



**TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Efecto de diferentes sustratos sobre la germinación y enraizamiento del
Adenium obesum (Forssk.) Room & Chult, a nivel de vivero en el municipio
de Cruces**

Autor: Pedro García González

Tutor: MCs. Omar Aloma Moreno

Consultante: Ing. Paula Asteria Carvajal Oviedo

Curso: 2023

“Año 65 de la Revolución”

AVAL

Cruces, 5 de noviembre del 2023

"Año 65 de la Revolución"

Yo, Ismarai Carrasco Aguila, presidente de la Cooperativa de Créditos y Servicios Ramón Balboa Monzón y Niurka María Pérez Acosta quien funge como la económica principal damos fe que la línea de investigación titulada Efecto de cuatro sustratos sobre la germinación y enraizamiento del *Adenium obesum* (Forssk.) Room & Chult, a nivel de vivero en el municipio de Cruces, se desarrolló en la finca "La Caoba" por el estudiante y productor del área antes mencionada Pedro García González para la opción al título de Ingeniero Agrónomo se efectuó en el periodo comprendido del 1 de julio al 5 de septiembre, en la variedad de Adenium multipétala.

Mediante la presente certificamos que los resultados de la utilización de las alternativas para la elaboración de sustratos con desechos orgánicos procedentes de actividades productivas del municipio resultaron factibles al obtener ganancias en todas las variantes siendo el más destacado el Tratamiento 4 con valores de \$ 3151.05 evidenciándose la factibilidad de las alternativas orgánicas empleadas.

Y para que así conste firman la presente:



Presidente de la

CCS Ramón Balboa Monzón



Económica

CCS Ramón Balboa Monzón



Aval

Delegación Municipal de la Agricultura Cruces 5 de noviembre del 2023

"Año 65 de la Revolución"

Mediante la presente se certifica que el Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo titulado: Efecto de cuatro sustratos sobre la germinación y enraizamiento del *Adenium obesum* (Forssk.) Room & Chult, a nivel de vivero en el municipio de Cruces, del estudiante y productor Pedro García González, efectuado en el periodo del 1 de julio al 5 de septiembre en la finca "La Caoba", asociada a la Cooperativa de Créditos y Servicios Ramón Balboa Monzón, es apreciada de positiva la propuesta del empleo de materiales de desecho de los procesos productivos de las industria y agricultura para la confección de sustratos de la siembra de plantas ornamentales, surtidos de producciones de mucha agrado y demanda por los consumidores del territorio. La investigación aporta soluciones que pueden ser empleados en otros cultivos que requieren de un proceso de vivero para su reproducción, contribuyendo al desarrollo productivo del municipio.

Sin más firman



Delegado de la Agricultura, Cruces



Subdelegado de la Agricultura, Cruces

RESUMEN

En la Finca “La Caoba” del productor Pedro García Gonzalez en el municipio de Cruces, se evaluó el efecto de cuatro sustratos sobre la germinación y enraizamiento del *Adenium obesum* (Forssk.) Room & Chult a nivel de vivero, bajo condiciones de casa de cultivo en el periodo del 1 de julio al 5 de septiembre de 2023. Se utilizaron bandejas plásticas de 150 cavidades. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se evaluó el porcentaje, índice y la velocidad de la germinación, a los 60 días postsiembra se extrajeron las plántulas se analizó el desarrollo de las variables morfoagronómicas el enraizamiento; altura de la planta, el número y longitud de las raíces. Los sustratos que permitieron el mejor desarrollo de las plantas en los cultivos Al estudiar la cinética de germinación en el cultivo *Adenium obesum*, tratamiento 4 resultó ser el más efectivo en un menor tiempo y cantidad de plantas germinadas. Sin embargo, tratamiento 3 también logró resultados satisfactorios, aunque se identificó una dispersión mayor en el tiempo. En cuanto a la altura de planta, longitud y cantidad de raíces, tratamiento 4 también coincide en ser más efectivo. Al calcular los costos de producción de los tratamientos es rentable al utilizar formulaciones de materiales orgánicos, donde existe relación costo beneficio y un impacto contable en el tratamiento 4, demostrando también ser representativo y efectivo a los demás tratamientos con una utilidad económica en \$ 2652.10 cup.

Palabras clave: abonos orgánicos, raíces, costo.

ABSTRACT

At the “La Caoba” farm of producer Pedro García Gonzalez in the municipality of Cruces, the effect of four substrates on the germination and rooting of *Adenium obesum* (Forssk.) Room & Chult was evaluated at the nursery level, under house conditions. cultivation in the period from July 1 to September 5, 2023. Plastic trays with 150 cavities were used. The experimental design used was completely randomized, four treatments and three repetitions. The percentage, index and speed of germination were evaluated. At 60 days post-sowing, the seedlings were extracted and the development of the morphoagronomic variables, rooting, was analyzed; height of the plant, the number and length of the roots. The substrates that allowed the best development of the plants in the crops When studying the germination kinetics in the *Adenium obesum* crop, treatment 4 turned out to be the most effective in the shortest time and number of germinated plants. However, treatment 3 also achieved satisfactory results, although a greater dispersion over time was identified. Regarding plant height, length and number of roots, treatment 4 also agrees to be more effective. When calculating the production costs of the treatments, it is profitable when using formulations of organic materials, where there is a cost-benefit relationship and an accounting impact in treatment 4, also proving to be representative and effective for the other treatments with an economic profit of \$ 2652.10 cup.

Keywords: organic fertilizers, roots, cost

PENSAMIENTO

“¡Hay que lograr un salto de calidad en la agricultura, para que la agricultura no sea un sector de la producción que no aporte a la economía, que incluso le esté costando a la economía, y se convierta la agricultura en un sector de la economía nacional que aporte al país!”

Fidel Castro Ruz

AGRADECIMIENTOS

"Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios mi padre. A todas las personas que han contribuido de alguna manera a la realización de esta tesis. En primer lugar, a mi tutor por su orientación experta, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de este proceso. Su guía y dedicación fueron fundamentales en el desarrollo de este trabajo.

Agradezco a mi familia por su amor, comprensión y constante estímulo. Su apoyo inquebrantable ha sido mi mayor fuente de inspiración.

A mis amigos y compañeros de clase, gracias por las conversaciones enriquecedoras, el compañerismo y la motivación compartida.

También quiero agradecer al Centro Universitario Municipal de Santa Isabel de las Lajas, sede de la Universidad de Cienfuegos, a los profesores y al personal administrativo por brindarme los recursos y las oportunidades para llevar a cabo este proyecto.

Finalmente, mi más sincero agradecimiento a todas las personas que colaboraron y apoyaron en la realización de este trabajo de grado. Su contribución ha sido fundamental en mi camino académico y personal.

¡Gracias a todos por ser parte de este importante logro!"

DEDICATORIA

A Dios primeramente, q es el creador de todas las cosas. A mi esposa e hijo, por su amor incondicional, su constante apoyo y por ser mi fuente de inspiración.

A mi familia, por su comprensión, aliento y por ser mi refugio en momentos de desafíos.

A mi tutor y profesores, por su guía experta, su paciencia y dedicación a lo largo de este camino académico.

A mis amigos y compañeros, por los momentos compartidos, el compañerismo y el estímulo mutuo que ha enriquecido esta etapa de mi vida.

A todas las personas que, de una forma u otra, han contribuido a mi formación y crecimiento, les agradezco por su valioso aporte.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema científico	5
Hipótesis	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
1.1. Generalidades del cultivo <i>Adenium obesum</i> (Forssk.) Room & Chult.....	6
1.1.1. Origen y distribución.....	6
1.2. Ubicación taxonómica.....	6
1.3. Características morfológicas.....	7
1.3.1. Raíces	7
1.3.2. Tallo	7
1.3.3. Ramas.....	8
1.3.4. Hojas	8
1.3.5. Flores	8
1.3.6. Frutos	8
1.3.7. Semillas.....	8
1.4. Requerimientos climáticos del <i>Adenium obesum</i> (Forssk) Roon & Chult	9
1.4.1. Clima.....	9
1.4.2. Temperatura y luminosidad	9
1.5. Requerimientos edáficos del <i>Adenium obesum</i> (Forssk) Roon & Chult.....	9
1.6. Formas de reproducir los <i>Adenium obesum</i> (Forssk) Roon & Chult.....	9
1.7. Importancia de la reproducción sexual en los <i>Adenium obesum</i> (Forssk) Roon & Chult	10
1.8. Generalidades de los sustratos	11
1.8.1 Función y composición de los sustratos.....	12
1.9. Germinación	16
1.9.1. Métodos de control en la germinación.....	16
1.10. Estudios realizados sobre empleos de sustratos.....	17
CAPÍTULO II. MATERIAL Y MÉTODOS	18
2.1. Período y localización de la investigación.....	18

2.1.1. Diseño experimental.....	18
2.2. Determinación de la germinación de semilla botánica <i>Adeniumobesum</i> con relación a los sustratos propuestos	21
2.3. Evaluación del enraizamiento de las plántulas del <i>Adenium obesum</i> con relación a los sustratos propuestos	22
2.4. Cálculo de los costos de producción de los sustratos propuestos	22
CAPITULO III. RESULTADO Y DISCUSIÓN	24
3.1. Análisis de la germinación de semilla botánica <i>Adenium obesum</i> (Forssk.) Roon & Chult con relación a los sustratos propuestos	24
3.2. Análisis del enraizamiento de las plántulas del <i>Adenium obesum</i> (Forssk.) Roon & Chult con relación a los sustratos propuestos	26
3.3. Cálculo de los costos de producción de los sustratos propuestos	30
CONCLUSIONES.....	32
RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

INTRODUCCIÓN

La disciplina que permite conocer en detalle todo el desarrollo productivo, tecnológico, económico, comercial y social de las plantas ornamentales es la floricultura. Esta no sólo se refiere al oficio sino también al arte de cultivar (Morisique, *et al.*, 2012), “es una ciencia considerada como una rama de la horticultura ornamental” (Briceño, 2018).

Para Bonells (2017) “las pinturas egipcias de las tumbas del siglo XVI antes de Cristo, son algunas de las pruebas físicas más tempranas de la horticultura y paisajismo ornamental; que se representan con estanques y lotos rodeados de hileras simétricas de acacias y palmeras” (p. 4).

