces cuando se tienen encharcamientos (Acosta y Rodríguez, 2002).

En cuanto a plagas, los pulgones, en simbiosis con hormigas pueden parasitar a *C. roseus*, para su control se utilizan bioinsecticidas formulados con hojas de neem o tabaco (Acosta y Rodríguez, 2002; Alor et al., 2012); los escarabajos *Hypothenemus minutus*, barrenan e inducen la muerte de las ramas jóvenes. Respecto a los insectos defoliadores, las hormigas *Atta insularis* y el grillo *Grillus assimilis* son las especies más comunes reportadas en *C. roseus*, este último se presenta en la etapa de semilleros (Acosta 1995; Acosta y Rodríguez, 2002).

Por otro lado, *Rhizoglyphus setosus* es un ácaro que ataca gravemente las raíces del suelo. De acuerdo con Acosta y Rodríguez (2002), los nemátodos que inciden en el cultivo son: *Helicotylenchus sp.*, *Apelenchoides sp.*, *Tylenchorhynchus sp.*, y *Norhotylenchus sp.* Los

micoplasmas representan agentes causales, tales como amarillamiento foliar, marchitez y reducción del tamaño floral, hasta ocasionar la muerte.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 Ubicación del experimento

El establecimiento del experimento se realizó en el área de viveros e invernaderos de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, ubicada en el kilómetro 25+2 de la carretera Villahermosa-Teapa, en la Ranchería la Huasteca 2<sup>a</sup> sección del municipio de Centro, Tabasco; se localiza geográficamente entre los paralelos 92° 57'23" y 92° 57'30" LO, y 17° 47'04" y 17° 47'15" LN, con una altura promedio sobre el nivel del mar de 22 m (Google earth, 2023). El trabajo se desarrolló de enero a junio de 2023.

### 6.2 Especie vegetal

Se utilizó *Catharanthus roseus* L. variedad "Cherry". La germinación se realizó en charolas de poliestireno de 128 cavidades, colocando una semilla por cavidad a una profundidad aproximada de 2 mm, utilizando como sustrato una mezcla de perlita y peat moss, en una relación 1:2 v/v. Se aplicó riego dos veces al día con un aspersor manual por 10 días, el trasplante se realizó a los 20 días después de la germinación, a macetas de 6 pulgadas (1.5 L), colocando una planta por maceta.

### 6.3 Residuos agropecuarios

Para la evaluación de los residuos agropecuarios como sustratos, se usaron dos materiales de origen animal: estiércol de bovino (EB) y estiércol de ovino (EO). Los estiércoles se recolectaron directamente de los corrales de producción de la posta bovina de la DACA UJAT y del Centro de Integración Ovina del Sureste (CIOS), respectivamente; ambos materiales se secaron directo al sol para uniformizar la humedad y se analizaron por el laboratorio FERTILAB<sup>®</sup> para conocer su composición en base materia seca (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de estiércol ovino y bovino.

Determinación	Método	Unidades	Abonos orgánicos	
			Bovino	Ovino
pH	NMX-FF-109-SCFI-2007		7.41	5.50
Cond. Eléctrica	NMX-FF-109-SCFI-2007	dS <sup>l</sup> m	3.50	17.0
Nitrógeno total	Dumas	%	1.89	4.13
Fósforo (P)	Digestión en microondas/ ICP	%	0.24	2.44
Potasio(K)	Digestión en microondas/ ICP	%	1.16	4.16
Calcio(Ca)	Digestión en microondas/ ICP	%	2.79	4.69
Magnesio(Mg)	Digestión en microondas/ ICP	%	0.53	1.18
Sodio(Na)	Digestión en microondas/ ICP	%	0.10	1.97
Azufre(S)	Digestión en microondas / Turbidimetría	%	0.33	2.45
Hierro(Fe)	Digestión en microondas/ ICP	ppm	27250	9393
Cobre(Cu)	Digestión en microondas/ ICP	ppm	47.83	66.94
Manganeso(Mn)	Digestión en microondas/ ICP	ppm	593	518
Zinc(Zn)	Digestión en microondas/ ICP	ppm	298	498

Los materiales orgánicos de origen vegetal que se utilizaron fueron: fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA) que fueron recolectados en la empresa Oleopalma del municipio de Jalapa, Tabasco; y aserrín de la madera de palma de coco (APC) recolectado en un aserradero comercial de madera de coco del municipio de Paraíso, Tabasco.

#### 6.4 Preparación de mezclas de materiales orgánicos

Los tratamientos se combinaron en diferentes proporciones, de acuerdo con la aportación de porosidad y retención de humedad de los materiales señalada por Gayosso et al. (2018) y Gayosso et al. (2021), para lograr un equilibrio entre los materiales que aportan porosidad (FPA y CPA) y los que aportaban retención de humedad (aserrín). Se evaluaron 14 tratamientos en un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones (Cuadro 3).

Cuadro 3. Combinaciones de suelo con residuos agropecuarios.

	Materiales orgánicos (%)					
	Suelo	EB	EO	FPA	CPA	APC
T1	40	20	0	20	10	10
T2	40	20	0	10	20	10
T3	40	20	0	10	10	20
T4	40	20	0	0	20	20
T5	40	20	0	20	0	20
T6	40	20	0	20	20	0
T7	40	0	10	20	20	10
T8	40	0	10	10	20	20
T9	40	0	10	20	10	20
T10	40	0	10	0	25	25
T11	40	0	10	25	0	25
T12	40	0	10	25	25	0
T13	40	0	0	20	20	20
T14 (testigo)	100	0	0	0	0	0

Estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA), aserrín de madera de palma de coco (APC).

Las mezclas se prepararon, se desinfectaron con Benhur<sup>®</sup> (Benomilo 50 %) a una dosis de 1 ml L<sup>-1</sup>, se cubrió y se dejó actuar por 3 días, posteriormente se ventilaron. Se realizó el llenado de macetas y se dejaron reposar durante 30 días.

### 6.5 Manejo del cultivo

Las plantas se mantuvieron bajo malla sombra del 40 % durante una semana para su proceso de aclimatación, posteriormente, se retiró la malla para exponer las plantas directamente al sol. Se realizó una fertirrigación diaria aplicando 150 ml de una solución del

fertilizante Polyfeed<sup>®</sup> (1.5 g L<sup>-1</sup>) y nitrato de calcio (0.5 g L<sup>-1</sup>); y aplicaciones semanales de Bayfolan<sup>®</sup> a una dosis de 1 ml L<sup>-1</sup>, vía foliar.

## 6.6 Variables físicas y químicas de los sustratos

En las mezclas se determinó: densidad aparente (Da), porosidad total (Pt), porosidad de aireación (Pai) y porosidad de retención de agua (Pra); pH y conductividad eléctrica (CE).

Para la determinación de la Da, la mezcla se secó por 24 h en un horno con convección de aire, a 100 °C. El cálculo se realizó con la siguiente fórmula:

$$Da = \text{peso del sustrato seco (g)} / \text{volumen total (cm}^3\text{)}$$

La Pt, Pai y Pra se determinaron con el procedimiento descrito por Landis et al. (1990); los recipientes utilizados fueron de 205 ml<sup>-1</sup>, se etiquetaron y pesaron antes de ser llenados. Cada mezcla se saturó por 24 h, se colocó en los contenedores y se tomó el peso. Posteriormente, se drenó el agua de los recipientes, obteniendo el peso del sustrato drenado. Cada mezcla se colocó en una estufa de secado a 70 °C por 72 h, y por último se obtuvo el peso seco de las muestras.

El pH se midió a una relación 1:2 v/v y la CE a una relación 1:5 v/v (sustrato: agua destilada). Se utilizó un agitador marca Innova<sup>®</sup>, modelo 2100 por 5 minutos; se usó potenciómetro-conductímetro marca Hanna, modelo HI 2211 para medir el pH y, al día siguiente se tomó la CE.

