

**Efecto de tres sustratos en el desarrollo del sistema radicular de esquejes de orquídeas del género *Cattleya* bajo condiciones de vivero en Lebrija, Santander.**

Luz Amparo Niño Flórez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Escuela de ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)

Programa de Agronomía

2022

**Efecto de tres sustratos en el desarrollo del sistema radicular de esquejes de orquídeas del género *Cattleya* bajo condiciones de vivero en Lebrija, Santander.**

Luz Amparo Niño Flórez

Proyecto de investigación para optar al título de profesional agrónomo

Directora

Carolina Rueda Arteaga

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Escuela de ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)

Programa de Agronomía

2022

Página de Aceptación

---

Ingeniera Carolina Rueda Arteaga

Directora Trabajo de Grado

---

Jurado

---

Jurado

Bucaramanga, 2022

### **Dedicatoria**

Infinitas gracias a Dios por permitirme realizar mis sueños, a mi madre María Irene Flórez por darme la vida, a su esposo Manuel Galvis y mis hermanos ejemplo de trabajo honradez, a mis hijos especialmente a mi pequeña Zareth Rengifo.

Dedico este trabajo de grado a todas aquellas personas que de una u otra manera fueron partícipes en el acompañamiento, asesoría y motivación para avanzar en cada una de las etapas de este proyecto.

### **Agradecimientos**

A Dios y a los docentes que han tenido que ver en mi proceso formativo, gracias a cada uno por su disponibilidad y constante apoyo, especialmente a los Ingenieros Luis Aldo Molano, Jorge Moisés Andrade, Milton César Hernández, Carolina Rueda y Gloria Sánchez y, a los Doctores Carlos Aníbal Vázquez Cardozo, Germán Alfonso Ávila Lara y Gloria León Naranjo.

“No se requiere gran terreno para producir, pues en lo mínimo lo puedes lograr, si tu mente, corazón y voluntad lo desean”: Carlos Aníbal Vázquez Cardozo

## Resumen

Teofrasto, filósofo griego en los siglos VI y V a. C., acuñó el término "orchis" para referirse a estas plantas, observando que sus bulbos tenían un parecido a los testículos masculinos y, así quedó el nombre como identidad de las plantas que hoy se llaman orquídeas. La partícula griega "epi" significa sobre y "phyte" planta, la unión de los dos términos indica la forma como crecen en la naturaleza, es decir, sobre los árboles. Las orquídeas aparecieron en la Tierra hace 65.000 años, su estudio ha permitido identificar miles de especies por todo el Planeta. La orquídea es una planta exótica de belleza sin igual y, por ello, ha sido muy codiciada en hibridación y su comercio internacional es muy alto. Se han confirmado más de 35.000 especies y 180.000 híbridas, de las cuales Colombia posee 4.270 (Betancur et al., 2005), En Santander, según *El libro de las orquídeas* (López, 2011), lograron registrarse un total de 582 especies agrupadas en 142 géneros. Santander posee el 14 % de las especies nacionales y el 2 % de las internacionales (Montaño, 2015). A pesar de la existencia de las entidades gubernamentales encargadas de controlar y hacer seguimiento a la flora y fauna de Colombia, todavía existe una gran brecha en la aplicabilidad de las normas para conservar este tesoro nacional, frente a la creciente deforestación para ampliar la frontera agropecuaria y, el traslado de especies a otros departamentos. La creciente demanda comercial de la orquídea ha hecho que, especies como la *Cattleya* se encuentren en estado crítico, según el *Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 6: Orquídeas, del instituto Alexander Von Humboldt* (Calderón Sáenz, 2006). Santander cuenta con áreas de conservación y avanzadas zonas deforestadas donde existe déficit de orquídeas y otras en peligro de extinción, como el municipio de Lebrija. Por esta razón se realizó en Lebrija, un proyecto para evaluar tres sustratos compuestos de pino, biomasa vegetal descompuesta y fibra de coco, con el fin de evaluarlos conforme con datos obtenidos y, así, crear una

recomendación sobre su eficacia en el enraizamiento de orquídeas y desarrollo de brotes o renuevos.

***Palabras clave:*** especies: orquídeas, géneros, endémicas, sustratos, exótica.

### Abstract

Teofrasto, a Greek philosopher in the 6th and 5th centuries BC, coined the term "orchis" for these plants, noting their bulb's resemblance to male testicles, and thus, the name stuck as the identity for the plants we now call orchids. The Greek particle "epi" meaning "upon" and "phyte" meaning "plant" combine to describe their natural growth habit—upon trees. Orchids appeared on Earth 65,000 years ago, and studying them has enabled the identification of thousands of species worldwide. Orchids, with their unmatched exotic beauty, have been highly sought-after for hybridization, resulting in a thriving international trade. There are over 35,000 confirmed species and 180,000 hybrids, with Colombia hosting 4,270 species (Betancur et al., 2005). In Santander, 582 species grouped in 142 genera were recorded according to "El libro de las orquídeas" (López, 2011), making up 14% of the national species and 2% of the international ones (Montaño, 2015). Despite existing government entities tasked with monitoring Colombia's flora and fauna, a significant gap remains in implementing conservation measures for this national treasure, due to increasing deforestation to expand agricultural and livestock frontiers and the relocation of species to other regions. The surging commercial demand for orchids has pushed species like *Cattleya* into critical states, as identified in the "Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 6: Orquídeas" by the Alexander Von Humboldt Institute (Calderón Sáenz, 2006). Santander features conservation areas and advanced deforested zones with deficits of orchids and other endangered species, like in Lebrija municipality. To address this, a project was conducted in Lebrija to evaluate three substrates composed of pine, decomposed plant biomass, and coconut fiber, aimed at assessing their effectiveness in orchid rooting and shoot development, leading to recommendations based on the obtained data.