Las semillas de la floricultura se plantaron por primera vez en Babilonia, específicamente en los Jardines Colgantes. Muy lejos de lo que se considera una floricultura moderna que involucra invernaderos, el cultivo de flores y otras plantas en macetas, los Jardines Colgantes fueron considerados como una de las Siete Antiguas Maravillas del Mundo (Briceño, 2018, p. 1).

Las producciones de la floricultura “constituyen cerca de la mitad del mercado de los productos hortícolas, “siendo” los países desarrollados “quienes” consumen más del 90 %. Muchos de los países consumidores no tienen condiciones climáticas ideales para producir, por lo que en muchos de “ellos” las flores crecen en ambientes protegidos” (Jiménez, 2014, p. 4).

Comenta Briceño (2018) que “el primer invernadero fue construido alrededor del año 30 d.C. para el emperador romano Tiberio. La historia de la floricultura se ha venido desarrollando desde ese preciso momento”. “Fue en el año 1599 que el primer invernadero práctico fue diseñado por Jules Charles, un botánico francés. Fue construido en Leiden Holanda, para cultivar plantas tropicales medicinales y cítricos” (p. 4).

Refiere el propio autor, que Holanda tiene un lugar de privilegio por ser el mayor productor del continente de flores. Es un país sumamente desarrollado y avanzado en cuanto a investigaciones sobre el correcto crecimiento de las flores es

considerado como el mercado central del mundo, Alemania es el mayor comprador a nivel mundial (p. 5).

Ecuador es el tercer país exportador a nivel mundial, tiene condiciones climatológicas excelentes para poder cultivar diferentes tipos de flores, principalmente la rosa por su calidad y belleza. Colombia es considerada como el país vendedor más importante de América Latina, produce más de 50 especies y variedades principalmente con invernadero y es el principal exportador de flores hacia Estados Unidos (p. 5).

Precisa Fernández, *et al.* (2012) que “Cuba es un país rico en diversidad de especies botánicas y cuenta con un clima tropical caracterizado por la ausencia de grandes diferencias térmicas y alta humedad relativa, apropiado para la producción de un gran número de especies” incluida las de ornamento, estas condiciones favorecen el incremento “tanto por las iniciativas de los productores que han logrado mantener estas tradiciones, como por el movimiento de Agricultura Urbana, que se ha ocupado de incentivar las producciones” (Soroa, *et al.*, 2007, pp. 41-49).

El volumen y la calidad de la producción ha mejorado y en la actualidad existen grandes perspectivas en cuanto a la obtención de calidad y volumen”, así como orientar sus pasos hacia el desarrollo de la producción de semillas de las mismas hasta ahora dependiente de las importaciones (Hernández 2004, citado por Jiménez, 2014, p. 5).

En la provincia de Cienfuegos, dentro de los cultivos ornamentales que han incrementado el interés de los aficionados, está el *Adenium* no se conoce la existencia de cultivos comerciales de esta especie, ni de estudios científicos que contribuyan al conocimiento y desarrollo de muchas de las subespecies que se establecen a pequeña escala en jardines y colecciones particulares.

La rosa del desierto (*Adenium obesum* (Forssk.) es una planta eudicotiledónea que pertenece a la familia Apocynaceae, es originaria del este de África y el sur de la península Arábiga. Se puede observar como una planta silvestre en lugares como Yemen, Kenia, Sudán, Senegal, Etiopía, Arabia Saudita y Omán. Debido a

que el clima en esta región es por lo general extremadamente caluroso y árido (Limonés, *et al.*, 2018, pp. 128-129).

La especie posee una belleza particular, puesto que destaca por su tallo largo e hinchado en la base, por sus coloridas flores y por una raíz pivotante y carnosa. Posee un verdadero atractivo ornamental por la variedad de vistosos colores que presentan sus flores, por lo que la demanda en el mercado de estas plantas va en aumento (Varela, *et al.*, 2015, p. 227-234).

La propagación de *Adenium obesum* es un poco complicada para quien no tenga experiencia, puede ser tanto sexual como asexual. La sexual puede ser difícil porque es necesario polinizar manualmente las flores, las cuales poseen una compleja estructura (Zúñiga & Carrodeguas, 2021, p. 44). Sobre la propagación gámica explican Colombo, *et al.* (2015a), que “además de asegurar una alta variabilidad en las plantas hijas, produce plantas con el cáudice muy marcado, lo que no ocurre mediante la reproducción asexual.

Uno de las etapas más delicadas es precisamente los inicios de la plantación donde la planta es susceptible a muchos cambios (climáticos, físicos y químicos) es donde requiere una mayor atención, una mayor disponibilidad de nutrientes para alcanzar un desarrollo óptimo y por consecuencia una mejor capacidad de adaptación al terreno, permitiéndole obtener una mayor eficiencia al momento de comenzar su producción (Méndez, *et al.*, 2009, p. 122). Por tanto, son los sustratos y las mezclas elementos fundamentales en el crecimiento inicial de las plántulas.

El sustrato puede influir “en la germinación”, la calidad de las raíces formadas y en el porcentaje de enraizamiento. Un buen sustrato debe estar acorde con las exigencias de nutrientes, agua y aire de la especie por enraizar, y así garantizar un buen soporte a las plantas, suministrar humedad y aireación adecuadas, ser de bajo costo, fácil obtención y que no libere sustancias tóxicas (Ramírez, *et al.*, 2011, p. 199).

Acotan Gayosoo-Rodríguez, *et al.* (2016), que los costos elevados de los sustratos, la preocupación creciente por el deterioro de los ecosistemas y la

sobreexplotación de los recursos naturales propician la búsqueda constante de sustratos alternativos, que cumplan con las funciones de sostén y de nutrición, y que sean materiales disponibles, económicos y no dañen el ambiente (p. 618).

“Por ello, surge la necesidad de disponer de materiales producidos localmente, estables y de probada calidad e inocuidad, valiéndose para ello de subproductos de la agroindustria local” (Ortega-Martínez, *et al.*, 2010, p. 366) como cáscara de maní (*Arachis hipogea* L.), fibras de coco (*Cocus nucifera* L.) y compostas de estiércoles de la producción ganadera.

En la finca La Caoba del municipio de Cruces en la provincia de Cienfuegos el productor Pedro García González, dentro de sus propósitos productivos tiene el cultivo de plantas de ornamento, se inicia en los últimos tiempos al cultivo de *Adenium*; una de las insuficiencias que ha encontrado lo constituye el sustrato y mezclas a utilizar. No ha podido establecer las mezclas endógenas que se adecuen a la especie, el tipo de propágulo, el sistema de producción que tiene establecido, la disponibilidad de las materias primas y los costos, que le garanticen las características de un sustrato adecuado para la especie.

El estudio permite contribuir a la adaptación del cultivo *Adenium obesum*, a el sistema de producción bajo cultivo protegido de la finca “La Caoba”, propició al aumento de la agro biodiversidad, se logra el conocimiento de su proceso de germinación, enraizamientos y los sustratos más adecuados para su desarrollo inicial como plántulas.

Estimuló la introducción de una especie exótica con potencialidades para su establecimiento en las condiciones climáticas del país, la provincia y el municipio de Cruces, que amplíe el inventario de los cultivos en producción aptos para su empleo como planta de ornamento. Incrementó los indicadores económicos, ecológicos y sociales de la finca y la comunidad circundante, se puede valorar como posible producto exportable por su demanda en los mercados internacionales.

Se convierte en una alternativa para diversificar de forma práctica la producción de plantas ornamentales por su reconocida espectacularidad de floración, exuberante tallo y raíces escultóricas.

La investigación contribuye al conocimiento sobre bases científicas de los sustratos con mejores características, con componentes endógenos y de mejores costos, para el establecimiento de vivero de plantas ornamentales para el cultivo de la especie *Adenium obesum*, en el municipio Cruces de la provincia Cienfuegos.

Problema científico

¿Cuál será el efecto de evaluar cuatro sustratos sobre la germinación y enraizamiento del *Adenium obesum* (Forssk) Room & Chult, a nivel de vivero en el municipio de Cruces?

Hipótesis

Si se evalúa el efecto de cuatro sustratos sobre la germinación y enraizamiento del *Adenium obesum* (Forssk.) Room & Chult a nivel de vivero, favorecerá el desarrollo del cultivo en el municipio de Cruces.

Objetivo general

Evaluar el efecto de cuatro sustratos sobre la germinación y enraizamiento del *Adenium obesum* (Forssk.) Room & Chult, a nivel de vivero en el municipio de Cruces.

Objetivos específicos

1. Determinar las características de la germinación de semilla botánica *Adenium obesum* con respecto a los sustratos propuestos.
2. Evaluar el enraizamiento de las plántulas del *Adenium obesum* con relación a los sustratos propuestos.
3. Calcular los costos de producción de los sustratos propuestos.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Generalidades del cultivo *Adenium obesum* (Forssk.) Room & Chult

1.1.1. Origen y distribución

La rosa del desierto es una planta Eudicotiledóneas que pertenece a la familia Apocynaceae, que incluye plantas que crecen bien en suelos rocosos y arenosos. Es originaria del este de África y el sur de la península Arábiga. Se puede observar como una planta silvestre en lugares como Yemen, Kenia, Sudán, Senegal, Etiopia, Arabia Saudita y Omán (Varella, *et al.*, 2015, p.11).

1.2. Ubicación taxonómica

En la actualidad explica (Zúñigas & Carrodegua, 2021), existen diferentes criterios sobre la taxonomía en el género *Adenium*, algunos autores como Plaizier (1980), Forster (1998) y Hargreaves (2002) plantean que el género está constituido por una sola especie (*Adenium obesum*), la cual contiene diferentes subespecies o variedades (p. 44). En tanto López (2021, p.10) sitúa la especie en la siguiente ubicación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Gentianales

Familia: Apocynaceae

Subfamilia: Apocynoideae

Tribu: Wrightiae

Género: *Adenium*

Especie: *Adenium obesum* (Forssk.) Room. & Chult, 1819

La planta fue descubierta y descrita en Kenia en 1752 por un científico alemán, P. Forsskal. *Adenium* es un nombre árabe de la planta, *Oddaejn*, que significa Aden, que es el nombre anterior de Yemen, mientras que *obesum* se deriva de la hinchazón de la parte basal del tallo de la planta (McLaughlin & Garofalo, 2002, citado por López, 2021, pp.1-2).