## 6.7 Variables de crecimiento y desarrollo de la planta

Para las variables de crecimiento, se seleccionaron al azar tres plantas y; transcurridos 20 días después del trasplante (ddt) se inició con la medición de las variables cada 15 días. Para altura de la planta (cm) se utilizó un flexómetro, considerando la base del tallo hasta la

terminación de la yema apical. El diámetro del tallo (mm) se midió a un centímetro del suelo utilizando un vernier digital marca Truper®.

Se determinaron los días a floración, considerando la aparición de los primeros botones florales. Se contabilizó el número de flores por planta y al final del cultivo se determinó el diámetro de éstas utilizando un vernier digital marca Truper®, midiendo tres flores por planta.

A los 60 días de cultivo se determinó biomasa fresca y seca del follaje y raíces (g), número de flores y tamaño de flor; longitud y volumen de raíz. Para ello, se seleccionaron tres plantas y las muestras se llevaron al Laboratorio de Desarrollo de Productos Bióticos.

La biomasa fresca aérea se determinó cortando las plantas a un cm del suelo, se pesaron por separado tallo, hojas y flores, en una balanza digital marca OHAUS, modelo Scout Pro SP401 con 0.1 g de precisión. Posteriormente, se colocaron en bolsas de papel estraza y se sometieron a 65 °C durante 72 horas en una estufa de aire forzado marca Felisa, modelo FE-291. Después, se pesaron para determinar la biomasa seca.

Para determinar biomasa fresca de raíz se retiraron los cepellones de las macetas, se colocaron en agua corriente para ablandar el sustrato y permitir la limpieza de las raíces sin maltratarlas; se utilizaron tres cepellones por tratamiento, luego del lavado se colocaron sobre papel de estraza para eliminar el exceso de agua y se pesaron en una balanza digital marca OHAUS, modelo Scout Pro SP401 con 0.1 g de precisión.

El largo de raíz se midió desde la base inicial del sistema radicular, utilizando un flexómetro. Luego, las raíces se colocaron en una probeta con agua y se midió el volumen de agua desalojado para obtener el volumen de la raíz. Posteriormente, las raíces se colocaron en bolsas de papel de estraza y se sometieron a 65 °C durante 72 horas en una estufa de aire forzado marca Carbolite, modelo PF800 para determinar la biomasa seca.

El índice de calidad de Dickson (ICD) se ha utilizado para conocer la calidad de las plantas forestales en vivero y predecir el crecimiento en campo; manifiesta el equilibrio de la masa y robustez de la planta permitiendo seleccionar plantas de menor o mayor vigor (Saénz et al., 2014). Se calculó el ICD mediante la fórmula:

$$ICD = \frac{Peso\ total\ seco\ (g)}{\frac{Altura\ (cm)}{Diámetro\ (mm)} + \frac{Peso\ seco\ de\ la\ parte\ aérea(g)}{Peso\ seco\ de\ la\ raíz\ (g)}}$$

### 6.8 Análisis estadístico

El procesamiento de los datos se realizó a través de un análisis de varianza, las diferencias se estratificaron con una prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) con el paquete estadístico STATGRAPHICS.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Características físicas de los sustratos

La Da de las mezclas de residuos orgánicos, estiércol bovino (EB) /estiércol ovino (EO) y 40% suelo, mostraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) respecto al testigo (suelo 100 %), donde la densidad aparente disminuyó, con valores que oscilaron de 0.569 hasta 0.747  $\text{g cm}^{-3}$  (Cuadro 4); es probable que la integración de residuos orgánicos haya influido en la disminución de la Da, debido a que la densidad aparente se incrementa a medida que partículas del medio disminuyen su tamaño (López-Baltazar et al., 2013). El suelo se compone de partículas finas como las arcillas, limos y arenas, las cuales, comparadas con los residuos orgánicos tienen menor tamaño.

El rango sugerido de Da para producción de plantas en macetas oscila entre 0.50  $\text{g cm}^{-3}$  a 0.75  $\text{g cm}^{-3}$  (Quintero et al., 2011; Gayosso-Rodríguez et al., 2016), por lo tanto, la densidad aparente de las mezclas se encuentran dentro del rango sugerido, además, Ansorena (1994) y López-Baltazar et al. (2013) señalan que una densidad aparente inferior a 0.6  $\text{g cm}^{-3}$ , favorece el crecimiento de las raíces de las plantas, lo que implica menor esfuerzo en el traslado de recipientes y la reducción de costos por transportación. El T13 no presentó una Da ideal, probablemente se deba a la ausencia de estiércol en la mezcla; en relación a lo anterior, Trinidad-Santos (2016) señala que la adición de estiércol impacta positivamente en las características físicas del suelo, al mejorar el acomodo partículas y disminuir la densidad aparente.

La porosidad total (Pt) promedio de los tratamientos varió de 48.21 % (T2) hasta 56.44 % (T5) (Cuadro 4), éstas variaciones se deben a los diferentes porcentajes empleados en las mezclas de suelo con residuos orgánicos y estiércoles; la incorporación de estos últimos,

incrementa la porosidad total (aireación y retención) y mejoran el acomodo de los agregados (Trinidad-Santos, 2018). Respecto a la porosidad de un sustrato, Acosta (2012) considera que la porosidad mínima debe ser del 50 %, sin embargo, Morales-Maldonado y Casanova-Lugo (2015) recomiendan una Pt mínima del 70 %; estos resultados fueron similares a los obtenidos por Salto et al. (2016), en la evaluación de sustratos de corteza de pino compostado y tierra (3:1) y corteza de pino compostado, perlita y vermiculita (2:1:1) con una porosidad total (Pt) promedio de 50.6 % y 41.8 %, respectivamente.

La porosidad de aireación (Pai) de las mezclas tuvieron un incremento significativo ( $p \leq 0.05$ ) respecto al testigo, destacando T5 (13.33 %), T6 (13.54 %) y T7 (13.98 %) (Cuadro 4), mezclas con un 20 % de fibra del fruto de palma de aceite, residuo que por su tamaño aporta aireación al sustrato (Meneses-Fernández y Quesada-Roldán, 2018). Respecto a lo anterior, Morales-Maldonado y Casanova-Lugo (2015) mencionan que la Pai mínima para el cultivo de plantas en contenedor es del 10 %, por consiguiente, estas mezclas tienen una porosidad de aireación aceptable.

En relación a la porosidad de retención (Pra), la adición de residuos agropecuarios al suelo no incrementó la porosidad de retención de agua, sin embargo, los tratamientos T8 (44.13 %) y T13 (45.15 %) no reflejaron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) en relación al tratamiento testigo (Cuadro 4). Al respecto, Acosta Durán y Acosta Peñaloza (2018) reportan que los valores mínimos de porosidad de retención de agua varían entre 40 % y 60 %, por lo tanto, los valores de Pra en las mezclas se encuentran dentro del rango óptimo.

Cuadro 4. Valores de densidad aparente (Da), porosidad total (Pt), porosidad de aireación (Pai) y porosidad de retención de agua (Pra) en mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA), aserrín de madera de palma de coco (APC) combinados con suelo.