**Keywords:** species, orchids, genera, endemic, substrates, exotic

## Tabla de contenido

Introducción .....	14
Planteamiento del problema.....	16
Descripción del problema .....	16
Formulación del problema .....	16
Hipótesis .....	17
Justificación .....	18
Objetivos .....	20
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos.....	20
Marco teórico .....	21
Generalidades de las orquídeas.....	21
Morfología de la orquídea.....	21
Propagación de orquídeas género <i>Cattleya</i> .....	23
Sustratos .....	25
Propiedades físicas de un sustrato para trasplante de orquídeas género <i>Cattleya</i> . .....	27
Características principales de las orquídeas género <i>Cattleya</i> . .....	27
Principales plagas y enfermedades que atacan las orquídeas género <i>Cattleya</i> . .....	28
Nutrición de orquídeas nativas y urbanas. ....	28
Estado de conservación de orquídeas género <i>Cattleya</i> en Colombia. ....	30

	10
Biodiversidad de orquídeas en Colombia. ....	30
Metodología .....	32
Resultados.....	35
Cantidad de raíces. ....	35
Cantidad de hojas.....	37
Cantidad de tallos.....	38
Longitud de tallos. ....	40
Longitud de raíces.....	42
Conclusiones .....	45
Recomendaciones .....	46
Referencias bibliográficas.....	47
Apéndices.....	50

**Lista de Tablas**

Tabla 1. ANOVA para el parámetro cantidad de raíces.....	35
Tabla 2. Análisis de diferencia de medias para el parámetro cantidad de raíces.....	36
Tabla 3. ANOVA para el parámetro cantidad de hojas.....	37
Tabla 4. Análisis de diferencia de medias para el parámetro cantidad de hojas.....	37
Tabla 5. ANOVA para el parámetro cantidad de tallos.....	39
Tabla 6. Análisis de diferencia de medias para el parámetro cantidad de tallos.....	39
Tabla 7. ANOVA para el parámetro longitud de tallos.....	40
Tabla 8. Análisis de diferencia de medias para el parámetro longitud de tallos.....	41
Tabla 9. ANOVA para el parámetro longitud de raíces.....	43
Tabla 10. Análisis de diferencia de medias para el parámetro longitud de raíces.....	43

### Lista de Figuras

Figura 1. <i>Georreferenciación vivero de propagación. Vereda Palonegro, Lebrija, Santander.</i>	33
Figura 2. <i>Promedios de conteo de raíces ordenado por tratamientos.....</i>	36
Figura 3. <i>Promedios de conteo de hojas ordenado por tratamientos.....</i>	38
Figura 4. <i>Promedios de conteo de tallos ordenado por tratamientos.....</i>	40
Figura 5. <i>Promedios de longitud de tallos ordenado por tratamientos. ....</i>	42
Figura 6. <i>Promedios de longitud de raíces ordenado por tratamientos. ....</i>	44

### Lista de Apéndices

Apéndice A. <i>Disposición en vivero de plantas de Cattleyas en observación.</i> .....	50
Apéndice B. <i>Sistema radicular de Cattleya.</i> .....	50
Apéndice C. <i>Esqueje de Cattleya.</i> .....	51
Apéndice D. <i>Puntos de germinación radicular en B.M., descompuesta a 60 días.</i> .....	51
Apéndice E. <i>Sistema radicular de Cattleya en sustrato de B.M.D., desarrollado a 60 días de siembra.</i> .....	52
Apéndice F. <i>Tallo en desarrollo en sustrato de coco a los 60 días de siembra.</i> .....	52
Apéndice G. <i>Sistema radicular desarrollado en sustrato de pino a 90 días.</i> .....	53
Apéndice H. <i>Sistema radicular desarrollado a 90 días de siembra en fibra de coco.</i> .....	53
Apéndice I. <i>Toma de datos en el desarrollo de la prueba (60 días).</i> .....	54
Apéndice J. <i>Toma de datos en el desarrollo de la prueba (90 días).</i> .....	54

## Introducción

Se estima que el 10 % de las plantas vasculares conformadas por unas 30.000 especies están localizadas en los Andes tropicales de Sur América (Mittermeier et al., 2004). Este ecosistema cuenta con bosques de niebla, de cuya extensión Colombia posee unos 152.281 Km<sup>2</sup> (Mulligan & Burke, 2005), distribuidos en un rango altitudinal de los 550 a 3.600 msnm (Morales & Armentereas, 2013), los cuales se caracterizan por tener una alta densidad de especies de epifitas vasculares conformadas entre 60 y 73 % de orquídeas, con cerca de 3.625 a 4.270 especies, agrupadas entre 248 y 280 géneros (Betancur et al, 2005).

En Colombia esta diversidad de orquídeas está siendo amenazada de manera exponencial y acelerada, debido a la extracción ilegal de estas plantas que se extraen con fines comerciales, sin que haya algún control por parte de las autoridades municipales y departamentales. Igual ocurre con la quema y tala quema indiscriminadas de bosques nativos y humedales que, cada nuevo día aumenta la deforestación y, obliga a las orquídeas a sobrevivir en condiciones vulnerables, diferentes a su hábitat natural, como son los espacios domésticos y viveros en condiciones no adecuadas para su normal desarrollo y propagación de la especie. No obstante, estos factores que han venido alterando el ecosistema natural de las orquídeas, interviene la expansión social por voluntad, a partir de los terratenientes que buscan con estos procesos, incrementar sus extensiones de tierra por medio de la tala de árboles maderables, implementando cultivos o plantaciones con fines económicos. Otra forma de generar daño al ecosistema es la incursión de colonos que debido a su desplazamiento por la violencia que afecta a Colombia, han sido despojados de sus tierras y de sus cultivos ya establecidos por generaciones, a partir de la

tradición cultural de cada región, afectando la flora y la fauna y, los recursos hídricos del territorio. La *Cattleya Trianae* es la flor insignia de Colombia, a la cual Guillermo Valencia le dedicó un hermoso poema: "Por tu altivez invicta, por tu belleza extraña, por el sereno ritmo de tu vivir a gusto, que lo servil no inquieta, ni lo vulgar empaña, te consagro mi patria por su blasón venusto" (Díaz Piedrahita, 2001). Por el valor del hermoso poema citado, sería un argumento sólido para que el emblema nacional patrio fuera de rigurosa atención.