El nombre de la especie también en latín “*obesum*” = obeso, grueso, se refiere a su caudex engrosado (Puccio, 2018).

Explica Dimmitt, *et al.* (2009) citado por Zúñigas & Carrodegua (2021, p. 44) que el criterio que se toma en la horticultura consiste en que el género está dividido en 11 especies:

- *Adenium obesum* subsp. boehmianum: nativa de Namibia y Angola.
- *Adenium obesum* subsp. obesum: nativa de Arabia.
- *Adenium obesum* subsp. oleifolium: nativa de Sudáfrica y Botsuana.
- *Adenium obesum* subsp. socotranum: nativa de Socotora.
- *Adenium obesum* subsp. somalense: nativa del este de África.
- *Adenium obesum* subsp. swazicum: nativa del este de Sudáfrica.
- *Adenium obesum* subsp. Multiflorum
- *Adenium obesum* subsp. Oman
- *Adenium obesum* subsp. crispum

1.3. Características morfológicas

Es un arbusto perenne, puede llegar a alcanzar alturas de hasta 3 a 4 m, aunque lo habitual es que sea de alrededor de 1 m o menos, sobre todo en jardines y macetas (Acosta, 2020).

Sus características morfológicas las describen Brown (2012), Colombo, *et al.* (2015a), Limones, *et al.* (2018, p.128) y Santos (2018, p. 4) como se presentan:

1.3.1. Raíces

La planta presenta una raíz principal y un engrosamiento del tallo de buen porte (Kanchanapoom, *et al.*, 2010). El desarrollo radicular de *A. obesum* ocurre en cuatro fases a): protrusión de la raíz primaria, b) elongación de la raíz primaria, c) emisión del sistema radicular y d) exposición de hojas cotiledonares (Colombo *et al.*, 2015b).

1.3.2. Tallo

El tallo es un caudice, un tipo de tallo basal de aspecto hinchado y extravagante (principal estructura de almacenamiento de agua), que generalmente está semienterrado y que mide 1 m de diámetro pero que en raras ocasiones alcanza los 2 metros. Es de color verde grisáceo pálido, gris, marrón, lisa; con látex pegajoso, que puede ser transparente o blanco y es tóxica.

1.3.3. Ramas

Las ramas se forman a partir de la parte superior del tallo, más o menos retorcidas, marcadas por las muescas del follaje perdido.

1.3.4. Hojas

Dispuestas en espiral, se alternan confinadas a los ápices de las ramas; son simples, enteras, texturas coriáceas, carnosas, de forma oval, con el haz verde y el envés blanquecino; pueden medir entre 5 a 15 cm de longitud por 1 a 8 cm de ancho.

1.3.5. Flores

Las flores, de tres a cinco centímetros de diámetro, tienen forma tubular y se abren en cinco lóbulos, pueden ser rojas, fucsias, rosadas o casi blancas, en muchas ocasiones con degradados de color; la garganta es de color crema o amarillo pálido, con cinco estambres en el centro. La época de floración es el verano; en su medio natural se produce a lo largo de casi todo el año. La forma, el tamaño y el color de las flores pueden variar en función de las condiciones ambientales, como la lluvia, la temperatura, etc., de modo que pueden ser completamente diferentes entre sí, depende del lugar en donde crece la planta.

1.3.6. Frutos

Los frutos no se ven a menudo y por lo general están a cargo de dos en dos se asemejan a los cuernos de un buey. Son clasificados como folículos delgados midiendo hasta cuatro pulgadas de largo. Cuando maduran, se separan a lo largo para liberar las semillas.

1.3.7. Semillas

Las semillas son cilíndricas, alargadas y presentan en sus dos extremos estructuras en forma de finos hilos denominada pappus, que ayudan en su dispersión por el viento. Cada folículo puede llegar a medir hasta 25 cm de largo y 15 cm de diámetro central. El número de semillas por folículo puede variar de 28 a 118. El largo y el diámetro de las semillas depende de factores como: eficiencia de la polinización, condiciones ambientales y el estado nutricional de la planta.

1.4. Requerimientos climáticos del *Adenium obesum* (Forssk) Roon & Chult

1.4.1. Clima

Esta planta tiene su origen en zonas muy calurosas y secas de África y Arabia, por lo que, solo con esto, ya podemos hacernos una idea bastante clara de cuáles son sus necesidades en cuanto a temperatura y ambiente. La rosa del desierto es muy resistente al calor, pero no tolera temperaturas por debajo de los 10 °C (Acosta, 2020).

1.4.2. Temperatura y luminosidad

Según Henny y Chen (2013), la temperatura preferentemente de esta especie es de 23,89 a 35,00 °C en zonas calientes y tropicales, una buena producción la temperatura debe estar en un rango de 30 a 35 °C con alta humedad. El requerimiento de la luz es del sol brillante, no florecerá en condiciones de poca luz.

La rosa del desierto crece mejor en climas calientes y donde abunda el sol. Lo ideal es que reciba luz solar la mayor parte del día (García, 2019)

1.5. Requerimientos edáficos del *Adenium obesum* (Forssk) Roon & Chult

Demanda de sustratos con buen drenaje y requerimientos nutricionales (Brown 2012). En este mismo sentido, expresa García (2019), que crece mejor en terrenos fértiles, pero algo arenosos. Más importante aún, estos deben tener muy buen drenaje y no deben acumular excesos de agua ni crear encharcamientos.

La adecuada nutrición de un cultivo está influenciada por el conocimiento de los requerimientos de la planta y por la cantidad e intensidad de nutrimentos del suelo en donde se tiene el cultivo. Cuando el suelo no puede suplir adecuadamente los nutrimentos para un normal desarrollo de las plantas, se hace necesario su adición en las cantidades y formas apropiadas (Meléndez, *et al.*, 2002).

1.6. Formas de reproducir los *Adenium obesum* (Forssk) Roon & Chult

La propagación de *A. obesum* explican Zúñigas & Carrodegua (2021) es un poco complicada para quien no tenga experiencia, puede ser tanto sexual como asexual. La sexual puede ser difícil porque es necesario polinizar manualmente las flores, las cuales poseen una compleja estructura. Por dichas razones, la

propagación por semillas se limita a las personas que poseen el conocimiento de cómo realizar la polinización manual (p. 44).

Dimmit (1998, citado por Santos, 2018) explican que las semillas son cosechadas después de que los folículos maduran, posteriormente se quita la coma (mechón de pelos) en ambos extremos de cada semilla antes de la siembra (p. 5).

La asexual se produce mediante el corte y el posterior enraizamiento de los esquejes Zúñigas & Carrodegas (2021). Está a su vez presenta tres variantes:

- Por esqueje: ésta es tomado de la punta de la planta midiendo 6 pulgadas o más de largo para realizar el corte. Para iniciar nuevos esquejes se debe permitir generar el callo y después sumergirlo en fungicida antes de colocarlos en macetas (Brown, 2012). Sin embargo, las plántulas propagadas por esquejes pueden no ser muy interesantes, porque tienen un caudex menos desarrollado en comparación con las plántulas propagadas por semillas (López, 2021).
- Por injerto: también es un método efectivo de propagación, y puede mejorar la forma de crecimiento. Plantas espigadas como clones típicos de *A. obesum* se vuelven notablemente más resistente cuando se injerta en porta injertos más gruesos. El injerto es también útil para la combinación de una flor superior con un rizoma caudiciformes o para la colocación de varios tipos de flores en una sola planta (Santos, 2018). El injerto permite producir plántulas de estos materiales altamente segregados sobre porta injertos producidos por semillas, los cuales presentan un caudex hinchado, característico del género *Adenium* (Ornam Hortico, 2018).
- Por micropropagación: La reproducción “In vitro” es vista como una forma de conservación, se considera un bajo índice en la producción de semillas y en el potencial de germinación de estas especies (Carvalho (2004), citado por Santos (2018)).

1.7. Importancia de la reproducción sexual en los *Adenium obesum* (Forssk) Roon & Chult

Se recomienda la siembra de las semillas, éstas permiten desarrollar en la planta una raíz principal y un engrosamiento del tallo de buen porte. Por otro lado, el

realizar la siembra por esquejes se corre el riesgo de no tener un tallo y raíces escultóricas bien desarrolladas de esta manera no son bien aceptados en el mercado ornamental (Kanchannapoom, *et al.*, 2010).

Similar son los criterios de Colombo,*et al.* (2015a) quienes plantean que la propagación por semillas en *A. obesum* además de asegurar una alta variabilidad en las plantas hijas, produce plantas con el caudice muy marcado, lo que no ocurre mediante la reproducción asexual.

1.8. Generalidades de los sustratos

Los sustratos pueden ser orgánicos e inorgánicos. Algunas de sus propiedades deseables son: retención de agua fácilmente disponible, drenaje rápido, buena aireación, distribución del tamaño de partículas, baja densidad aparente y estabilidad Gutiérrez (2017, p. 2)

Por su parte Ramírez, *et al.* (2011), explican que el término sustrato, se aplica a todo material sólido distinto del suelo natural o de síntesis, mineral u orgánico, que, puesto en un contenedor, sirve como un medio de anclaje del sistema radícula debe reunir características como:

- Tener suficiente firmeza y densidad para mantener las plantas en su lugar durante el cultivo.
- Su volumen no debe variar mucho cuando está seco a mojado.
- Debe retener suficiente humedad para evitar los riegos frecuentes.
- Debe ser lo suficientemente poroso, de modo que drene el exceso de agua y permita una aireación adecuada.
- No debe tener un nivel excesivo de salinidad (p. 193-194).

En general la tierra de monte y la turba (musgo del género *Sphagnum*) son los sustratos principales para la producción de plantas de ornato. La sobreexplotación de estos recursos provoca problemas de erosión y deterioro de los ecosistemas. Por lo que, sustratos alternativos, que cumplan con las funciones de soporte y nutrición, son necesarios. Estos deberán estar disponibles, ser económicos y su uso no debe afectar el ambiente (Urrestarazu, 2013).

Algunos países han promovido la reutilización, reciclaje y valorización de materiales orgánicos disponibles localmente como sustratos en el cultivo de plantas en contenedor (Gayosso, *et al.*, 2016).