Tratamiento	Densidad aparente (g cm <sup>-3</sup> )	Porosidad total (%)	Porosidad de aireación (%)	Porosidad de retención (%)
T1	0.649 d	50.33 de	8.44 d	41.89 cdefg
T2	0.642 de	48.21 f	8.73 d	39.48 g
T3	0.601 f	49.77 ef	8.80 cd	40.98 defg
T4	0.618 ef	51.95 cd	11.19 abc	40.76 efg
T5	0.569 g	56.44 a	13.33 a	43.11 bcde
T6	0.643 de	53.67 bc	13.54 a	40.13 fg
T7	0.662 d	53.71 bc	13.98 a	39.72 fg
T8	0.653 d	53.40 bc	9.27 bcd	44.13 abc
T9	0.599 f	55.04 ab	13.06 a	41.98 cdef
T10	0.661 d	51.95 cd	8.96 cd	42.99 bcde
T11	0.617 ef	51.69 cde	10.08 bcd	41.61 cdefg
T12	0.747 c	54.99 ab	11.53 ab	43.46 bcd
T13	0.803 b	54.75 ab	9.59 bcd	45.15 ab
T14	0.950 a	50.49 de	4.03 e	46.46 a

T1(S40+EB20+FPA20+CPA10+APC10),T2(S40+EB20+FPA10+CPA20+APC10),T3(S40+EB20+FPA10+CPA10+APC20),T4(S40+EB20+CPA20+APC20),T5(S40+EB20+FPA20+APC20),T6(S40+EB20+FPA20+CPA20),T7(S40+EO20+FPA20+CPA10+APC10),T8(S40+EO20+FPA10+CPA20+APC10),T9(S40+EO20+FPA10+CPA10+APC20),T10(S40+EO20+CPA20+APC20),T11(S40+EO20+FPA20+APC20),T12(S40+E020+FPA20+CPA20),T13(S40+FPA20+CPA20+APC20),T14(S100).

## 7.2 Características químicas de los sustratos

Respecto a las variables químicas, se obtuvieron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos. Las mezclas de estiércol bovino presentaron valores de pH que oscilaron de 5.76

hasta 6.29 y CE promedio de 0.73 dS m<sup>-1</sup>; en tanto, las mezclas con estiércol ovino mostraron valores de pH inferiores de 5.44 a 5.63 y, una CE promedio de 8.3 dS m<sup>-1</sup>, mientras que el testigo tuvo un pH de 5.12 y CE de 0.18 dS m<sup>-1</sup> (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores de pH y conductividad eléctrica (CE) en mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA) y aserrín de madera de palma de coco (APC), combinados con suelo.

Mezclas	pH	CE
	1:2 v/v	1:5 v/v (dS m <sup>-1</sup> )
T1	6.07 b	0.72 ef
T2	6.29 a	0.66 ef
T3	6.25 a	0.75 ef
T4	6.28 a	0.73 ef
T5	5.76 c	0.76 ef
T6	6.02 b	0.79 e
T7	5.44 f	12.89 a
T8	5.46 f	6.94 c
T9	5.63 d	7.34 c
T10	5.55 de	6.28 d
T11	5.57 d	10.06 b
T12	5.55 de	6.29 d
T13	5.48 ef	0.55 ef
T14	5.12 g	0.18 f

T1(S40+EB20+FPA20+CPA10+APC10),T2(S40+EB20+FPA10+CPA20+APC10),T3(S40+EB20+FPA10+CPA10+APC20),T4(S40+EB20+CPA20+APC20),T5(S40+EB20+FPA20+APC20),T6(S40+EB20+FPA20+CPA20),T7(S40+EO20+FPA20+CPA10+APC10),T8(S40+EO20+FPA10+CPA20+APC10),T9(S40+EO20+FPA10+CPA10+APC20),T10(S40+EO20+CPA20+APC20),T11(S40+EO20+FPA20+APC20),T12(S40+E020+FPA20+CPA20),T13(S40+FPA20+CPA20+APC20),T14(S100).

Los datos de pH y CE obtenidos en las mezclas que contenían estiércol bovino fueron similares a los obtenidos por Acevedo-Álcala et al. (2020a), quienes después de realizar la caracterización física, química y microbiológica del estiércol bovino concluyen que es un material apto para ser utilizado como sustrato en la producción agrícola. Por su parte, el estiércol ovino presentó un pH de 5.66 y una CE de 17 dS m<sup>-1</sup>, resultados que difieren a los expuestos por Acevedo-Álcala et al. (2020a); estos resultados podrían deberse a que el estiércol se recolectó directamente de los corrales de producción (Centro de Integración Ovina del Sureste), donde los animales se mantienen sobre una plataforma elevada, lo que ocasiona que las deposiciones sólidas y la orina de los borregos se acumulen unos sobre otros, ocasionando la concentración de éstos a través del tiempo; no obstante, al mezclar el estiércol ovino con los distintos materiales orgánicos, los valores de pH disminuyeron de 5.63 a 5.44 y la CE de 12.89 hasta 6.29 dS m<sup>-1</sup> respectivamente (Cuadro 5). Como resultado, el pH de las mezclas se encuentra dentro del rango adecuado para su uso en el cultivo de plantas (Paarakh et al., 2019; Chaturvedi et al., 2022), en relación a la CE *Catharanthus roseus* L. Don se considera una planta tolerante a la salinidad (Chaturvedi et al., 2022), por lo que la alta CE de las mezclas que contenían estiércol ovino, no ocasionaron la muerte de las plantas, pero afectaron su crecimiento.

### **7.3 Variables de crecimiento de *Catharanthus roseus* L. Don**

Las plantas establecidas en suelo, a los 20 días después de germinación (ddg) alcanzaron la mayor altura (2.87 cm) con diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ); sin embargo, a los 60 días, las plantas del T5 alcanzaron la altura promedio de 18.80 cm, sin diferencias estadísticas respecto a T2, T3 y T4, pero con diferencias significativas a las mezclas que se les incorporó estiércol de ovino (T7 al T12) y al testigo (Cuadro 6). En contraste, las plantas de la mezcla T7, tuvieron un

crecimiento menor con una altura promedio de 11.63 cm. Las diferencias en altura de plantas fueron notables en campo (Figura 1).

Cuadro 6. Altura de las plantas de *Catharanthus roseus* L. Don variedad “Cherry”, cultivadas en mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA) y aserrín de madera de palma de coco (APC), combinados con suelo.

Mezclas	Altura (cm) (ddt)			
	15	30	45	60
T1	2.37 c	4.23 abc	12.47 bcde	15.80 bcdef
T2	2.57 abc	4.13 abc	13.87 abc	17.83 abc
T3	2.43 c	4.40 abc	14.87 ab	18.2 ab
T4	2.53 abc	4.27 abc	14.13 abc	17.43 abcd
T5	2.63 abc	4.63 a	16.40 a	18.80 a
T6	2.80 ab	4.63 a	13.13 bcde	15.97 bcde
T7	2.67 abc	4.07 abc	8.10 f	11.63 g
T8	2.60 abc	4.27 abc	12.43 bcde	15.00 def
T9	2.70 abc	4.07 abc	12.80 bcde	14.43 ef
T10	2.63 abc	4.33 abc	11.67 cde	14.40 ef
T11	2.67 abc	3.87 bc	11.10 e	13.23 fg
T12	2.70 abc	3.73 c	11.37 de	13.63 efg
T13	2.47 bc	4.50 ab	13.43 abc	15.57 cdef
T14	2.87 a	4.33 abc	14.23 abc	15.63 bcdef

T1(S40+EB20+FPA20+CPA10+APC10),T2(S40+EB20+FPA10+CPA20+APC10),T3(S40+EB20+FPA10+CPA10+APC20),T4(S40+EB20+CPA20+APC20),T5(S40+EB20+FPA20+APC20),T6(S40+EB20+FPA20+CPA20),T7(S40+EO20+FPA20+CPA10+APC10),T8(S40+EO20+FPA10+CPA20+APC10),T9(S40+EO20+FPA10+CPA10+APC20),T10(S40+EO20+CPA20+APC20),T11(S40+EO20+FPA20+APC20),T12(S40+EO20+FPA20+CPA20),T13(S40+FPA20+CPA20+APC20),T14(S100).