## **Planteamiento del problema**

### **Descripción del problema**

Los inventarios constituyen una herramienta valiosa para describir y cuantificar la diversidad de los ecosistemas (Villareal et al., 2004), citado por (Ardila, 2018). Los datos generados en el curso de los años reflejan el estado de conservación y extinción de muchas especies de orquídeas conocidas en Colombia, teniendo en cuenta que es el país con mayor número de especies de orquídeas de importancia ecológica y comercial, por lo cual es indispensable recuperar y propagarlas, utilizando sustratos que, de alguna forma, se asimilen a sus condiciones ambientales naturales, para evitar técnicas que contribuyan con su desaparición parcial o completa.

Por muchos años se han utilizado diversas clases de sustratos en la propagación de orquídeas nativas e híbridas, siempre con el propósito de obtener florecencia temprana y vigorosidad de la planta en el caso de orquídeas domesticadas y, para el caso de orquídeas nativas, se ha desconocido el origen de las especies y se ha procedido a emplear sustratos diferentes a los encontrados en el hábitat de cada género y especie que, para el caso de las *Cattleyas*, ha generado un impacto a su adaptación y supervivencia, Con el fin de contribuir con su reproducción y repoblamiento en campo, se debe agilizar el proceso de generar raíces en forma natural, utilizando sustratos idóneos y de fácil consecución.

### **Formulación del problema**

¿La incorporación de tres sustratos diferentes permite disminuir los tiempos de crecimiento y desarrollo del sistema radicular de plantas de orquídeas del género *Cattleya*?

¿El crecimiento y desarrollo del sistema radicular de las plantas de orquídeas del género *Cattleya* depende de la clase de sustrato y las condiciones ambientales que se les pueda brindar?

### **Hipótesis**

Los sustratos conformados por pino pátula, biomasa vegetal descompuesta y fibra de coco son alternativas potenciales para estimular el crecimiento y desarrollo del sistema radicular de la orquídea del género *Cattleya*

## Justificación

Por su posición astronómica, Colombia posee diversidad de pisos térmicos que permite encontrar orquídeas en todo el territorio. Su adaptación a diferentes lugares sin ser endémicas permite algunos casos de desarrollo y propagación. Sin embargo, al extraer una planta de su hábitat natural, sea cual fuere la región de origen, termina por generar un daño al ecosistema y a la supervivencia de la especie, cuando no se le ofrece un cuidado que permita su adaptación al medio que se le ofrece, ocasionado de esta forma, un riesgo de extinción de la planta. Ahora bien, no todas las *Cattleyas* tienen el mismo trato en su preservación debido a factores tales, como el clima, la humedad y su anclaje a los diferentes medios de siembra. Por tal razón, los sustratos donde se les desee habituar varían según el lugar de origen y especie de la planta.

Con base en lo anterior y dada la experiencia que la autora ha obtenido como comercializadora de orquídeas y, dejando de lado los estereotipos de planta vs dinero, ha logrado desarrollar un vínculo afectivo entre planta y cliente, interviniendo más en el proceso de la preservación de las plantas, a partir de la orientación, seguimiento y asistencia a las mismas, sosteniendo con los clientes una relación comercial, enfocada en la preservación de las mismas.

Debido a su forma de propagación, su exótica floración, su variedad de colores y sus fragantes olores, las orquídeas de género *Cattleya* son muy deseadas por todos y aborrecidas por muchos, dado su valor y el concepto de cuidado, mal enfocado por parte de quienes la comercializan, porque la han considerado como un producto que solo sirve para adornar los jardines de las personas con poder adquisitivo y, no reconocen el valor de su mantenimiento que, las ha llevado a ser vistas como un producto de complicado cultivo y difícil preservación, considerando que es necesario adquirir la corteza de pino pátula cuyo valor es elevado.

Por tal motivo, la autora de este ensayo se enfocó en la orquídea género *Cattleya*, teniendo en cuenta el tipo de sus clientes que la adquieren, su práctica en recuperar orquídeas enfermas y, en la propagación de la misma a partir de esquejes. Con toda esa información, estableció que las *Cattleyas* no solo sobreviven o se mantienen en la corteza de pino pátula, sino que, se desarrollan y se conservan en otros sustratos como la fibra de coco y la biomasa de material vegetal descompuesto, con lo cual disminuyen los costos en su sostenimiento, las hace más asequibles y favorece más su conservación.

Aunque la comercialización de las *Cattleyas* tienen ciertas limitaciones a la hora de ser adquiridas, no es cierto que solo se debe mantener en pino pátula, producto con el cual ha sido comercializada desde hace mucho tiempo.

También se ha venido utilizando técnicas para una reproducción asexual rápida en orquídeas, lo cual implica buscar sustratos que sean efectivos en forma radicular y, utilizar y fomentar otros tipos de sustratos, propósito de este trabajo.

De igual forma, las experiencias sobre propagación de orquídeas con múltiples sustratos en las comunidades por muchos años, suponen comparaciones, dudas y respuestas basadas en datos científicos que ocasionan mayor confiabilidad sobre tema.

En consecuencia, se ha diseñado un proyecto con metodología cualitativa y cuantitativa con el cual se espera obtener datos de crecimiento y desarrollo en raíz y tallo de orquídeas *Cattleya* sembradas en diferentes sustratos.

Para este trabajo se ha dispuesto trabajar en área rural donde se brindan las condiciones de vivero, una malla sombra de un 50 %, con agua de riego de aljibe y sin fertilización. Se tomarán tres muestras de datos durante 90 días y, luego se someterán a un análisis estadístico para sugerir las recomendaciones.

## Objetivos

### Objetivo General

Evaluar el efecto de tres sustratos sobre el desarrollo del sistema radicular de esquejes de orquídeas del género *Cattleya* bajo condiciones de vivero en Lebrija, Santander.