A criterio del autor, los residuos de industria y de los procesos agropecuarios pueden ser aprovechados en la preparación de sustratos en la producción de plantas para ornamento, en Cuba existe una variedad de desechos de estos tipos ejemplo: fibra de coco (*Cocos nucifera* L.) y maní (*Arachis hipogea* L.); residuos de madera de pino (*Pinus* sp.); serrines del proceso artesanal del carbón vegetal; bagazo de caña (*Saccharum officinarum*); entre otros.

1.8.1 Función y composición de los sustratos

Los sustratos tienen la función de permitir la fijación del sistema radical, suministrar aire, agua y nutrientes para el apropiado desarrollo de la planta. Para la producción de plantas de Adenium el sustrato adecuado debe ser arenoso o pedregoso, bien drenado y fértil, pH neutro o alcalino (Santos, 2018, p. 8).

Al trabajar con sustratos, otras ventajas son que el material es libre de patógenos (es frecuente esterilizar el sustrato con vapor u otro método), y que se conoce la fertilización y riego que se agrega a la planta. Ésos pueden aumentar de productividad de la planta al asegurar un ambiente propicio para la producción. También puede haber desventajas con sustratos como la retención de sales y al ser de uso repetido puede haber introducción de patógenos y compactación del mismo, provocando problemas en las raíces y reducción de la producción (Morales, 2009, p. 1).

La característica física relevantes del sustrato para contenedor es la capacidad de retención de agua y la capacidad de aireación. Ambas están relacionadas directamente con la porosidad y dependen de la distribución, composición, estructura interna, forma y tamaño de partícula, que, a la vez, determinan la relación agua-aire en el sustrato (Anicua, *et al.*, 2009).

Vargas,*et al.* (2008), mencionaron que la distribución del tamaño de las partículas en un material define la granulometría la cual, a su vez, determina el tamaño de los poros; partículas de 0,25 a 1,00 mm son esenciales en la relación agua-aire, la

disminución del tamaño de partícula reduce la porosidad total y como consecuencia la capacidad para retener agua.

Todos estos estudios resaltaron la importancia de las características físicas y químicas de los sustratos para el establecimiento de los cultivos y su aprovechamiento adecuado como materia prima disponible, así como la mejora de las características físicas de los sustratos utilizados para plantas en contenedores y a la vez útiles para la siembra directa en el suelo.

En el municipio Cruces, existen materiales orgánicos que podrían cumplir con los parámetros físicos y químicos necesarios para el cultivo de plantas en contenedor y que no se han caracterizado.

1.8.1.1. Arena de río

La arena es un material inorgánico natural con partículas redondas y anguladas, es uno de los sustratos que más se utiliza por la facilidad de uso. Aporta estructura, pero retiene poca agua (Lucero, 2013). Posee una conductividad eléctrica de 15 dS/m (Herrera, 2012), una densidad de $1,6 \text{ g}\times\text{cm}^{-3}$, una porosidad de 35 %. Permite un buen desarrollo radicular y su capacidad de retención de agua es del 15 % (Buechel, 2016). La granulometría de la arena oscila entre 0,5 y 2,0 mm de diámetro, se homogeniza bien con el resto de componentes del sustrato, se recomienda usar en combinación con compuestos orgánicos y elegir arenas de ríos (Tut, 2014).

1.8.1.2. Tierra franca

Se suele denominar suelo franco (Tierra franco) a las partes superficiales del terreno cuya composición cuantitativa está en proporciones óptimas o muy próximas a ellas. Es suelo de elevada productividad agrícola, Pineda (2020), los describe como:

Suelos en proporciones óptimas, cercanas, equilibradas o suelos mixtos. Son aquellos no demasiado arcillosos, ni muy arenosos y con elevada productividad agrícola en virtud de su textura. Por ejemplo, son aquellos que abundan en las vegas de los ríos. Compuesto por arena, limo y arcilla en equilibrio o proporciones

óptimas o cercanas. No es demasiado arcilloso y ni muy arenoso y con una gran productividad agrícola.

También tiene textura suelta por la arena, fertilidad por los limos correcta retención de humedad por la arcilla, color casi negro y fácil de identificar. Además, su composición con variaciones uniformes en proporciones, contiene muchísima cantidad de materia orgánica y al amasar una porción no se desintegra.

Son muy óptima para la agricultura y todo tipo de cultivos, en jardinería, huertos y de uso para cualquier otra actividad que se quiera ejecutar

Es reconocible por su color casi negro, debido a que contiene muchísima cantidad de materia orgánica. Por lo tanto, es muy fácil de identificar: si se amasa una porción de este tipo de suelo, no se desintegra, gracias a las adecuadas proporciones de la mezcla de los elementos de su composición.

En términos generales, el suelo franco: no se anega, tampoco es excesivamente permeable, posee los nutrientes necesarios y no se compacta (p. s/p).

1.8.1.3 Carbón vegetal

Químicamente inerte, tiene la propiedad singular de retener el nitrógeno del aire y convertirse en la forma accesible para las plantas. El carbón vegetal ha sido considerado como un mejorador de la calidad debido a que aumenta la fertilidad, producción y rendimiento de cultivos, aumenta la retención de agua y la capacidad de intercambio catiónico y reduce la lixiviación de nutrientes, acidez del suelo. En los períodos lluviosos absorbe activamente la humedad y durante una sequía la devuelve como un regulador de la humedad del suelo e inhibe el desarrollo de los insectos plagas (Loor, 2023, p. 9)

1.8.1.4. Compost de estiércol

El uso de fuentes orgánicas es una alternativa que ayudan en la conservación del ambiente, evita de esta manera el uso de insumos sintéticos en el cultivo, de esta forma el suelo es la base para los cultivos y la vida, por lo que el mejoramiento de

la fertilidad de los suelos con abonos orgánicos y el control adecuado de plagas y enfermedades es muy importante (Ramón, 2007).

Debe estar previamente tratado, compostado y descompuesto para su utilización directa en maceta. Tiene un alto contenido en materia orgánica. También dependerá del tipo de estiércol del que se trate y de su nivel de compostado. Su capacidad de retención de agua es muy buena también.

1.8.1.5. Fibras de coco

La fibra de coco se obtiene del mesocarpio fibroso del fruto, estructuralmente es una de las fibras más duras y en comparación con otras es más corta, el diámetro medio de las fibras es de aproximadamente 1 mm. La gran utilidad de ésta radica en su capacidad para estirarse, además, su flotabilidad y resistencia a la acción de las bacterias y al agua salina, que la hacen una fibra única (Rufo, *et al.*, 2008, citado por Santos 2018).

Es un sustrato que posee una textura y consistencia uniforme que le permiten retener agua. Presenta una capacidad de intercambio catiónico de 50 cmol.kg^{-1} , porosidad del 80 %, capacidad de retención de agua del 40 % y una densidad de $0,08 \text{ g.cm}^{-3}$ (Buechel, 2016). Posee un pH entre 5,7 y 6,5 y una baja capacidad de retención de nutrientes (Mofidpoor, 2007). Después de su procesamiento, los agregados de la fibra de coco presentan una longitud de 2 cm (López, *et al.*, 2012).

1.8.1.6. Cáscara de maní

La cáscara de cacahuete es de geometría cóncava, su espesor varía de 0,5 a 1 mm. Tiene alta relación peso/volumen 45-50 g.L La composición química tiene amplia dispersión (según la variedad de maní), por lo que se puede generalizar aproximaciones de: humedad menor al 10 %, fibra cruda 60 % aproximado, celulosa 50 %, lignina 25 % y glucano 20 % (Masenda, 2015, p. 2)

La estructura celular de la cáscara de maní está formada por celulosa, hemicelulosa y lignina, entre otros. La lignina presenta tiempos de biodegradación natural de 100 años o más (Ravera, *et al.*, 2008)

1.9. Germinación

El proceso de germinación consiste en la absorción de agua, la reactivación del metabolismo y la iniciación del crecimiento. La germinación no ocurre sino hasta que las condiciones sean las correctas. Los factores principales son agua, oxígeno, temperatura y luz (Bidwell, 1993, p.784). La caracterización del proceso de germinación de *A. obesum* ocurre en cuatro fases:

- Protrusión de la raíz primaria.
- Elongación de la raíz primaria.
- Emisión del sistema radicular.
- Exposición de hojas cotiledonares.

1.9.1. Métodos de control en la germinación

En las semillas de la mayoría de las plantas existen métodos de control de la germinación. Se cree que estos mecanismos de control se han originado como una respuesta a la supervivencia. Después de la maduración y la caída de los frutos, la semilla generalmente entra en letargo por un tiempo más o menos largo. Esto quiere decir que, aunque se la humedezca y se le den condiciones que favorecen la germinación, ésta no ocurre. El letargo se debe a la formación en la semilla de inhibidores químicos, a la carencia de las sustancias estimulantes necesarias (que más tarde suministrarán el embrión) o la resistencia mecánica de la testa de la semilla a la entrada del agua y del oxígeno (Santo, 2018).

El letargo se rompe luego de que la semilla se sujeta a varias condiciones ambientales que pueden incluir un prolongado período de frío intenso, exposición prolongada a condiciones de fresco, condiciones de humedad en presencia de oxígeno (estratificación), calor intenso (incluso fuego), paso a través del intestino de aves o mamíferos, abrasión física (escarificación) o ataque por hongos. Todos estos requerimientos aseguran que la semilla sobreviva a través de subsiguientes períodos en condiciones bajo las cuales no podría crecer la plántula y aseguran que no germine hasta que halle buenas condiciones para el crecimiento (Bidwell, 1993, p. 784).

Hartmann, et al., (1990), describen otras técnicas como el remojo y escarificación con ácido. El remojo en agua consiste en colocar las semillas en agua a temperaturas entre 77 a 100 °C, retirar del fuego y dejar enfriar gradualmente durante un periodo de 12 a 24 horas. Con este tratamiento se logran modificar las cubiertas duras, remover las sustancias inhibidoras, ablandar las semillas y reducir el tiempo de germinación. La escarificación con ácido consiste en colocar las semillas secas en un recipiente de vidrio o de barro y cubrirlas con ácido sulfúrico concentrado en proporción de una parte de semilla por dos partes de ácido, el tratamiento puede durar desde 10 minutos hasta seis o más horas y depende del tipo de semilla. Finalmente se escurre el ácido y las semillas se lavan con agua abundante.