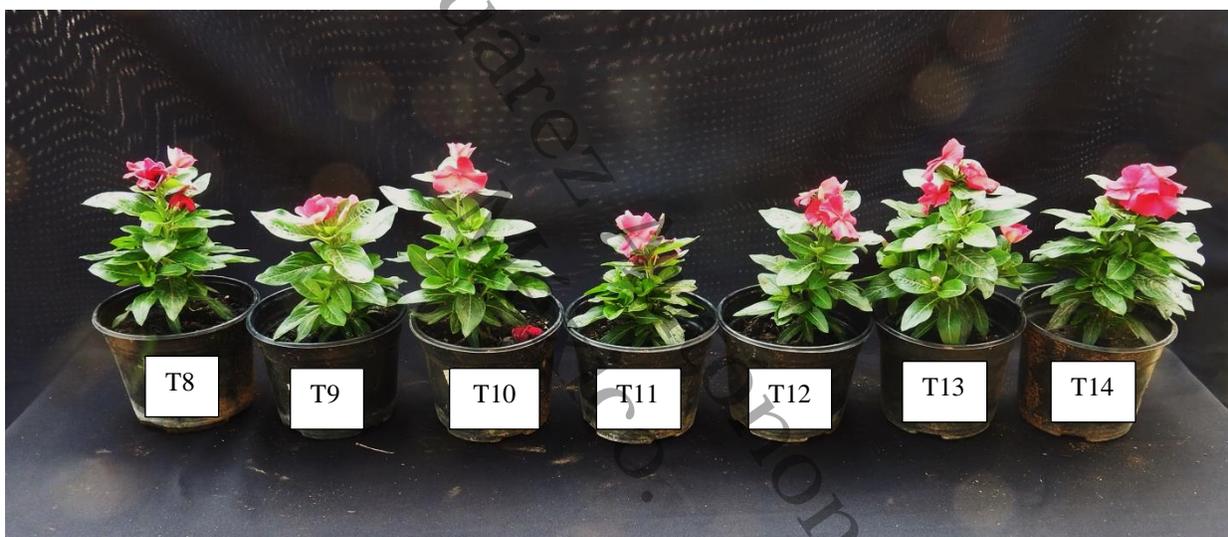


Figura 1. Diferencia en altura de planta de *Catharanthus roseus* L. Don. cultivadas en diferentes mezclas con estiércol de bovino, estiércol de ovino, fibra del fruto de palma de aceite, cascarilla del fruto de palma de aceite, aserrín de madera de palma de coco y suelo.

Respecto al crecimiento de *Catharanthus roseus* L. Don, Alor et al. (2012) declaran que incrementa su altura al ser cultivada en sustratos orgánicos, lo cual coincide con los resultados de esta investigación, donde se observa que las plantas establecidas en mezclas con estiércol bovino alcanzaron mayor altura con respecto al testigo (Cuadro 6). Por su parte, las mezclas de estiércol ovino mostraron menor altura incluso al testigo, probablemente como respuesta a la alta CE de

los sustratos; diversos autores mencionan que la alta salinidad impide el crecimiento de las plantas, por su intervención en los procesos fisiológicos, así como en la fotosíntesis, regulación estomática, ajuste osmótico y adsorción de nutrientes (Willadino y Cámara, 2005; Munns y Tester, 2008; Reyes et al., 2014).

En relación al diámetro de tallo, los tratamientos T2 y T5 mostraron valores de 7.66 mm y 7.76 mm respectivamente a los 60 ddt, ambos superiores a los presentados en las mezclas que contenían estiércol ovino, sin tener diferencias significativas con el testigo (T14). Por el contrario, el T7 obtuvo un diámetro de tallo inferior (5.27 mm), siendo superado incluso por el testigo (Cuadro 7). De acuerdo con García-Albarado et al. (2010), en la evaluación de sustratos en petunias, éstas tuvieron un diámetro superior de tallos, número de flores y biomasa en sustrato con 80 % de composta (estiércol bovino y residuos vegetales), seguida por el tratamiento con 30 % de composta, sin diferencia significativa con respecto al testigo (100 % suelo), resultados similares a los obtenidos en este estudio al utilizar estiércol bovino.

En tanto, para el índice de calidad de Dickson (Cuadro 7) se obtuvieron valores entre 0.46 (T7) y 0.70 (T5); los tratamientos con estiércol bovino no tuvieron diferencia ( $p \leq 0.05$ ) en relación al testigo (T14), mientras que los tratamientos con estiércol ovino (T7 al T12) fueron inferiores significativamente (excepto T10), resultados que coinciden con los obtenidos por Romero-Marcano et al. (2021) en la producción de plántulas de moringa al utilizar mezclas de tierra y estiércol bovino (2:1) y estiércol ovino (2:1), donde el índice de calidad de Dickson fue inferior en la mezcla con estiércol ovino (0.17) con respecto a la mezcla de estiércol bovino (0.28).

Cuadro 7. Diámetro del tallo e índice de calidad de Dickson en plantas de *Catharanthus roseus* L. Don variedad “Cherry” cultivadas en mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA) y aserrín de madera de palma de coco (APC), combinados con suelo.

Mezclas	Diámetro del tallo (mm) (días)			Índice de calidad de Dickson
	30	45	60	
T1	2.13 bc	5.19 abcd	6.81 abcd	0.586 bcdef
T2	2.52 ab	5.83 ab	7.66 a	0.603 abcde
T3	1.76 c	5.92 a	7.32 ab	0.656 abc
T4	2.53 ab	5.75 ab	6.94 abcd	0.643 abcd
T5	2.83 a	5.88 ab	7.76 a	0.703 a
T6	2.37 ab	5.45 abc	6.16 cdef	0.586 bcdef
T7	2.11 bc	4.37 def	5.27 f	0.463 g
T8	2.16 bc	4.01 efg	5.56 ef	0.543 defg
T9	2.34 ab	4.78 cde	6.53 bcde	0.573 cdef
T10	2.17 bc	5.02 bcd	6.01 def	0.586 bcdef
T11	2.38 ab	3.23 g	5.71 ef	0.490 fg
T12	2.09 bc	3.79 fg	5.57 ef	0.496 efg
T13	2.57 ab	4.76 cde	7.15 abc	0.660 abc
T14	2.28 b	5.19 abcd	7.03 abcd	0.690 ab

T1(S40+EB20+FPA20+CPA10+APC10),T2(S40+EB20+FPA10+CPA20+APC10),T3(S40+EB20+FPA10+CPA10+APC20),T4(S40+EB20+CPA20+APC20),T5(S40+EB20+FPA20+APC20),T6(S40+EB20+FPA20+CPA20),T7(S40+EO20+FPA20+CPA10+APC10),T8(S40+EO20+FPA10+CPA20+APC10),T9(S40+EO20+FPA10+CPA10+APC20),T10(S40+EO20+CPA20+APC20),T11(S40+EO20+FPA20+APC20),T12(S40+E020+FPA20+CPA20),T13(S40+FPA20+CPA20+APC20),T14(S100).

Los días a floración oscilaron entre 54 (T5) y 61 (T7) días después de la germinación (Cuadro 8), donde se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) con el retraso de la floración en T7 y en general en las mezclas que contenían estiércol ovino. El mayor número de flores se

contabilizó en la mezcla T5 con 24 flores, seguida de T3 con 16 flores, ambas mezclas con 20 % de aserrín de palma de coco y 20 % de estiércol bovino, incrementando más del 100 % la floración respecto al testigo (Figura 2).

Cuadro 8. Días a floración, número de flores, diámetro de flor, biomasa fresca y seca aérea de *Catharanthus roseus* L. Don variedad “Cherry” cultivada en mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA) y aserrín de madera de palma de coco (APC), combinados con suelo.