### Objetivos Específicos

Evaluar la respuesta de crecimiento de raíces y brotes en plantas de orquídeas del género *Cattleya*, con los diferentes sustratos.

Determinar el comportamiento morfo agronómico de las orquídeas del género *Cattleya*, provenientes de tres tratamientos de sustratos diferentes.

Establecer la relación costo/beneficio de los diferentes sustratos reflejados en los tiempos de crecimiento y desarrollo del sistema radicular.

## Marco teórico

### Generalidades de las orquídeas

Según la variedad de *Cattleya* y su ubicación en el territorio nacional, su época de floración corresponde con el color de la flor (Calderón-Sáenz, 2006).

Las *Cattleyas* son plantas de tipo herbáceo de ciclo perenne, hábito epifito y litófilo con desarrollo simpodial. Morfológicamente se encuentran divididas en dos grandes grupos: las bifoliadas (Chocó, Orinoquia y Antioquia), unifoliadas que predominan en la zona centro occidente y sur del país.

### Morfología de la orquídea

Las orquídeas presentan rizomas de 1.2 a 14 cm que pueden ser ramificados o solitarios, con bulbos de forma cilíndrica y carnosa con longitudes que van desde 2.8 hasta 24 cm y diámetros de 3 a 4.31 mm (Universidad de Caldas, 2011).

**Raíces:** en ellas se observa un velamen blanco que cambia de color según su grado de hidratación y, actúa como receptor de humedad y nutrientes. En su extremo existe la cofia de color verde que puede ser de color amarillo ocre según receptación solar de la planta, hojas de variados tamaños, sin peciolo y de consistencia carnosa.

Las raíces son quebradizas, de color blanco y cofia verde claro. Algunas llegan a mediar más de un metro de largo y, su grosor depende de la especie.

La raíz puede presentar fototropismo negativo o positivo. Algunas clases de orquídeas presentan fototropismo negativo en la raíz, porque se aleja totalmente de la luz, pero sus otros órganos crecen con fototropismo positivo.

En el procedimiento de enraizamiento ex situ, debe realizarse, utilizando sustratos acordes con su sistema radicular, tamaño, especie y, género de la planta.

**Las inflorescencias:** cuando son de yema terminal, están protegidas por una espata y, presentar flores en racimo con pocas flores grandes vistosas, con dos pétalos y tres sépalos acintados, columna recta con cuatro polinios aplanados con caudículas y, el labelo sin columna (Lindley, 1826). Las flores son hermafroditas y, su fruto es una cápsula, trilocular, dehiscente, estriado en forma longitudinal de color verde (Universidad de Caldas, 2011).

Por su condición de epífitas, las orquídeas tienen la peculiaridad de adherir a superficies de donde puedan tomar los nutrientes que requieren para su supervivencia, mediante la escorrentía, humedad atmosférica o vía foliar. Como característica especial, algunas orquídeas poseen un velamen de raíces con epidermis pluristrata (Plata, 1982), lo cual significa que estas plantas están dotadas de un sistema radicular que se adapta a diferentes condiciones ambientales y zonas donde el exceso o déficit hídrico, en cierta forma, lo controla el velamen.

**Tallo:** las orquídeas tienen un tallo compuesto por rizomas de 1 a 14 cm que pueden ser ramificados o solitarios, con bulbos de forma cilíndrica y carnosa de longitudes que van desde 2.8 hasta 24 cm con diámetros de 3 a 4.31 mm (Universidad de Caldas, 2011), crecen en forma horizontal y, desarrollan un sistema radicular exterior o interior, según el tipo de sustrato o anclaje suministrado.

En el rizoma se forman las yemas vegetativas que generan nuevos pseudobulbos que, según la variedad de planta, formarán entre una y tres nuevas hojas que producirán la inflorescencia esperada (EAFIT, 2022).

**Pseudobulbos:** son una estructura o reservorio que tienen las orquídeas para procesar y mantener sus nutrientes, tales como: carbohidratos, micronutrientes y reserva de agua para su mantenimiento en diferentes épocas del año (Lurhi, 2022). En algunas variedades del género *Cattleya*, existen pseudobulbos alargados, cortos, oblongos o arrugados longitudinalmente. con

aparición de deshidratación, factor que se origina por cambios ambientales o genéticos (Jiménez-Peña et al., 2020).

**Hojas:** Son de variados tamaños y sin peciolo, de consistencia crasulácea. En ocasiones, su coloración denota su estado fitosanitario y nutricional o sobre nutricional.

En las orquídeas del género *Cattleya* se produce por una sola vez y vía apical, una inflorescencia con diferente número de flores y tamaños.

Además de ser importantes para la fotosíntesis de las orquídeas, las hojas son un medio importante para tomar nutrientes del medio aplicado y, obtener mediante el explante, el material genético para propagación in vitro, la técnica que mantendrá su información genética más exacta y, así, se minimiza la variabilidad genética de la planta (Pardo et al., 2008).

**Flores:** Son inflorescencias de yema terminal protegida por una espata, con pocas flores en racimo, grandes y vistosas, de dos pétalos y tres sépalos acintados, columna recta, con cuatro polinios aplanados con caudículas y, un labelo que carece de columna (Lindley, 1826). Las flores son hermafroditas, el fruto es una cápsula, trilocular, dehiscente, estriado longitudinalmente y de color verde (Universidad de Caldas, 2011).

En las flores se presenta un fenómeno llamado resupinación que es un giro de 180 ° antes de que abra la flor, con el propósito de exponerse a los polinizadores (Nuevo, 2022).

### **Propagación de orquídeas género *Cattleya*.**

Debido a que Colombia con 4.010 especies de 235 géneros representa el 87 % de la diversidad orquídeológica, Antioquia es el departamento con mayor diversidad biológica de orquídeas, por sus características ambientales aptas para su desarrollo y propagación de manera natural, seguido de Cundinamarca con más de 100 especies endémicas, de las cuales algunas se han extinguido por diversos factores antrópicos como la tala, la quema, la extracción de maderas

para ampliar las fronteras agrícola, minera e, implementación de cultivos ilícitos, etc., que de cierta manera, han contribuido a la desaparición del hábitat de estas y muchas otras especies adaptadas a las condiciones edafoclimáticas del trópico colombiano (Ortiz, 2012).