1.10. Estudios realizados sobre empleos de sustratos

Colombo, *et al.* (2015a), evaluaron el crecimiento y la aportación de nutrientes en diferentes mezclas de sustratos, obtuvo los mejores resultados en la mezcla de sustrato arena + amafibra® 47 fibra de coco y vermiculita + amafibra® 47 fibra de coco observaron una tasa de crecimiento mejor que las otras plantas, así como también una mejor concentración de nutrientes. Los sustratos antes mencionados también obtuvieron valores altos en el crecimiento del tallo por lo tanto es recomendado para cultivar esta especie.

CAPÍTULO II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Período y localización de la investigación

Las labores investigativas se desarrollaron en la finca “La Caoba” del productor Pedro García González asociado a la Cooperativa de Crédito y Servicio (CCS) Ramón Balboa Monzón, situada en el Consejo Popular Urbano Las Nubes del municipio Cruces, provincia de Cienfuegos, limita al norte con la finca de cultivos varios del productor Roberto Valgueira Pérez; al este con las áreas del productor Arístides Albares Rodríguez, al sur con la Carretera a Marta Abreu y al oeste con la Empresa Avícola Mal tiempo, en los 80° 15' 59" de latitud Norte y los 22° 21' 3" de longitud Oeste. El ensayo se desarrolló en un término de 60 días, comprendido entre el 1 de julio al 5 de septiembre de 2023

Este experimento se realizó en una estructura protegida con apertura cenital con cubierta de plástico al 25 % de sombra y paredes con malla. A una temperatura y humedad relativa promedio de 37,5 % y 69,2 % respectivamente. La temperatura oscila entre 37,5 y 23,6°C.

2.1.1. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, conformados por cuatro tratamientos y tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales distribuidas en una bandeja de polietileno especiales para producción de plántulas de 150 celdas o cavidades (34,58 cm³), cada cuarto de bandeja representó una unidad experimental (25 cavidades) (Figura 1). Este tipo de diseño se utiliza con la finalidad de homogeneizar el posible efecto del factor luz y de otros factores de microclima.

Se utilizaron 300 semillas de *Adenium obesum* (Forssk.) Roem & Schult variedad multipétala, que se obtuvieron de las plantas madres ubicadas en la propia finca “La Caoba”, libres de plagas y enfermedades para evitar variaciones o retrasos en los resultados.

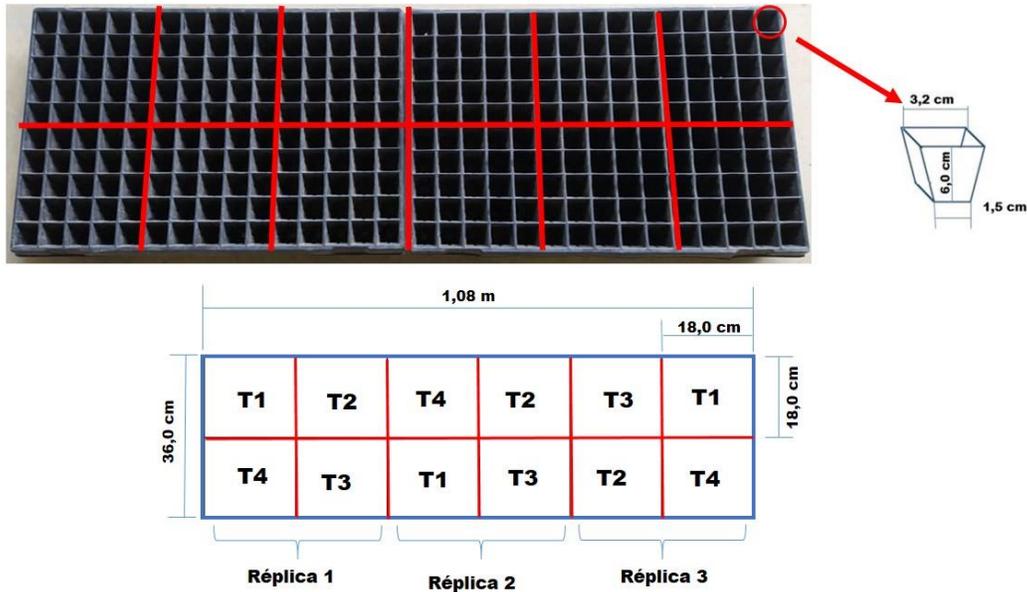


Figura 1. Imagen de la bandeja con las características del diseño experimental.

Fuente: Elaboración propia.

Previo al montaje del experimento se utilizó una bandeja desinfectada por 24 horas con cloro al 5 %, posteriormente se lavaron con agua y se llenaron con cada sustrato. Las semillas se sembraron a 5 mm de profundidad se colocó una semilla en cada cavidad.

Se utilizaron cuatro sustratos para la siembra de las semillas de la rosa del desierto.

Tratamiento T1: Constituye el tratamiento control fue la mezcla recomendada para la siembra de cactus y plantas crasas en Cuba de Rodríguez y Apezteguia (1999, p. 43)

- 35 % de arena de río bien lavada
- 15 % de tierra franca
- 35 % de estiércol vacuno descompuesto
- 15 % de carbón vegetal

Los restantes tratamientos fueron las propuestas del autor, se consideró los materiales autónomos y las experiencias de trabajos de campo previos.

Tratamiento T2

- 35 % de arena de río bien lavada
- 50 % de estiércol vacuno descompuesto
- 15 % de carbón vegetal

Tratamiento T3

- 35 % de fibras Coco (*Cocos nucifera* L.) (mesocarpio del fruto)
- 50 % de estiércol vacuno descompuesto
- 15 % de carbón vegetal

Tratamiento T4

- 35 % de cáscara de maní (*Arachis hypogea* L) molido
- 50 % de estiércol vacuno descompuesto
- 15 % de carbón vegetal

La cantidad recolectada de cada elemento simple de los sustratos fue de aproximadamente: 605,2 cm³ de arena de río, 129,6 cm³ de suelo franco (tierra de la finca “La Caoba” con las mejores condiciones), 1599,5 cm³ de estiércol bobino (desechos compostados de fincas pecuarias aledañas), 389.,1 cm³ carbón vegetal (producción artesanal local), 302,6 cm³ de fibras de coco y 302,6 cm³ de cáscara de maní (ambas desechos de producciones agrícolas de la localidad, el coco es envejecido un año antes de ser molido). Para el diseño de las mezclas se tomó la granulometría individual reportada por Gayosso, *et al.* (2016), para cada uno de los materiales orgánicos utilizados.

El sustrato quedó bien tamizado y mezclado en la proporción adecuada antes de desinfectar para evitar un nuevo tamizado y una posible contaminación patogénica o con malezas. Todos los componentes de los sustratos fueron esterilizados por el método de solarización propuesto por Parra (2015), para viveristas previo a la preparación de las mezclas.

Labandeja fue, colocadas sobre soportes a una altura de 0,90 m sobre el nivel del suelo (sistema de bandeja aérea), una a continuación de otras ubicadas bajo la nave de cultivo, las características estructurales del área experimental y la bandeja quedó establecidas con los valores siguientes:

➤ Bandeja

Número total de bandeja	1 u
Largo de la bandeja	1,08 m
Ancho de la bandeja	36,0 cm
Área de la bandeja	1 944,0 cm ²
Volumen bandeja	5 187,0 cm ³
Volumen total	10 374,0 cm ³
Cavidad por bandeja	200 u
Cavidad total	400 u
Volumen por cavidad	34,58 cm ³

Las labores del cultivo, se realizaron siguiendo las recomendaciones e instrucciones técnicas de plantas ornamentales (crasas y cactus) del productor. El Riego se aplicará cuando los sustratos se mostraron secos, hasta la condición de saturación.

2.2. Determinación de la germinación de semilla botánica *Adenium obesum* con relación a los sustratos propuestos

Los registros de las observaciones se realizaron en cada cuarto de bandeja, que corresponde a un tratamiento (25 cavidades), se tomaron las muestras de seis plantas al azar de los tratamientos una vez que las semillas comenzaron a germinar, se registró el número del día y fecha, para luego ser procesadas estadísticamente.

- Porcentaje de germinación (%): se consideró el número total de semillas germinadas sobre el número total de semillas sembradas (Islam,*et al.*, 2012, citado por Barraza,*et al.*, 2016).
- Índice de germinación. Para calcular el índice de germinación (IG, sin dimensiones), se aplicó la siguiente fórmula propuestos por (Scott, Jones & Williams, 1984; Islam,*et al.*, 2012, citados por Barraza,*et al.*, 2016)

Dónde:

Ti: i-ésimo número de días después de la siembra

Ni = i-ésimo número de semillas germinadas

S = número total de semillas utilizadas o plantadas

- La velocidad de germinación diaria y semanal (VGD/S) estuvo dada por el número de semillas germinadas sobre el tiempo de germinación distante desde la siembra (Prado-Urbina,*et al.*, 2015).

2.3. Evaluación del enraizamiento de las plántulas del *Adenium obesum* con relación a los sustratos propuestos

A los 60 días pos siembra, se extrajeron seis plántulas por tratamiento y se midieron las siguientes variables:

- Número de raíces: Se contaron el número de raíces por plántulas, se excluyó los callos y pre raíces.
- Longitud de raíces: Se midieron con una regla graduada todas las raíces de las plántulas y se calculó un promedio de la longitud.

Análisis estadístico

Los datos fueron procesados en el Programa estadístico *Statgraphics plus 5.1.*, las medias se compararon por la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

2.4. Cálculo de los costos de producción de los sustratos propuestos

Para realizar el cálculo de los costos de producción se tuvieron en cuenta los principales elementos de gastos directos e indirectos incurridos en el proceso productivo, utilizando la información contenida en la Carta tecnológica para la producción de pepino, contemplada en la Actualización de las Fichas de Costo emitida por el MINAG (2016), avalada por la Dirección de Contabilidad y Finanzas. Se determinó el costo de producción e ingresos dados por el valor de la producción en cada tratamiento del experimento:

Se determinó según la fórmula propuesta por Rodríguez (2023).

$$I_n = V_p - C_p$$

Dónde:

- Ingreso Neto o Utilidad Económica (In): es la expresión de los beneficios monetarios alcanzados en el proceso de producción y se determina mediante la resta entre el valor de la producción y el costo total de la producción, para determinar eficiencia el resultado debe ser positivo.
- Ingreso bruto o Valor de la producción (Vp): Es la expresión monetaria de los ingresos que se alcanzaron a través de la obtención de productos valorados a precios establecidos y tienen su origen por las ventas de las producciones, mediante la fórmula (Producción x Precio).
- Egreso o Costo de producción (Cp): sumatoria de los gastos incurridos durante el proceso productivo por metros cuadrados (m²) y se estimaron los rubros gastables como gastos de materiales, financieros y otros que se consumen en el proceso de producción.