Sustratos	Días a floración (ddg)	Número de flores (ddt)	Diámetro de flor (mm)	Biomasa fresca (g)	Biomasa seca (g)
T1	58 abc	7 efg	44.05 ab	24.23 de	3.06 cdf
T2	55 bc	9 de	44.83 ab	27.73 cd	3.30 bcd
T3	56 bc	16 b	44.4 ab	38.6 ab	4.06 abc
T4	56 bc	13 c	45.34 ab	31.83 bcd	4.03 abc
T5	54 c	24 a	47.77 a	42.33 a	5.16 a
T6	56 abc	8 ef	43.1 ab	28.33 cd	3.30 bcd
T7	61 a	3 h	31.84 c	14.36 f	1.63 g
T8	56 bc	8 de	45.83 ab	23.66 de	2.86 df
T9	58 abc	5 gh	43.19 ab	23.96 de	2.73 dfg
T10	58 abc	5 gh	38.14 bc	24.33 de	2.93 cdf
T11	57 abc	5 fgh	45.32 ab	16.53 ef	1.96 fg
T12	59 ab	5 fgh	45.15 ab	17 ef	2.13 fg
T13	55 bc	12 c	45.37 ab	31.8 bcd	3.76 bcd
T14	56 bc	10 cd	40.95 ab	34.9 abc	4.30 ab

T1(S40+EB20+FPA20+CPA10+APC10),T2(S40+EB20+FPA10+CPA20+APC10),T3(S40+EB20+FPA10+CPA10+APC20),T4(S40+EB20+CPA20+APC20),T5(S40+EB20+FPA20+APC20),T6(S40+EB20+FPA20+CPA20),T7(S40+EO20+FPA20+CPA10+APC10),T8(S40+EO20+FPA10+CPA20+APC10),T9(S40+EO20+FPA10+CPA10+APC20),T10(S40+EO20+CPA20+APC20),T11(S40+EO20+FPA20+APC20),T12(S40+E020+FPA20+CPA20),T13(S40+FPA20+CPA20+APC20),T14(S100).



Figura 2. Floración de *Catharanthus roseus* L. Don variedad “Cherry” cultivada en suelo (S) (T14), y mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA) y aserrín de madera de palma de coco (APC), combinados con suelo. T14 (S100), T5 (S40+EB20+FPA20+APC20) y T7 (S40+EO20+FPA20+CPA10+APC10).

Las mezclas que contenían estiércol ovino tuvieron menor número de flores, lo que puede atribuirse a la alta CE, resultados que coinciden con los obtenidos por Jaulis et al. (2018), quienes reportaron la disminución o nula producción de flores en clavelina (*Dianthus chinensis*) y fuchsia (*Fuchsia sp.*) cultivadas en mezclas de estiércol de caballo con aserrín (1:1), y aserrín con composta y tierra (1:1), como efectos negativos de una elevada CE y relación C/N, respectivamente.

A los 60 días, los diámetros de las flores no mostraron diferencias estadísticas significativas con el tratamiento testigo, no obstante, las flores de T5 tuvieron un mayor diámetro; mientras que T7 tuvo el menor diámetro (31.84 mm). Respecto al uso de residuos orgánicos y su influencia en la floración, Acosta Durán y Acosta Peñaloza (2018) reportan

resultados similares en el diámetro de las flores de geranio (*Pelargonium* spp.) el cual se incrementó al ser cultivadas en mezclas de basura verde 50 % + 50 % (fibra de coco y aserrín).

La biomasa fresca aérea de *C. roseus*, fue superior en los tratamientos T5 (42.33 g) y T3 (38.6 g), pero no hubo diferencias estadísticas ( $p \leq 0.05$ ) con el testigo (T14), en tanto T7 presentó menor cantidad de biomasa fresca aérea con 14.36 g, con diferencias significativas respecto a T14 (Cuadro 8); resultados similares fueron reportados por Acosta y Acosta (2018) en geranios (*Pelargonium* spp.), al incrementar la biomasa fresca aérea de plantas cultivadas en basura verde (46 g), en comparación a las producidas en tierra de monte (38.5 g).

Respecto a la biomasa seca aérea los tratamientos T3, T4, T5 no tuvieron diferencias ( $p \leq 0.05$ ) respecto al T14 (4.30 g), no obstante, el T5 fue superior con 5.16 g. En relación con esto, Alor et al. (2012) indican que *Catharanthus roseus* L. incrementa biomasa al cultivarse en sustrato orgánico (composta); por otra parte, Barbaro & Karlanián (2020) reportan mayor biomasa seca área en plantines de petunia (*Petunia grandiflora*) y plantines de Cempasúchil (*Tagetes erecta*) al ser cultivados en mezclas de compost de corteza de pino + turba de Sphagnum (1:1).

En cuanto a los sustratos con estiércol ovino, tuvieron menor biomasa ( $p \leq 0.05$ ), probablemente por el efecto de la alta CE, como lo menciona, Servulo (2019), la alta salinidad induce a la disminución de la biomasa seca total. Por otra parte, los resultados coinciden con los de Acevedo-Alcalá et al. (2020b), donde el sustrato con estiércol bovino al 20 % produjo mayor biomasa seca, con valores semejantes al testigo (turba), mientras que el sustrato con estiércol ovino al 20 % tuvo menor producción de biomasa en plántulas de chile poblano (*Capsicum annuum* L.).

La incorporación de estiércol bovino (20 %) y aserrín de palma de coco (20 %) en las mezclas T3, T4 y T5 generaron una respuesta positiva en el crecimiento de las raíces de vicaria, reflejándose en una mayor biomasa fresca y seca, longitud y volumen de raíces, sin diferencias significativas respecto al testigo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Crecimiento y desarrollo de raíces de *Catharanthus roseus* L. Don variedad “Cherry” cultivada en mezclas de estiércol de bovino (EB), estiércol de ovino (EO), fibra del fruto de palma de aceite (FPA), cascarilla del fruto de palma de aceite (CPA) y aserrín de madera de palma de coco (ACP), combinados con suelo.

Sustratos	Biomasa fresca	Biomasa seca	Largo de raíz	Volumen
	(g)	(g)	(mm)	(ml)
T1	6.43 def	0.36 cde	18.83 abc	4.5 bcd
T2	6.96 bcde	0.46 bcd	17.73 bcd	6.16 abcd
T3	9.43 a	0.70 a	21.36 a	7.33 ab
T4	8.93 abc	0.70 a	20.43 ab	7.66 a
T5	8.83 abc	0.63 ab	21.33 a	7.83 a
T6	7.70 abcd	0.43cde	16.50 cd	5.83 abcd
T7	4.36 f	0.30 de	15.93 cd	4.16 cd
T8	6.00 def	0.33 de	20.1 ab	5.16 abcd
T9	6.83 cde	0.30 de	15.76 cd	5.33 abcd
T10	6.83 cde	0.43 cde	18.08 abcd	5.33 abcd
T11	4.90 ef	0.26 e	16.06 cd	3.16 d
T12	4.76 ef	0.30 de	14.73 d	4.83 abcd
T13	8.03 abcd	0.53 abc	19.06 abc	7.16 abc
T14	9.30 ab	0.66 a	20.53 ab	7.50 ab

T1(S40+EB20+FPA20+CPA10+APC10),T2(S40+EB20+FPA10+CPA20+APC10),T3(S40+EB20+FPA10+CPA10+APC20),T4(S40+EB20+CPA20+APC20),T5(S40+EB20+FPA20+APC20),T6(S40+EB20+FPA20+CPA20),T7(S40+EO20+FPA20+CPA10+APC10),T8(S40+EO20+FPA10+CPA20+APC10),T9(S40+EO20+FPA10+CPA10+APC20),T10(S40+EO20+CPA20+APC20),T11(S40+EO20+FPA20+APC20),T12(S40+E020+FPA20+CPA20),T13(S40+FPA20+CPA20+APC20),T14(S100).

El crecimiento de raíces tuvo la misma tendencia que el crecimiento vegetativo aéreo; las mezclas con estiércol bovino fueron estadísticamente iguales a las mezclas con estiércol ovino (Figura 3).



Figura 3. Crecimiento y desarrollo de raíces de *Catharanthus roseus* L. Don, en mezclas con 40 % suelo, estiércol bovino (T1-T6) y estiércol ovino (T7-T12), respecto al testigo (T14), T5 (S40+EB20+FPA20+APC20), T7 (S40+EO20+FPA20+CPA10+APC10) y T14 (S100).