Santander se caracteriza por tener una gran cantidad de reservas forestales y sistemas agroforestales. La actividad de extracción ilegal de flora nativa es constante, dando como resultado la pérdida de muchas especies endémicas, como es el caso de la orquídea *Sobralia uribei*, género de orquídea compuesta por 125 especies de la tribu Epidendreae endémica de Santander (Bonilla-Morales et al., 2016).

La importancia de la conservación de orquídeas es tan alta que, según Charles Darwin: “la atracción que ejercen sobre los insectos favorece la polinización cruzada entre las poblaciones” (Moreira-Muñoz, 2012).

Las orquídeas poseen semillas microscópicas con escasa capacidad de almacenamiento para nutrientes. Por esta razón, para germinar en su medio ambiente dependen de la interacción de endomicorrizas y, del viento que las traslada para quedar adheridas a los árboles o a musgos. Por ello, la extracción de musgo afecta este proceso que involucra la selección natural y, así mismo, diversifica y distribuye semillas en los diferentes ecosistemas de epífitas (Chávez, 2015).

La propagación ex situ se ejecuta, aprovechando la biomasa vegetal descompuesta de árboles presentes de las familias Boraginaceae, Pinaceae, Aceraceae, Fabaceae y, otras forofitos predominantes en Santander (Barajas-Meneses et al., 2005). También se utiliza con frecuencia, el musgo *Sphagnum* que genera un alto impacto ambiental, por su continua extracción ilegal de las reservas que, retienen agua y nutrientes básicos para el desarrollo de las plantas. Mejora la retención y distribución de agua en muros verdes, usando materiales alternativos como medio de crecimiento (Revista Ingeniería del Agua, 2023).

## Sustratos

En los campos es muy común encontrar corteza de pino pátula, biomasa vegetal descompuesta, fibra de coco, perlitas de arcilla, carbón y gravilla de río, entre otros elementos que se utilizan como sustratos para cultivar orquídeas de género *Cattleya*.

**Pino pátula.** Este sustrato tiene características especiales como recolector de nutrientes en el aire y facilitador del anclaje de raíces. También apoya el proceso de captación de humedad ambiental y, provee un pH ácido benéfico para la raíz de la orquídea (Sustrato para orquídeas, 2021). Lo mismo que la corteza de coco, es un excelente retenedor de agua (Rincón, 2016), y airea los sustratos. El sustrato de pino pátula derivado de la corteza es muy utilizado por sus propiedades inertes y, para el cultivo de orquídeas aporta características como: durabilidad, porosidad, fácil adquisición y anclaje. Además, favorece el rápido desarrollo de las plantas. En la etapa de trasplante debe utilizarse con granulometría acorde con el tipo de orquídea (Buitrón et al., 2016).

**La fibra de coco.** Se extrae del mesocarpio del coco y, se utiliza como materia prima para elaborar productos artesanales y, como sustrato de plantas por facilitar humedad, frescura y nutrientes esenciales. La fibra del mesocarpio de coco es un subproducto derivado de la fruta del cocotero (*Cocos nucifera*) y, como sustrato de plantas se considera muy útil por las características que ofrece, como la resistencia de cerca de 30 años para su degradación y, contiene lignina en un 25 % del volumen total (Moura et al., 2019), citado por Torres (2019). La fibra de coco se considera como alternativa de la turba sphagnum canadiense, empleada en la elaboración de sustratos para siembra, pero su obtención es difícil en Colombia.

Su tejido medular, constituido por lignina, celulosa y hemicelulosa tiene gran capacidad para retener agua y absorber nutrientes esenciales como el potasio para las plantas (Rincón et al.,

2016). Como aporta sodio y realiza un excelente intercambio catiónico, se recomienda usarlo como sustrato en preparación de mezclas para cultivos sin suelo (Díaz, 2021).

**Biomasa vegetal.** La propagación ex situ se ejecuta aprovechando biomasa vegetal descompuesta de árboles presentes de la familia Boraginaceae, Pinaceae, Aceraceae, Fabaceae, (Barajas-Meneses et al., 2005). En este caso, la biomasa en descomposición aporta a las plantas un importante apoyo en el intercambio catiónico, retención hídrica y materia orgánica (Martínez Romero, 2014). La biomasa carece de aportes nutricionales, porque, de acuerdo con la edad del árbol, así mismo disminuyen los contenidos de micro y macronutrientes en su fuste (Ramírez, 2018).

Para su sano desarrollo, las orquídeas requieren sustratos que les brinden oportunidad de anclaje, aire y retención de nutrientes. Además, la humedad controlada ambientalmente es muy importante, porque un exceso es crucial para su supervivencia ex situ. Por este motivo, se han encontrado diversas clases de sustratos que pueden ser importantes en cada etapa de la vida de una orquídea género *Cattleya*.

Al intentar propagar por vía asexual una planta, en este caso por esquejes, debe observarse asepsia total instrumental, para evitar contaminación cruzada y aparición de hongos, virus o bacterias. El material vegetal debe ser descontaminado y etiquetado con fecha de obtención y, de ser posible, identificar la planta con nombre técnico. Si es híbrido, deberá llevar el nombre claro de su hibridación.

Para facilitar el proceso de propagación de orquídeas, la mayoría de las veces se opta por la técnica asexual, puesto que, por método de germinación de semilla in situ es dispendioso y se obtiene valores muy bajos de supervivencia de plantas y, según la semilla, después de germinar tarda unos cinco años para formarse como planta (Soto, 2002).

### **Propiedades físicas de un sustrato para trasplante de orquídeas género *Cattleya*.**

En el proceso de reproducción de orquídeas, se debe emplear sustratos con las siguientes características: material poroso, durable en tiempo, ecológicamente sostenible y, económico, al alcance del productor.