Para el cálculo de la relación costo-beneficio y la rentabilidad se utilizaron las fórmulas propuestas por Torres (2022) y Rodríguez (2023).

Relación Costo / Beneficio = (In/Cp)

Para la viabilidad de un proyecto, bajo este enfoque, se debe tener en cuenta la comparación de la relación C/B hallada en comparación con 1, así tenemos lo siguiente:

$C/B > 1$ indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.

$C/B=1$ Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costos.

$C/B < 1$, muestra que los costos son mayores que los beneficios, no se debe considerar.

Rentabilidad = $(In/Vp) \times 100$

CAPITULO III. RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de la germinación de semilla botánica *Adenium obesum* (Forssk.) Roon & Chult con relación a los sustratos propuestos

Germinación

En el presente estudio la germinación es un proceso clave en la propagación de las plantas y su eficacia tiene una influencia directa en el éxito de la producción. Los tratamientos con productos como el estiércol vacuno descompuesto, la cáscara de maní y el carbón vegetal son beneficiosos para la germinación de semillas y el crecimiento de las plantas, siempre y cuando se utilicen adecuadamente con las cantidades propuestas por el autor. Resultados similares son los obtenidos por Pinto (2016), al evaluar estos sustratos y compost en comprobación del incremento de materia orgánica en suelo degradados.

Para analizar los resultados obtenidos, se realizaron representaciones gráficas que permitieron observar las diferencias entre los tratamientos. Se encontró que el tratamiento T4 como se muestra en la figura 2, donde mostró los mejores resultados en cuanto a la germinación, presentando tiempos más cortos y una mayor uniformidad en comparación con los otros tratamientos evaluados. Estos resultados indican que la combinación específica de factores utilizada en el tratamiento T4 favorece una germinación más eficiente y regular.

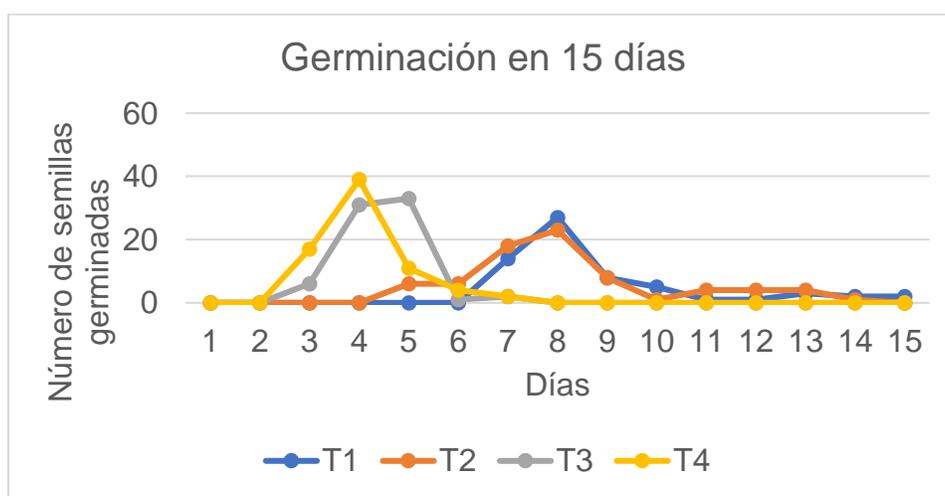


Figura 2. Germinación de las semillas en 15 días

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, se pudo observar que el tratamiento T3 también logró resultados satisfactorios en términos de germinación, aunque se identificó una dispersión mayor en el tiempo y una menor uniformidad en comparación con el tratamiento T4. En contraste, los tratamientos T2 y T1 demostraron una menor eficacia en la germinación, presentando una distribución menos uniforme de los resultados.

En cuanto a los indicadores evaluados: % de germinación, índice de germinación y velocidad de germinación diaria. En la presente discusión, se analizó el efecto de diferentes fuentes orgánicas sobre la velocidad de germinación en un estudio de tesis.

Los resultados obtenidos indican que el tratamiento T2 en la tabla 1, mostró una velocidad de germinación significativamente superior en comparación con los demás tratamientos. Esto sugiere que la fuente orgánica utilizada en el T2 tuvo un impacto positivo en la velocidad de germinación de las semillas evaluadas. Teniendo en cuenta lo expresado por Dzul (2018) “la reproducción por semillas es una ventaja, ya que permite el buen desarrollo de la raíz principal así como el grosor del tallo, representando un alto valor comercial en el mercado”. (p17).

Por otro lado, los tratamientos T3 y T4 no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí en términos de la velocidad de germinación. Esto podría indicar que las fuentes orgánicas utilizadas en ambos tratamientos generaron efectos similares en la germinación de las semillas evaluadas.

Tabla 1: Indicadores de germinación

% Germinación		Índice Germinación		Velocidad Germinación/días	
Tratamiento	Media	Tratamiento	Media	Tratamiento	Media
1	84c	1	12,6c	1	1,28c
2	100a	2	15a	2	1,53a
3	97,33b	3	14,6b	3	1,49b
4	97,33b	4	14,6b	4	1,49b
ES ±	0,5313	ES ±	0,9796	ES ±	0,1024
CV	6,90%	CV	6,79%	CV	7,07%

Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

Este estudio demostró que el tratamiento T2 fue el más efectivo en términos de velocidad de germinación, seguido por los tratamientos T3 y T4, que no mostraron diferencias significativas entre sí. Por otro lado, el tratamiento T1 fue el menos viable en términos de promover la germinación de las semillas. Estos resultados sugieren que la elección de la fuente orgánica puede tener un impacto importante en la velocidad de germinación de las semillas.

3.2. Análisis del enraizamiento de las plántulas del *Adenium obesum* (Forssk.) Roon & Chult con relación a los sustratos propuestos

Altura de las plantas

Los resultados obtenidos en la tabla 2 revelaron que el tratamiento T4 mostró la mayor altura promedio de las plantas, seguido por el tratamiento T3, T2 y finalmente T1. Estas diferencias observadas entre los tratamientos fueron estadísticamente significativas, indicando que la elección de las combinaciones específicas de fuentes orgánicas influyó de manera significativa en el crecimiento de las plantas.

La cáscara de maní y el estiércol vacuno descompuesto son dos materiales que se pueden utilizar como abono orgánico para la germinación de semillas. La cáscara de maní es rica en nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio. Por otro lado, el estiércol vacuno descompuesto es una fuente de materia orgánica y nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio, que se pueden utilizar como abono para mejorar la calidad del suelo y la germinación de semillas (Reyes-Pérez, et al., 2019). Estos resultados corroboran los obtenidos por (Alva, 2023) al utilizar abonos orgánicos en la germinación de plantas.

Tabla 2: Longitud de las plantas

<i>Tratamientos</i>	<i>Media (cm)</i>
T1	7,13d
T2	11,42c
T3	13,89b
T4	15,90a
ES ±	1,2276
CV	7,72%

Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

El hecho de que el tratamiento T4 haya demostrado ser el más eficiente en términos de altura de las plantas sugiere que la combinación particular de porcentajes de fuentes orgánicas utilizada en este tratamiento fue la más adecuada para estimular el crecimiento vertical de las plantas. Por otro lado, el tratamiento T1 resultó ser el menos eficiente, lo cual puede estar relacionado con una proporción desfavorable de fuentes orgánicas o con factores ambientales específicos.

Estos resultados son consistentes con investigaciones previas que han destacado la importancia de seleccionar cuidadosamente las fuentes orgánicas en la producción vegetal. La elección correcta de estas fuentes puede tener un impacto significativo en el desarrollo y crecimiento de las plantas, tal como se confirmó en este estudio. Ambos materiales pueden ser beneficiosos para la germinación de semillas y el crecimiento de las plantas, siempre y cuando se utilicen adecuadamente y en las cantidades adecuadas.

El cambio del uso de abonos orgánicos por abonos químicos en la fertilización de cultivos, Acosta (2023), expresa que actualmente propician que el suelo sufra de un agotamiento acelerado de materia orgánica y de un desbalance nutrimental. Otros sitios importantes que reflejan contenidos académicos de apoyo a los productores y la comunidad científica internacional Intagri (2023) tiende a concientizar a los productores hoy día a utilizar abonos orgánicos porque su uso es de gran importancia, pues han demostrado ser efectivos en el incremento de rendimientos y mejora de la calidad de los productos. Otros autores como Bravo, *et al.* (2020), reflejan el manejo de este recurso para mejorar y mantener su componente orgánico, sus características vivientes, su fertilidad física, química y biológica y finalmente su productividad según declara

Longitud de la raíz

Los resultados obtenidos demostraron que el tratamiento T4 fue el que mostró la mayor longitud de raíz, seguido por el tratamiento T3. Además, se encontró una

diferencia significativa entre estos dos tratamientos, lo que indica que la utilización de ciertas combinaciones específicas de fuentes orgánicas tuvo un impacto positivo en el crecimiento de las raíces.

En cuanto a los tratamientos T2 y T1, sugiere que las combinaciones de fuentes orgánicas utilizadas en ambos tratamientos no fueron óptimas para promover un crecimiento significativo en las raíces.

Tabla 3: Longitud de las raíces

Tratamientos	Media (cm)
T1	1,87d
T2	3,18c
T3	3,92b
T4	4,37a
ES ±	0,5222
CV	11,94%

Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados son consistentes con investigaciones previas que han demostrado el efecto beneficioso de las fuentes orgánicas en el crecimiento de las plantas. Sin embargo, es importante destacar que la combinación específica de fuentes orgánicas utilizada en el tratamiento T4 resultó ser la más efectiva en términos de longitud de raíz.

Es importante mencionar que esta investigación proporciona evidencia adicional sobre la importancia de seleccionar cuidadosamente las fuentes orgánicas utilizadas en la producción vegetal. La elección adecuada de estas fuentes puede tener un impacto significativo en el crecimiento y desarrollo de las raíces, lo cual es fundamental para el buen desempeño de las plantas.