En relación al crecimiento de las raíces, Acosta y Acosta (2018) indican que el peso seco, la longitud y el volumen de la raíz en geranio (*Pelargonium spp.*) se incrementaron al ser cultivados en las mezclas con tierra de monte 75 % + fibra de coco y aserrín (25 %). El T7 presentó valores inferiores ( $p \leq 0.05$ ) en la biomasa fresca, biomasa seca, tamaño y volumen de raíces, probablemente debido a la alta CE del sustrato porque las propiedades físicas y químicas de los sustratos intervienen en el crecimiento y desarrollo de las raíces y la producción de plantas de calidad (Pêgo et al., 2019); además, un elevado contenido de sales solubles en el sustrato,

interfiere en la formación del sistema radicular (Mathers et al., 2007; Barbaro & Karlanián, 2020).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

## VIII. CONCLUSIONES

La mezcla de residuos agropecuarios del tratamiento T5 (Suelo 40 % - EB 20 % - FPA 20 % - APC 20 %) posee los valores de densidad aparente, porosidad de aireación, porosidad de retención, pH y CE, ideales para la producción de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don en contenedor, reflejándose en la obtención de plantas con altura y número de flores superior a las cultivadas en suelo 100 % (T14); las plantas cultivadas en T5 redujeron los días a floración, presentaron una altura de planta, una producción de biomasa fresca y seca y un volumen de las raíces sin mostrar diferencias estadísticas respecto al testigo; además, incrementó en más del 100 % la producción de flores respecto al testigo. Por lo tanto, es un sustrato que posee las características físicas y químicas adecuadas para el cultivo de plantas que puede sustituir el uso de solo suelo en la producción de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don en contenedor. De esta manera se puede disminuir el impacto a las zonas naturales de donde se extrae el suelo y se aprovechan residuos agropecuarios disponibles localmente, de bajo o nulo costo y se reincorporan a los sistemas productivos, evitando problemas de contaminación visual y ecológica, generando una economía circular en pro del desarrollo sostenible.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad M., Noguera, P., Carrión, C. (2004). Los sustratos en los cultivos sin suelo. Capítulo 4. Tratado de cultivo sin suelo. Ed. Mundi prensa. España. 113-158.
- Acevedo-Alcalá P., Taboada-Gaytán, O. R., Cruz-Hernández, J. (2020a). Caracterización de fertilizantes orgánicos y estiércoles para uso como componentes de sustrato. Acta Agronómica, 69(3), 234-240.
- Acevedo-Alcalá, P., Cruz-Hernández, J., & Taboada-Gaytán, O. R. (2020b). Abonos orgánicos comerciales, estiércoles locales y fertilización química en la producción de plántula de chile poblano. Revista Fitotecnia Mexicana, 43(1), 35-44.
- Acharjee S., Kumar, R., Kumar, N. (2022). Role of plant biotechnology in enhancement of alkaloid production from cell culture system of *Catharanthus roseus*: A medicinal plant with potent anti-tumor properties. Industrial Crops and Products, 176, 114298.
- Acosta D. C. M. (2012). Selección de sustratos para Horticultura. 1ra. Edición. Redes Editores, México. 108 p.
- Acosta D. C. M., & Acosta P. D. (2018). Sustratos de basura verde para cultivo de geranio (*Pelargonium spp.*) en contenedor. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 9(5), 899-910.
- Acosta D. L., Rodríguez F. C. (2002). Instructivo técnico para el cultivo de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. Vicaria. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 7(2) Recuperado en 01 de mayo de 2023, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962002000200008&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962002000200008&lng=es&tlng=es).
- Acosta L. (1995). Proporciónese salud. Cultive plantas medicinales. La Habana: Editorial Científico-Técnica, 227.
- Acosta-Durán C. M., Gallardo, C. S., Kämpf, A. N., Bezerra, F. C. (2008). Materiales regionales utilizados en Latinoamérica para la preparación de sustratos. Investigación Agropecuaria, 5(2), 93-106.
- Agostini M. D. L. Á., Monterubbianesi, M. G., Studdert, G. A., Maurette, S. (2014). Un método simple y práctico para la determinación de densidad aparente. Ciencia del suelo, 32(2), 171-176.
- Aguilera R. M. A., Aldrete, A., Téllez, L. I. T., Chaparro, V. M. O. (2021). Sustratos con aserrín de coníferas y latifoliadas para producir planta de *Pinus patula* schiede ex schldl. Et cham. Agrociencia, 55(8), 719-732.
- Alonso F., Miralles De Imperial, R., Martin, J. V., Rodríguez, C., Delgado, M. D. M. (2012). Response of chrysanthemum plant to addition of broiler manure as a substitute for commercial substrate. Revista internacional de contaminación ambiental, 28(3), 259-263.
- Alor C., M., Gómez A. R., Huerta L. E., Pat F. J., González C. M., De la Cruz G. C. (2012). Nutrición y crecimiento en fase de vivero de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don, *Momordica charantia* L. y *Azadirachta indica* A. Juss, en el Municipio Centro, Tabasco-México. Bol. latinoam. Caribe plantas med. Aromát, 63-171.

- Altieri R., Esposito A., Baruzzi G. (2010) Use of olive mill waste mix as peat surrogate in substrate for strawberry soilless cultivation. *International Biodeterioration & Biodegradation* 64(7): 670-675.
- Anicua S., M. C. Gutiérrez C., P. Sánchez G., C. Ortiz S., V. H. Volke H., y J. E. Rubiños P. (2009) Tamaño de partícula y relación micromorfológica en propiedades físicas de perlita y zeolita. *Agric. Téc. Méx.* 35: 147-156.
- Ansonera M. 1994. Sustratos propiedades y caracterización. Ed. Mundi-Prensa, España. 172 p.
- Barbaro L. A., & Karlanian, M. A. (2020). Efecto de las propiedades físicas del sustrato sobre el desarrollo de plantines florales en maceta. *Ciencia del suelo*, 38(1), 01-11.
- Barbaro L., Karlanian M., Rizzo P., Riera N. (2019). Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(2): 126-136.
- Bermúdez C. E., Pérez R. Y., Pérez A. R. (2018). Reutilización de la Palma de Coco (*Cocos nucifera* L.) con fines madereros. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(3), 121-128.
- Bernal M. P., Roig A... (2002). Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. *Bioresource Technology* 83(2): 81-87.
- Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (2009). Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. Recuperado en 01 de mayo de 2023, de <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=vicaria>
- Blok C., Urrestarazu, M. (2010). El uso de los sustratos en Europa es cada vez mayor. *Hortic. Glob*, 289, 50-51.
- Burés S. (1993). Congreso internacional de sustratos. *Horticultura*, 86, 30-39.
- Castro-Garibay S. L., Aldrete A., López-Upton J., Ordaz-Chaparro V. M. (2018). Efecto del envase, sustrato y fertilización en el crecimiento de *Pinus greggii* var. *australis* en vivero. *Agrociencia*, 52 (1), 115-127.
- Chaturvedi V., Goyal, S., Mukim, M., Meghani, M., Patwekar, F., Patwekar, M., Sharma, G. N. (2022). A Comprehensive Review on *Catharanthus roseus* L. (G.) Don: Clinical Pharmacology, Ethnopharmacology and Phytochemistry. *Journal of Pharmacological Research and Developments* (4),17-36.
- Chen Q., Lu, X., Guo, X., Pan, Y., Yu, B., Tang, Z., Guo, Q. (2018). Differential responses to Cd stress induced by exogenous application of Cu, Zn or Ca in the medicinal plant *Catharanthus roseus*. *Ecotoxicology and environmental safety*, 157, 266-275.
- Cruz-Crespo E., Can CH, A., Sandoval V. M., Bugarin M. R., Robles B. A., Juárez L. P. (2013). Sustratos en la horticultura. *CONACYT*, 17-26.
- Cruz-Crespo E., Sandoval V. M., Volke H. V., Ordaz CH. V., Tirado T. J. L., Sánchez E. J. (2010). Generación de mezclas de sustratos mediante un programa de optimización utilizando variables físicas y químicas. *Terra Latinoamericana*, 28(3), 219-229.
- Das A., Sarkar, S., Bhattacharyya, S., Gantait, S. (2020). Biotechnological advancements in *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. *Applied microbiology and biotechnology*, 104(11), 4811-4835.