Se trata de un apoyo para el área rural, porque contribuye a minimizar costos en los jardines y, de hecho, muchas especies están en su medio nativo en troncos y árboles, logrando desarrollo y facilidad para anclaje y, a la vez, es fácil para la orquídea retener humedad y nutrientes dentro del material descompuesto no mineralizado.

Tejas de barro, carbón vegetal, piedra pómez, gravillas y, arcillas también son materiales muy utilizados para brindar a la planta en reproducción, un ambiente fresco, aireación y drenajes.

### **Características principales de las orquídeas género *Cattleya*.**

Esta orquídea debe su nombre al botánico William Cattley (1788 - 1835), cuando su compañero Jean Jules Linden, botánico y coleccionista de orquídeas, nombró así este género de orquídeas.

Cada *Cattleya* tiene un epíteto, por ejemplo: *Cattleya Trianae*, en honor del botánico Jerónimo Triana Silva (Díaz Piedrahita, 2001).

### **Principales plagas y enfermedades que atacan las orquídeas género *Cattleya*.**

Para prevenir plagas y enfermedades en las orquídeas, se debe observar con rigor las indicaciones sobre el uso de plásticos (BPA), en los cultivos comerciales y en casa, no utilizar sustratos contaminados por plagas o posibles enfermedades.

Tener precaución con el tipo de agua que se le suministre a la planta, para evitar problemas de enfermedades, virus y otros transmitidos por vectores que, podrían llegar atraídos por la fragancia de las flores o procedentes de otros cultivos. Por ello, las plantas se deben someter a cuarentena antes de ingresarlas y, las herramientas y utensilios deben ser desinfectados y cicatrizados.

Las plagas que atacan las orquídeas son muy comunes, como cochinillas y cucarachas que atacan las raíces tiernas; grillos que atacan el follaje; abejas tipo meliponini que atacan las flores, abriendo agujeros; cochinillas muy difíciles de tratar por su persistencia; caracoles y babosas que, atacan flores, follaje y raíces; control con cebos y prácticas culturales como arañas rojas que atacan el follaje y extraen la sabia de las hojas; pulgones blancos y ácaros en cuyo control debe utilizarse biopreparados con base en hierbas.

### **Nutrición de orquídeas nativas y urbanas.**

Las orquídeas son plantas que por su tipo de raíz y de estado epifito, como el caso de la *Cattleya*, requiere de algunas condiciones básicas para su desarrollo en estado silvestre y en urbanidad. Sus requerimientos básicos son tres: aire, humedad y luz con protección solar. Por tal razón, suelen encontrarse en la parte alta de los árboles donde pueden recibir por la corteza y escorrentía, los nutrientes que el agua hace bajar hasta su sistema radicular. Los bulbos de la

orquídea género *Cattleya* son reservorios de agua y nutrientes que actúan para su sostenimiento y, apoyo nutricional a sus renuevos, evitando la deshidratación de la planta durante largo tiempo.

En los cultivos de orquídeas género *Cattleya*, se utiliza fertilización química en proporciones de 50/50 con formulación bajo criterio agronómico y requerimiento nutricional de las plantas, previo análisis foliar para plantaciones que lo requieren.

Se debe procurar que la nutrición foliar que se suministre sea efectiva, teniendo en cuenta el estado de las hojas y la cutícula esté hidratada, para permitir la adsorción del nutriente. Las aplicaciones foliares no se recomiendan totalmente, porque la planta adsorbe nutrientes por la raíz con mayor efectividad. La fertilización de las plantas debe hacerse en horas frescas del día, para evitar quemazón de hojas y, desalinizar cada dos meses con agua pura, sobre el sustrato de las orquídeas (Villegas, 2022).

**Fertilización.** La *Cattleya* en cultivos comerciales debe recibir fertilización química balanceada, utilizando las tres formas: macroelementos primarios, macroelementos secundarios y microelementos. A continuación, las características de cada elemento,

*Nitrógeno:* representa hasta el 6 % de la masa de la planta, prescindible en fase de crecimiento.

*Fosforo:* elemento indispensable para la floración, enraizamiento, fructificación y desarrollo de órganos vegetativos.

*Potasio:* ayuda a trasladar por la savia, todo aquello que el metabolismo de la planta requiere.

*Calcio, magnesio, azufre y hierro* son el conjunto de macroelementos secundarios de menor consumo de las plantas, pero indispensables en el crecimiento de las mismas (Villegas, 2022)

*Boro, cloro, cobre, zinc, manganeso, molibdeno, cobalto y yodo* son elementos que se suministran en forma de quelatos y, en mínimas cantidades. Su presencia es indispensable en las plantas, para la asimilación correcta de los demás nutrientes.

### **Estado de conservación de orquídeas género *Cattleya* en Colombia.**

La *Cattleya* es el género más perseguido en Colombia, se ubica entre los 600 y 1.600 msnm y, está en peligro de desaparecer debido a factores de intervención de bosques con destinos agrícolas o mineros.

En los Santanderes son las orquídeas más perseguidas y, en peligro de desaparecer del hábitat natural, están la *Cattleya Trianae* y la *Cattleya Mendelii* (Calderón-Sáenz, 2006). Mediante planes de conservación y búsqueda de información, se pretende apoyar la propagación, para apoyar su uso sostenible. La mayoría de las orquídeas en Colombia, se encuentra en listado de amenaza y peligro crítico en el *Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 6: Orquídeas del Instituto Alexander Von Humboldt*. En términos generales, las orquídeas están bajo la protección de la Convención sobre comercio internacional de especies (CITES CoP19, 2022) .

El jardín Botánico de Bogotá tiene el programa Diagnóstico de las colecciones especializadas para la conservación (CEPAC) de las orquídeas de clima cálido. Estas actividades son relevantes porque contribuyen a conservar e incentivar la protección de las orquídeas, mediante el conocimiento científico y práctico (Chavarro, 2019).