Cantidad de raíces.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que la combinación de diferentes porcentajes de fuentes orgánicas tiene un impacto significativo en la cantidad de raíces. Durante la evaluación de cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4), se observó

que los tratamientos T4 y T3 fueron los más eficaces en términos de promover un mayor número de raíces.

Se encontró una diferencia significativa entre los tratamientos T2 y T1, lo cual indica que la combinación de fuentes orgánicas utilizada en T2 fue más efectiva para estimular la formación de raíces en comparación con T1. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de raíces entre los grupos T4 y T3. Esto sugiere que las combinaciones de fuentes orgánicas utilizadas en estos tratamientos son igualmente eficaces para promover el crecimiento radicular.

Tabla 4: Cantidad de raíces

Tratamientos	Media (unidad)
T1	1,67b
T2	2,22b
T3	4,06a
T4	4,33a
ES ±	0,6860
CV	11,16%

Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

Los tratamientos T2 y T1 (testigo) como difieren significativamente entre sí, ambos son menos eficaces en términos de la cantidad de raíces en comparación con los tratamientos T4 y T3. Además, los tratamientos T4 y T3 tampoco difirieron significativamente entre sí, lo que sugiere que las combinaciones de fuentes orgánicas utilizadas en ambos grupos son igualmente efectivas.

Efectos positivos en el crecimiento de las raíces debido a que contienen materiales orgánicos ricos en nutrientes que pueden mejorar la calidad del suelo y, por lo tanto, favorecer el crecimiento de las raíces. Por ejemplo, el estiércol vacuno descompuesto es una fuente de nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio, que son esenciales para el crecimiento de las plantas

Estos resultados respaldan la importancia de seleccionar cuidadosamente las combinaciones de fuentes orgánicas para maximizar el crecimiento de las raíces. Tanto T4 como T3 presentaron resultados favorables en términos de la cantidad

de raíces, lo cual indica que estas combinaciones específicas pueden ser consideradas como las más recomendables para futuras investigaciones o prácticas agrícolas.

3.3. Cálculo de los costos de producción de los sustratos propuestos

Durante la valoración económica financiera realizada, puede afirmarse que la composición orgánica en los 4 tratamientos incluyendo el tratamiento testigo, se presencia una rentabilidad y relación de costo/beneficio debido a que son sustratos accesibles económicamente, los principales gastos incurrieron en los materiales y condiciones para el montaje del experimento.

El tratamiento T4 tiende como se muestra en la tabla 5; a ser más rentable, ya que tiene una rentabilidad económica más alta y una relación C/B representativa en comparación con los otros tratamientos. Esto puede deberse a la mayor eficiencia del tratamiento T4 en mejorar la calidad del suelo y la germinación de semillas, lo que puede resultar en beneficios económicos para los agricultores y productores de plantas. Económicamente se representa una utilidad por cada tratamiento siendo el T4 el más viable.

Tabla 5: Cálculo de la factibilidad económica del empleo de sustratos orgánicos

Indicadores	T1	T2	T3	T4
Ingresos (cup)	2555,5	3219,25	3134,25	3151,05
Costo de producción(cup)	594.24	530.74	515.75	498.95
Relación-Costo/Beneficio (cup)	4,30	6,06	6,07	6,31
Rentabilidad %	81,12	85,84	85,86	86,33
Utilidad económica (cup)	1961.26	2668.51	2618.50	2652.10

Fuente: Elaboración propia

Impactos logrados

Científico:

- Mejora de la calidad del suelo: Las fuentes orgánicas pueden mejorar la estructura del suelo, su capacidad de retener nutrientes y agua, y la biodiversidad de organismos beneficiosos presentes en la rizosfera.

- Aumento de la fertilidad del suelo: La aplicación de fuentes orgánicas puede aumentar la concentración de nutrientes en el suelo, como el nitrógeno, fósforo y potasio, lo que puede mejorar el crecimiento y la producción de plantas.

Económico:

- Reducción del costo de fertilizantes químicos: El uso de fuentes orgánicas como abono puede reducir el costo de fertilizantes químicos, ya que estas sustancias orgánicas son generalmente más accesibles y sostenibles
- Mejora del rendimiento agrícola: La aplicación de fuentes orgánicas puede mejorar el rendimiento agrícola y la calidad de los productos agrícolas, lo que puede resultar en beneficios económicos para los agricultores y productores de plantas.

Ambientales:

- Mejora de la calidad del agua: La aplicación de fuentes orgánicas puede mejorar la calidad del agua al reducir la erosión del suelo y la contaminación hídrica.
- Reducción del impacto ambiental de la agricultura: El uso de fuentes orgánicas puede contribuir a una agricultura más sostenible y ecológica, ya que estas sustancias orgánicas pueden ayudar a reducir la contaminación del aire, el agua y el suelo.

CONCLUSIONES

1. En la germinación de *Adenium obesum* el tratamiento 4 fue efectivo en un menor tiempo, aunque se identificó una dispersión mayor en el tiempo y una menor uniformidad en los demás tratamientos
2. Al evaluar las variables de altura de planta, longitud y cantidad de raíces coincide el tratamiento 4 en ser más efectivo. Los demás tratamientos alcanzaron resultados satisfactorios, pero difieren estadísticamente unos de otros.
3. Se deriva del análisis económico en la relación costo beneficio un impacto contable en el tratamiento 4, demostrando también ser representativo a los demás tratamientos en cuanto a la utilidad económica en \$ 2652.10 cup

RECOMENDACIONES

1. Realizar mediciones en otros periodos de tiempo del cultivo, con la utilización de otras fuentes orgánicas y diferentes concentraciones.
2. Sistematizar los resultados en otras regiones del país a nivel de viveros privados y estatales, así como a la Red Nacional de Jardines Botánicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, B. (2020). *Rosa del desierto: cuidados*. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/rosa-del-desierto-cuidados-2492.html>
- Acosta, B. (2023). *Abono orgánico. Qué es, tipos, beneficios y cómo hacerlo*. <https://www.ecologiaverde.com/abono-organico-que-es-tipos-beneficios-y-como-hacerlo-1992.html>
- Alva Arévalo, H. W. (2023). *Respuesta de tres dosis de abono orgánico (gallinaza) en el rendimiento del cultivo de maní (Arachisipogaea L.) variedad rojo italiano en un inceptisol de Pucallpa*. http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6157/B4_2023_UNU_AGRONOMIA_2023_T_HENRY_ALVA_V1.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- Anicua, S., Gutiérrez, M. C., Sánchez, P., Ortiz, C., Volke V. H. & Rubiños, J. E. P. (2009). Tamaño de partícula y relación micromorfológica en propiedades físicas de perlita y zeolita. *Agrícola Técnico. México*. 35, 147-156. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000200002
- Barraza, F., Benavides, O. & Torres, F. (2016). Calidad fisiológica y energía de germinación de semillas de balsamina (*Momordicacharantia L.*). *Revista de ciencias agrícolas*. 33(1), 43-52. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v33n1/v33n1a05.pdf>
- Bidwell, R. G. S. (1993). *Fisiología vegetal*. A.G.T Editor, S.A. México. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/fisiologiavegetalbidwell.pdf>
- Bonells, J. E. (2017). *Historia de la jardinería*.
- Bravo, A., Medina, K., Garruña, R., & Latournerie, L. (2020). *Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (Physalisixocarpa)*. 30.
- Briceño, G. (2018). *Floricultura*. Euston 96.
- Brown, S. (2012). *Adenium obesum Family: Apocynaceae. University of Florida IFAS Extension y Lee County Southwest Florida*. http://lee.ifas.ufl.edu/Hort/GardenPubsAZ/Dessert_Rose_Adenium_obesum.pdf
- Buechel T. (2016). *Greenhouse herb and vegetable production – Part 4/4 – Growing media*. PROMIX. <http://www.pthorticulture.com/en/training-center/greenhouse-herb-and-vegetable-production-part-44-growing-media/>
- Colombo R. C., Favetta V., Rodrigues de Melo, T., Tadeu de Faria, R., Aguiar e Silva M. (2016b). Potting media, growth and build-up of nutrients in

container-growndesert rose. *AJCS.* (10), 258-263. <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/INFORMIT.031134139198049>

Colombo, R. C., Favetta, V., Yamamoto, L. Y., Alves, G. A. C., Abati, J., Takahashi, L. S. A. & Faria, R. T. (2015a). Biometric description of fruits and seeds, germination and imbibition pattern of desert rose [*Adenium obesum* (Forssk.), Roem. & Schult.]. *Journal of Seed Science*, 37(4), 206-213. http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-15372015000400206

Dzul, R. I. S. (2018). *Acondicionamiento pregerminativo de adeniumobesum y evaluación de sustratos con nutrición orgánica para su cultivo.* (Tesis Doctoral). Tecnológico Nacional de México). https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO_NEW/GEN_2015-2017/Rosa%20Isabel%20Santos%20Dzul.pdf

Fernández, A., Marrero, V., Salgado, J. M., Cruz, M., Igarza, A., Hernández, M. I., Calzada, V. & Rajme, Y. (2012). *Recomendaciones técnicas para la producción y comercialización de flores de Corte.* Minag. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. <https://docplayer.es/49497237-Recomendaciones-tecnicas-para-la-produccion-y-comercializacion-de-flores-de-corte.html>

García, G. (2019). *AdeniumObesum.* Scribd, 1-9. <https://es.scribd.com/document/426724846/Adenium-Obesum>

Gayosoo-Rodríguez, S., Borges-Gómez, L., Villanueva-Couoh, E., Estrada-Botello, M. A. & Garruña-Hernández, R. (2016). Sustratos para producción de flores. *Agrociencia*, 50 (5). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30246698007>

Gutiérrez. M. (2017). Evaluación de seis sustratos para enraizamiento de rosa del desierto *Adeniumobesum* (Forssk.) Roem. & Schult. (Tesis de Grado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6008>

Hartmann, T., Hudson, D. E., Kester, & Fred, T. Davies, J. R. (1990). *Plant Propagation: Principles and Practices. Fifth edition.* Regents/Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. USA. 647. <https://www.worldcat.org/es/title/plant-propagation-principles-and-practices/oclc/899755558>

Henny, R. & Chen, J. (2013). *Florida Foliage House Plant Care: Adenium obesum.* 2013. ENH1213. Environmental Horticulture Department, Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 1-2.