- Delgado A. M. D. M., Miralles de Imperial H. R., Masaguer R. A., Martín S. J. V. (2016). Estudio de turbas y residuos avícolas procedentes de pollo de engorde como componente de sustratos de cultivo. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 32(4), 455-462.
- FEADER (Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural) (2018) Estiércoles. Caracterización, analítica e implicaciones sobre su aprovechamiento fertilizante. *Informaciones Técnicas No 268*. Gobierno de Aragón. España. 40 p.
- Gallardo C.; Valenzuela, O.; Mancuso, W. y M. del C. Gallardo. (2004). Usos y manejo de sustratos en viveros de plantas ornamentales del departamento Concordia, provincia de Entre Ríos. En: II Congreso Nacional de Floricultura y Plantas Ornamentales, VI Jornadas Nacionales de Floricultura y I Encuentro Latinoamericano de Floricultura. 1ª ed. Buenos Aires: INTA. Pag.: 206 – 208.
- García M. C., León C., Delgado M., Miralles de Imperial R., Martín J. V. (2007). Caracterización, manejo y diferencias entre los residuos procedentes de granjas ponedoras y pollos broiler en explotaciones de Castilla y León. *Tecnogranadería* 5, 16-18.
- García-Albarado J. C, Trejo-Téllez L. I., Velásquez-Hernández M. A., Ruiz-Bello A., & Gómez-Merino F. C. (2010). Crecimiento de petunia en respuesta a diferentes proporciones de composta en sustrato. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 16 (2), 107-113.
- García-Gómez A, Bernal M, P., Roig A. (2002) Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. *Biores. Technol.* 83(2): 81-87
- Gayosso R. S., Castorena, M. D. C. G., Botello, M. A. E., Hernández, R. S. (2021). Características micromorfológicas de sustratos orgánicos y su relación con retención de agua y crecimiento radical. *Agrociencia*, 55(3), 195-208.
- Gayosso-Rodríguez S., Borges-Gómez, L., Villanueva-Couoh, E., Estrada-Botello, M. A., Garruña-Hernández, R. (2016). Sustratos para producción de flores. *Agrociencia*, 50(5), 617-631.
- Gayosso-Rodríguez S., Villanueva-Couoh E., Estrada-Botello M. A., Garruña R. (2018). Caracterización físico-química de mezclas de residuos orgánicos utilizados como sustratos agrícolas. *Bioagro*, 30(3), 179-190.
- Gobierno del Estado de Tabasco (2019). Arranca reactivación productiva de la palma de coco en Tabasco. Recuperado en 01 de mayo de 2023, de <https://tabasco.gob.mx/noticias/arranca-reactivacion-productiva-de-la-palma-de-coco-en-tabasco>
- Google earth. (2023). Consultado en: [https://earth.google.com/earth/d/1WDoEdu54kMYCHg2K\\_doBHizcxfxczcNA?usp=sharing](https://earth.google.com/earth/d/1WDoEdu54kMYCHg2K_doBHizcxfxczcNA?usp=sharing). (Consultado el 22 de enero del 2023)
- Gruda N. S. (2019). Increasing sustainability of growing media constituents and stand-alone substrates in soilless culture systems. *Agronomy*, 9(6), 298.
- Hernández-Rojas D. A., López-Barrera, F., Bonilla-Moheno, M. (2018). Análisis preliminar de la dinámica de uso del suelo asociada al cultivo palma de aceite (*Elaeis guineensis*) en México. *Agrociencia*, 52(6), 875-893.

- Huerta-Muñoz E., Cruz-Hernández J. (2018). Valoración de abonos orgánicos en el crecimiento de plantas de geranio y belén. *Acta agrícola y pecuaria*, 4(2), 44-53.
- Jaulis C. J., Pacheco A. A., Martínez V. A., Moreno Ll. S. (2018). Insumos orgánicos en la preparación de sustratos para el crecimiento de *Dianthus chinensis* y *Fuchsia* sp. *Anuales Científica* 79(2): 360-367.
- Jayasinghe G. Y., Arachchi, I. L., Tokashiki, Y. (2010). Evaluation of containerized substrates developed from cattle manure compost and synthetic aggregates for ornamental plant production as a peat alternative. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(12), 1412-1418.
- Landis T. D. (1990). Containers: Types and Functions. En T. D. Landis, R. W. Tinus, S. E. McDonald J. P. Barnett (Eds.). *The Container Tree Nursery Manual*. 2. Agric. Handbook. Washington, DC: USDA, Forest Service. 1-40 p.
- López-Baltazar J., Méndez-Matías, A., Pliego-Marín, L., Aragón-Robles, E., & Robles-Martínez, M. L. (2013). Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de chile'onza' (*Capsicum annuum*) en invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(SPE6), 1139-1150.
- López-Rodríguez G., Pérez-Esteban J., Ruiz-Fernández J., Masaguer A. (2017). Caracterización física e hidrofísica de sustratos orgánicos sostenibles para sistemas de naturación en espacios urbanos. *Revista Ingeniería Agrícola*, 7(1): 33-40.
- Mahood H., E. (2021). Estimation of essential elements and mineral in *Catharanthus roseus* and its biological importance as a medicinal plant. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 22(25),1-7.
- Majee S., Halder, G., & Mandal, T. (2019). Formulating nitrogen-phosphorous-potassium enriched organic manure from solid waste: A novel approach of waste valorization. *Process Safety and Environmental Protection*, 132, 160-168
- Márquez-Molina (2020). Desarrollo de sustrato a base de cascarilla de café para producción de plántula de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.). Tesis de grado. Universidad Autónoma del Estado de México. 91 p.
- Mathers HM; SB Lowe; C Scagel; DK Struve & LT Case. (2007). Abiotic factors influencing root growth of woody nursery plants in containers. *HortTechnology* 17(2): 151-162.
- Meneses-Fernández C., Quesada-Roldán, G. (2018). Crecimiento y rendimiento del pepino holandés en ambiente protegido y con sustratos orgánicos alternativos. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 235-250.
- Mishra M. R. M., Srivastava, R. K., Akhtar, N. (2019). Effect of nitrogen, phosphorus and medium pH to enhance alkaloid production from *Catharanthus roseus* cell suspension culture. *International Journal of Secondary Metabolite*, 6(2), 137-153.
- Mishra, J. N., & Verma, N. K. (2017). A brief study on *Catharanthus roseus*: A review. *Intern J Res Pharmacy Pharmaceut Sci*, 2(2), 20-23.
- Monsalve C. O. I., Toro M. C. H., Díaz J. S. G. (2021). Caracterización de materiales con uso potencial como sustratos en sistemas de cultivo sin suelo. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(1): 1-23.