### **Biodiversidad de orquídeas en Colombia.**

Colombia ostenta el primer puesto en riqueza de orquídea y aves. El segundo después de Brasil, entre los 12 países más biodiversos del Planeta; el segundo país más diverso en plantas; el

tercer puesto con mayor cantidad de reptiles y palmas; y, el cuarto con mayor variedad de mamíferos (ONU, 2018).

La pérdida de biodiversidad en los últimos años, es consecuencia del cambio climático, la deforestación, la contaminación, la explotación masiva de recursos naturales y, el manejo inadecuado de flora introducida (ONU, 2018). Los departamentos más afectados son Caquetá, Cauca, Putumayo, Nariño y Chocó.

La superficie continental colombiana está compuesta por más de 114,1 millones de Ha, de las cuales 51,8 % eran bosques naturales (IDEAM, 2013). Entre 1990 y 2010 se han perdido más de 6 millones de Ha de bosques y, aunque ha disminuido en 2013, para Colombia todavía es un reto, lograr control absoluto sobre el territorio y disminuir el efecto invernadero.

## Metodología

La metodología utilizada para elaborar esta investigación es de tipo descriptiva y analítica, cuya estructura parte de una problemática.

Descripción general del área de estudio y ubicación del proyecto. El trabajo se llevó a cabo en la vereda Palonegro perteneciente al municipio de Lebrija, predio que se ubica en la Latitud: 7° 8'36 70" N y Longitud: 73° 11'9 38" O.

La región presenta una estructura quebrada y con microclimas; su temperatura varía de templado a cálido, con una temperatura promedio de 22° C y 26° C. Su altura se enmarca entre 150 y 1.350 msnm.

Posee dos Isoyetas y dos Isotermas. Las Isoyetas tienen alta precipitación y, las Isotermas menor temperatura, donde se ubica la vereda Palonegro. El Municipio cuenta con 40.194,4 Ha de suelo destinadas a producción agropecuaria, agroforestal y forestal. Presenta formaciones de bosque inferior húmedo, muy húmedo e inferior seco. La protección y conservación de orquídeas es nula debido a la presión antrópica, contaminación agroquímica, talas y deforestación por aprovechamiento ilegal y doméstico de especies arbóreas y ampliación de la frontera agropecuaria (Alcaldía de Lebrija, 2022).

La situación se repite en todo Santander, siendo ya muy pocas las áreas de conservación y el estado de algunas especies de orquídeas es crítico, especialmente las del género *Cattleya*.

**Figura 1.**

*Georreferenciación vivero de propagación. Vereda Palonegro, Lebrija, Santander.*



*Fuente.* Tomado de <https://www.maxar.com/products/satellite-imagery>

Para llevar a cabo este trabajo de observación y análisis, se utilizaron los siguientes materiales:

- Esquejes de orquídeas de variedad *Cattleya*, contenedores plásticos Ref. P-14
- Hipoclorito de sodio al 1 %
- Cúter, tijeras para jardinería romas y de punta, frasco espray, cámara fotográfica, libreta de apuntes

Se determinó utilizar 30 esquejes de plantas de orquídea provenientes de la ruralidad, donados por cultivadores

Se procedió a revisar, clasificar y cortar esquejes por número de bulbos, uniformes y en condiciones fitosanitarias ideales.

Las plantas serán dispuestas en un área de vivero protegidas con malla sombra al 50 % en mesas adecuadas para su observación y toma de datos.

Método. Este trabajo se planteó como una metodología observacional y, para lograr un análisis estadístico confiable, se aplicó la metodología de diseño completamente al azar y, como prueba de diferencia de medias, se empleó la prueba de Duncan.

VARIABLES PARA EVALUAR:

1. Porcentaje de germinación de rebrotes en tres sustratos diferentes
2. Días para germinación de brotes, crecimiento y desarrollo
3. Longitud de raíces
4. Longitud de renuevos
5. Número de hojas de cada planta

## Resultados

### Cantidad de raíces.

De acuerdo con lo observado en el desarrollo del proceso de enraizamiento, se encontró una varianza que indica diferencia muy significativa en este parámetro. Además, se confirmó un coeficiente de variación del 46,07 % que indica que el experimento no es confiable

Durante la observación, en el sustrato de coco fino se evidenció aceleración del proceso de aparición de yemas de germinación para tallos y, a los 90 días se encontraron plantas con multiplicidad de raíces internas y excelente apariencia externa.

### Tabla 1.

*ANOVA para el parámetro cantidad de raíces.*

Fuentes de Variación	GL	$\Sigma$ Cuadr.	C.M.	R.V.	F. Tabulado	
					0,05	0,01
Tratamiento	8	350,62222	43,8277778	15,455159	2,773	3,255
Error	81	229,7	2,83580247			
Total	89	580,32222	6,52047441			
Coeficiente de variación						
C.V. 46,07%						

*Nota.* Esta tabla muestra el Análisis de Varianza en la evaluación del parámetro cantidad de raíces. *Fuente.* Autora

Por diferencia de medias, se evidencia que las observaciones en fibra de coco (90 días), biomasa vegetal (90 días), fibra de coco (60 días) y pino (90 días) no presentan diferencias significativas, situación que podría pasar inadvertida. La única observación que tiene dos componentes en el grupo es la fibra de coco.