- Herrera, B. (2012). *Propagación de estacas de sachá inchi (Plukenetia volubilis L.) en tres tipos de sustratos con el uso de ácido naftaleno acético (ana) y ácido indolbutírico (aib)*. (Tesis Grado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi-Ecuador.
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/743/1/T-UTC-0576.pdf>
- Intagri. (2023). *Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimientales*. <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimientales>
- Islam, S., Mia, A., Hossain, T., Ahmed, J., Khan, H. (2012). Priming on embryo emergence and seedling vigor of small fruited bitter melon (*Momordica charantia* L.) under suboptimal temperature. *Int J Agr Sci Res.* 2, 1 - 10.
<http://www.tjprc.org/publishpapers/--1348148289-1.%20Agri%20Sci%20-%20IJASR%20-%20Priming%20-%20ABDUL%20BASET%20MIA%20-%20Bangladesh.pdf>
- Jiménez, M. (2014). El cultivo de la Dalia. *Rev. Cultivo Tropical*.
<https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/947/html>
- Kachannapoom, K., Sunheem, S., & Kachannapoom, K. (2010). Propagación in vitro de *Adenium obesum* (Forssk) Roem. y Schult. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 209-213.
<https://eurekamag.com/research/002/251/002251048.php>
- Limones, V., Martín, F. & Borges, I. (2018). La rosa del desierto (*Adenium obesum*): de exótica flor de ornato a interesante fuente de compuestos bioactivos. *Centro de Investigación Científica de Yucatán. Desde el Herbario CICY 10*, 128–131.
- Loor, D. J. (2023). *Uso de diferentes sustratos en la aclimatación y enraizamiento in vitro de plantas de orquídea (Phalaenopsis)*. (Tesis de Grado). Universidad de Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/67689/1/Tesis%20Daymar%20Jamilet%20Loor%20Cárdenas-%20Orquídea%20Phalaenopsis.pdf>
- López, A. S. (2021). *Clonación in vitro de la flor del desierto (Adenium obesum) utilizando diferente dosis de quitosano*. (Tesis de Grado). Universidad de Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/56114/1/L%C3%B3pez%20Cajas%20Andy%20Steven.pdf>
- López, S., Mamani, J. & Payo, G. (2012). Efecto del sustrato y regulador de crecimiento en la propagación de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) bajo condiciones naturales en el INTA EEA Salta. *Horticultura Argentina*. 32 (79).

[file:///D:/Downloads/201402261743420.Res%C3%BAmenes%20Arom%C3%A1ticas%20Tucum%C3%A1n_HA%20Base%20\(3\).pdf](file:///D:/Downloads/201402261743420.Res%C3%BAmenes%20Arom%C3%A1ticas%20Tucum%C3%A1n_HA%20Base%20(3).pdf)

- Lucero, D. (2013). *Enraizamiento de Esquejes para la Producción de Plantas de Café variedad Robusta Coffeacanephora*. (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador. 84. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/4736>
- Masenda, E. (2015). *Cáscaras de Maní*. Manual del Cultivador de Hongos. 131: p. 1 - 2. <https://www.hongoscomestiblesymedicinales.com/P/P/oyster%20bien/capitulo%205%20pag.130-132.pdf>
- Meléndez, & Molina. (2002). *Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Fertilización Foliar de Plantas Ornamentales Universidad de Costa Rica. Centro de investigaciones agronómicas. Laboratorio de suelos y foliares.* https://www.researchgate.net/publication/283908842_Fertilizacion_Foliar_Principios_Cientificos_y_Practicas_de_Campo
- Méndez, J. R., Moreno, M. J. & Moya, J. F. (2009). Efecto de diferentes combinaciones de sustratos (arena, suelo y/o bagazo de caña de azúcar) sobre la germinación de semillas y altura de plantas de guayaba (*Psidiumguajava* L.). *Revista UDO Agrícola* 9 (1), 121-125. <file:///C:/Users/Alicia/Downloads/Dialnet-EfectoDeDiferentesCombinacionesDeSustratosArenaSue-3293836.pdf>
- Mofidpoor, M. (2007). Quality of peat moss as a component of growing media (Tesis de Grado). *Universidad de Columbia Británica, Vancouver-Canadá.* <https://open.library.ubc.ca/soa/cIRcle/collections/ubctheses/831/items/1.0100713>
- Morales, M. R. (2009). *Comparación de seis sustratos comunes en la producción de pepino (Cucumissativa) y acumulación de sales, bajo invernadero en Zamorano, Honduras*. (Tesis de Grado). Ingeniero Agrónomo, Zamorano.
- Morisique, D. E., Mata, D. A., Facciuto, G. & Bullrich, L. (2012). *Floricultura: Pasado y presente de la Floricultura Argentina*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-floricultura_pasado_y_presente_de_la_floricul.pdf
- Ornam. Hortico. (03 de julio - septiembre de 2018). *Adeniumobesum como nueva flor de florero: gestion cultural*. Adeniumobesumcomo nueva flor de florero: gestion cultural.
- Ortega-Martínez, L. D., Sánchez-Olarte, J. Díaz-Ruiz, R. & Ocampo-Mendoza, J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de

- tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL). *Revista Ra Ximhai* 6(3). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4611601500>
- Parra, M. V., Sobrero, M. T., & Pece, M. G. (2015). Solarización: una alternativa de control de malezas para viveristas. *Foresta Veracruzana*, 17(1), 9-16. <https://www.redalyc.org/pdf/497/49742125002.pdf>
- Pineda, J. (2020). *Suelos Mixtos en Proporciones Óptimas de Arena, Limo y Arcilla*. <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/suelos-francos/>
- Pinto, C. (2016). *Determinación de un indicador de aplicación de compost y bocashi y comprobación del incremento de materia orgánica en suelo degradado por actividad ganadera en el barrio Ungumiatza de la Parroquia Yantzaza del Cantón Yantzaza*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Loja, Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/14130>
- Prado-Urbina, G., Lagunes-Espinosa, Luz del C., García-López, E., Bautista-Muño, C del C., Camacho-Chiu, W., Mirafientes, F. & Aguilar-Rincón, V. H. (2015). Germinación de semillas de chiles silvestres en respuestas a tratamientos Pregerminativos. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2 (5), 139-149
- Puccio, P. (2018). *Monaco nature encyclopedia*. <https://www.monaconatureencyclopedia.com/adenium-obesum/?lang=es>
- Ramírez, L. A., Zuluaga, C. M. & Cortes, J. M. (2011). Evaluación de metodología de enraizamiento de esquejes de tallo lateral en genotipos de *Solanum phureja*. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 7(2) 192-203. <https://scholar.google.es/scholar>
- Ramón, V. (2007). El Control Orgánico de Plagas y Enfermedades de los Cultivos y la Fertilización Natural del Suelo. Guía práctica para los campesinos en el bosque seco. *Naturaleza y cultura internacional*. 35. https://www.academia.edu/30338129/El_CONTROL_ORG%C3%81NICO_DE_PLAGAS_Y_ENFERMEDADES_DE_LOS_CULTIVOS_Y_LA_FERTILIZACI%C3%93N_NATURAL_DEL_SUELO_Gu%C3%ADa_pr%C3%A1ctica_para_los_campesinos_en_el_bosque_seco
- Ravera, C., Bettera, C., Fernández, M., Estive, E. & Piñeda, H. (2008). Aprovechamiento de los residuos agrícolas. Procesamiento de la caja de *maní*, su conversión biológica y productos. *I Simposio Iberoamericano de Ingeniería en Residuos. Córdoba - Argentina: Universidad nacional de Río. Departamento de Tecnología Química; 2008*. <http://www.redisa.net/doc/artSim2008/tratamiento/A22.pdf>
- Reyes-Pérez, J. J., Pérez-Santo, M., Sariol-Sánchez, D. M., Enríquez-Acosta, E. A., Bermeo Toledo, C. R., & Llerena Ramos, L. T. (2019). Respuesta

- agropecuaria del arroz var. INCA LP-7 a la aplicación de estiércol vacuno. *Centro Agrícola*, 46(3), 39-48.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000300039&lng=es&tlng=es
- Rodríguez, L. & Apezteguía, R. R. (1999). *Cactus y otras suculentas en Cuba*. Científico-Técnica. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=104772>
- Rodríguez, N. (2023). *Cómo realizar un análisis de costo-beneficio*. HubSpot. <https://acortar.link/NBpUYO>
- Santos, R. I. (2018). *Acondicionamiento pregerminativo de Adenium obesum y evaluación de sustratos con nutrición orgánica para su cultivo*. (Tesis de Grado). Instituto Tecnológico de Conkal. Mexico]. https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO_NEW/GEN_2015-2017/Rosa%20Isabel%20Santos%20Dzul.pdf
- Soroa, M. R., Soto, F. & Terry, E. (2007). Crecimiento de posturas de *Gerbera jamesonii* establecidas con diferentes alternativas nutricionales. *Cultivos Tropicales* 28 (4), 41-49.
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193217894006.pdf>
- Torres, D. (2022). *Rentabilidad de una empresa: Qué es, cómo calcularla y ejemplos*. HubSpot.
- Tut, M. (2014). *Evaluación de cinco sustratos para la producción en vivero de palo blanco (Tabebuia donnell-smithii Rose)*. (Tesis de Grado). Universidad Rafael, Alta Verapaz-Guatemala. <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/22/Tut-Maynor.pdf>
- Urrestarazu, M. (2013). State of the art and new trends of soilless culture in Spain and in emerging countries. *Acta Hort.* 1013, 305-312.
https://www.ishs.org/ishs-article/1013_37
- Varella, T. L., Silva, G. M., da la Cruz, K. Z., Mikovski, A. I., da Silva, J. R., Carvalho, I. F. & Silva, M. L. (2015). In vitro germination of desert rose varieties. *Ornamental Horticulture* 21, 227-234.
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193217894006.pdf>
- Vargas, T., Castellanos, J. Z., Muñoz, J. J., Sánchez, P., Tijerina, L. C., López, R. M. Martínez, C. & Ojodeagua, J. L. (2008). Efecto del tamaño de partícula sobre algunas propiedades físicas del tezontle de Guanajuato, México. *Agro. Técnica. México* (34), 323-331.
<https://www.redalyc.org/pdf/608/60811116007.pdf>
- Zúñigas, A. & Carrodeguas, A. (2021). Bases para la mejora genética en la rosa del desierto (*Adenium obesum*). *Repertorio Científico*. 24 (1), 43-56
<https://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/>