- Morales-Maldonado E. R., & Casanova-Lugo, F. (2015). Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partícula y proporción. *Agronomía Mesoamericana*, 365-372.
- Munns R. and M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Ann. Rev. Plant Biol.* 59: 651-81.
- Nejat N., Valdiani, A., Cahill, D., Tan, Y., Maziah, M., Abiri, R. (2015). Ornamental exterior versus therapeutic interior of Madagascar periwinkle (*Catharanthus roseus*): the two faces of a versatile herb. *The Scientific World Journal*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/982412>
- Paarakh M. P., Swathi, S., Taj, T., Tejashwini, V., Tejashwini, B. (2019). *Catharanthus Roseus* Linn-a review. *Acta Scientific Pharmaceutical Sciences*, 3(10), 19-24.
- Pêgo R. G., Antunes, L. F. D. S., & Silva, A. R. C. (2020). Vigor of zinnia seedlings produced in alternative substrate in trays with different cell size. *Ornamental horticulture*, 25, 417-424.
- Pérez A., I. Almonte, E. Avilés Q., Martínez P. C., López G., Núñez P. (2010). Caracterización de sustratos utilizados en la producción de vegetales en invernaderos. In: Proceedings of the Caribbean Food Crops Society, 46th Annual Meeting. Lugo, W. I. y Colón W. (ed.). Boca Chica, Dominican Republic 46: 67-72.
- Programa de concurrencia con las entidades federativas (2015). SAGARPA. Compendio de indicadores 2014. Recuperado en 01 de mayo de 2023, de: <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2020/03/20/1953/20032020-tab-2014-pcef-comp.pdf>
- Quintero M. F., Guzmán J., Valenzuela J. (2012) Evaluación de sustratos alternativos para el cultivo de miniclavel (*Dianthus caryophyllus* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 6(1), 76-87
- Quintero M.F., C.A. González y J.M. Guzmán. (2011). Sustratos para cultivos hortícolas y flores de corte. pp. 79-108. En: Flórez R., V.J. (ed.). *Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo*. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
- Rajashekara S., Baro, U. (2022). Natural Bioactive Products from an Ornamental-Medicinal Flower (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) forms Promising Therapeutics: A Critical Review of Natural Product-Based Drug Development. *Journal of Ornamental Plants*, 12(3), 167-190
- Reyes P. J. J., Murillo Amador, B., Nieto Garibay, A., Troyo Diéguez, E., Reynaldo Escobar, I. M., Rueda Puente, E. O., & Cuervo Andrade, J. L. (2014). Crecimiento y desarrollo de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en condiciones de salinidad. *Terra latinoamericana*, 32(1), 35-45.
- Reyes R. J., Pimienta D. D. T. D. D. J., Rodríguez M. J. A., Fuentes P. M. A., Palomeque F. E. (2018). Calidad de planta de *Gmelina arborea* Roxb. producida con diferentes mezclas de sustratos en vivero. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(47), 111-130.
- Romero-Marcano G., Silva-Acuña, R., & Maza, I. J. (2021). Calidad morfológica en plántulas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) producidas en sustratos compuestos de suelo y estiércol animal. *CIENCIA UNEMI*, 14(35), 54-72.

- Sáez J. N. P. (1999). Utilización de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana*, 17(3), 231-235.
- Salto C. S., Harrand, L., Javier Oberschelp, G. P., & Ewens, M. (2016). Crecimiento de plantines de *Prosopis alba* en diferentes sustratos, contenedores y condiciones de vivero. *Bosque (Valdivia)*, 37(3), 527-537.
- Sánchez G. E., Rodríguez G. H., Carballo G. C., Milanés F. M. (2005). Influencia de los abonos orgánicos y biofertilizantes en la calidad de las especies medicinales *Calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 10(1), 1-6.
- Sánchez-Cardozo J., Díaz-Barrera L. E. (2019). Evaluación de sustratos elaborados a partir de residuos celulósicos para la propagación de flores ornamentales y hortalizas. *Bioagro*, 31(1), 45-54.
- Schafer G., Lerner, B. L. (2022). Características físicas y químicas y análisis del sustrato vegetal. *Horticultura ornamental*, 28, 181-192.
- Schiappacasse F., Carrasco G., Espinoza M. C., Moons W. (2022). Uso de aserrín y corteza de *Pinus radiata* como sustratos para crisantemos belgas cultivados para producción de verano. *Idesia*, 40(3), 127-133.
- Servulo B. F. M. (2019). Produção de mudas de três espécies ornamentais sob irrigação com águas salinas. Mestre em Engenharia Agrícola. Universidade Federal Do Ceará. Fortaleza 67 p.
- Silva M. C., Freitas, M. S. M., Vieira, I. J. C., Martins, M. A., Carvalho, A. J. C. D., Santos, P. C. D., Lima, T. C. (2018). Ajuste de la producción de *Catharanthus roseus* (L) G. Don inoculado con micorrizas arbusculares y fertilizado con nitrógeno. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 42.
- Steinger Cortés, J., Etchevers Barra, J. D., Hidalgo Moreno, C. M., Navarro Garza, H. (2017). Estado nutricional del agroecosistema rosa (*Rosa* spp.) en la ladera este del Iztaccíhuatl. *Terra Latinoamericana*, 35(3), 237-246.
- Terán I. G. (2016). Sostenibilidad del sector agroindustrial de Ecuador mediante el compostaje de sus residuos y el uso agrícola de los materiales obtenidos (Doctoral dissertation, Universidad Miguel Hernández). <https://hdl.handle.net/11000/5322>
- Trinidad-Santos, A. (2016). Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agro productividad*, 9(8).
- Valenzuela O., Gallardo C., Carponi M., Aranguren M., Tabares H., Barrera M. (2014). Manejo de las propiedades físicas en sustratos regionales para el cultivo de plantas en contenedores. *Ciencia, Docencia y Tecnología Suplemento*, 4(4), 1-19.
- Villanueva-Couoh E., Alcántar-González, G., Sánchez-García, P., Soria-Fregoso, M., Larque-Saavedra, A. (2010). Nutrición mineral con nitrógeno, fósforo y potasio para la producción de *Chrysanthemum morifolium* Ramat. con sustratos regionales en Yucatán, México. *Terra Latinoamericana*, 28(1), 43-52.
- Villaseñor R., J., F. J. Espinosa G. (1998). Catálogo de malezas de México (No. 632.50972 V5C3).

- Willadino L. & T. Cámara. (2005). Aspectos fisiológicos do estresse salino em plantas. pp. 127-137. R. Custodio, E. Araújo, L. Gómez, and U. cavalcante (eds.). Estresses ambientais: Danos e benefícios em plantas. MXM. Gráfica e editora. Recife, Pernambuco, Brasil.
- Yait, H. T., y Sobri, T. M. (2022). Tecnologías de residuos cero para el desarrollo sostenible en las plantas de beneficio de aceite de palma. Palmas, 43(3), 40–55.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

# Residuos agropecuarios como sustrato para la producción de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don

INFORME DE ORIGINALIDAD

# 12%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://www.aida-itea.org">www.aida-itea.org</a> Internet	809 palabras — 8%
2	<a href="http://ri.ujat.mx">ri.ujat.mx</a> Internet	71 palabras — 1%
3	<a href="http://www.scielo.org.mx">www.scielo.org.mx</a> Internet	66 palabras — 1%
4	<a href="http://archivos.ujat.mx">archivos.ujat.mx</a> Internet	42 palabras — < 1%
5	<a href="http://colposdigital.colpos.mx:8080">colposdigital.colpos.mx:8080</a> Internet	40 palabras — < 1%
6	<a href="http://www.scielo.org.co">www.scielo.org.co</a> Internet	30 palabras — < 1%
7	<a href="http://www.ucla.edu.ve">www.ucla.edu.ve</a> Internet	28 palabras — < 1%
8	<a href="http://repositorio.uaaan.mx">repositorio.uaaan.mx</a> Internet	27 palabras — < 1%
9	<a href="http://repositorio.unach.edu.pe">repositorio.unach.edu.pe</a> Internet	26 palabras — < 1%

10	<a href="http://real-j.mtak.hu">real-j.mtak.hu</a> Internet	25 palabras — < 1%
11	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Internet	25 palabras — < 1%
12	<a href="http://www.openaccesspub.org">www.openaccesspub.org</a> Internet	24 palabras — < 1%
13	<a href="http://link.springer.com">link.springer.com</a> Internet	23 palabras — < 1%
14	<a href="http://revistas.uclave.org">revistas.uclave.org</a> Internet	21 palabras — < 1%
15	<a href="http://cienciasforestales.inifap.gob.mx">cienciasforestales.inifap.gob.mx</a> Internet	20 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS

< 20 PALABRAS

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.