**Tabla 2.**

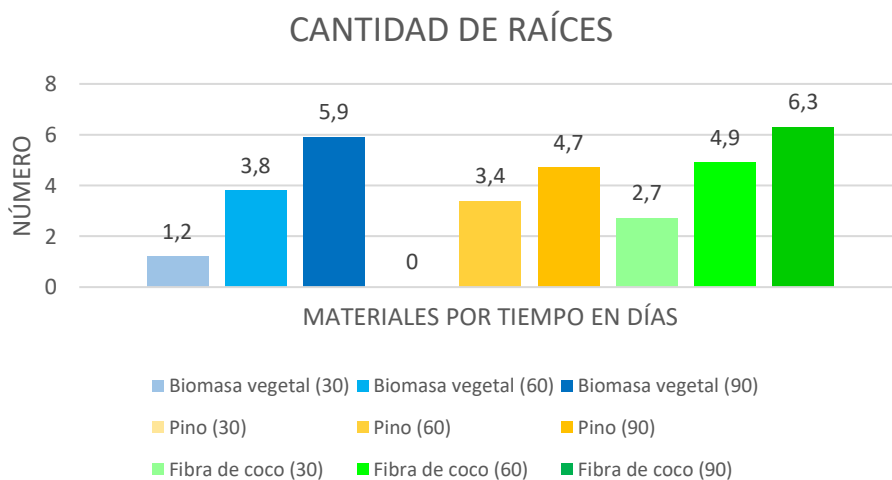
*Análisis de diferencia de medias para el parámetro cantidad de raíces.*

Sustrato	Media	0,05	0,01	PR%
Fibra de coco (90)	6,3	a	a	730%
Biomasa vegetal (90)	5,9	a b	a b	690%
Fibra de coco (60)	4,9	a b c	a b c	590%
Pino (90)	4,7	a b c d	a b c d	570%
Biomasa vegetal (60)	3,8	c d e	b c d e	480%
Pino (60)	3,4	c d e f	c d e f	440%
Fibra de coco (30)	2,7	e f g	d e f g	370%
Biomasa vegetal (30)	1,2		h	220%
Pino (30)	0		h	100%

*Nota.* Esta tabla muestra la diferencia de medias organizada de mayor a menor en el parámetro cantidad de raíces. *Fuente.* Autora

**Figura 2.**

*Promedios de conteo de raíces ordenado por tratamientos.*



*Nota.* La gráfica muestra los promedios en el parámetro cantidad de raíces, ordenados por sustrato y días de evaluación. *Fuente.* Autora

### Cantidad de hojas.

En la conformación del número de hojas presentes en cada tratamiento, se encuentra una razón de varianza que indica diferencia muy significativa en este parámetro. Se observa un coeficiente de variación del 22.85 % que indica que el experimento no es confiable.

En la observación se destaca la resistencia a la interrupción del ciclo fenológico de una planta de orquídea después del corte, porque el factor ambiental de lluvias recurrentes permitió que las plantas permanecieran en contacto hídrico y se evitó la pérdida foliar.

#### Tabla 3.

*ANOVA para el parámetro cantidad de hojas.*

Fuentes de Variación	GL	$\Sigma$ Cuadr.	C.M.	R.V.	F. Tabulado	
					0,05	0,01
Tratamiento	8	37,355556	4,66944444	6,1201456	2,773	3,255
Error	81	61,8	0,76296296			
Total	89	99,155556	1,11410737			
Coeficiente de variación						
C.V. 22,85%						

*Nota.* Esta tabla muestra el Análisis de Varianza en la evaluación del parámetro cantidad de hojas. *Fuente.* Autora

#### Tabla 4.

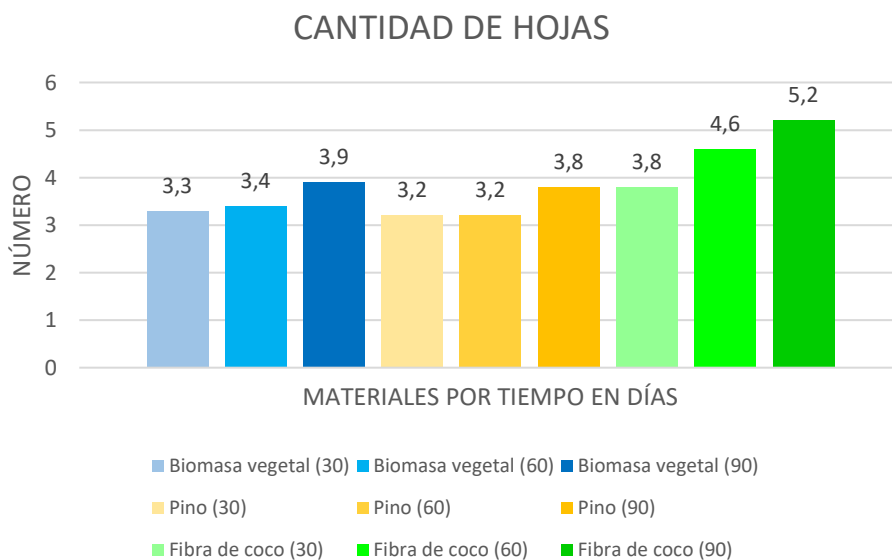
*Análisis de diferencia de medias para el parámetro cantidad de hojas.*

Sustrato	Media	0,05	0,01	PR%
Fibra de coco (90)	5,2	a	a	148%
Fibra de coco (60)	4,6	a b	a b	133%
Biomasa vegetal (90)	3,9	b c	b c	117%
Fibra de coco (30)	3,8	b c d	b c d	114%
Pino (90)	3,8	b c d e	b c d e	114%
Biomasa vegetal (60)	3,4	c d e f	c d e f	105%
Biomasa vegetal (30)	3,3	c d e f g	c d e f g	102%
Pino (60)	3,2	c d e f g h	c d e f g h	100%
Pino (30)	3,2	c d e f g h	c d e f g h	100%

*Nota.* Esta tabla muestra la diferencia de medias organizada de mayor a menor en el parámetro cantidad de hojas. *Fuente.* Autora

### Figura 3.

*Promedios de conteo de hojas ordenado por tratamientos.*



*Nota.* La gráfica muestra los promedios en el parámetro cantidad de hojas, ordenados por sustrato y días de evaluación. *Fuente.* Autora

### Cantidad de tallos.

El número de tallos presentes en cada tratamiento, permite encontrar una razón de varianza que indica diferencia muy significativa en este parámetro. Muestra un coeficiente de variación del 75.78 % que indica que el experimento no es confiable.

En el parámetro cantidad de tallos se observó que, a los 60 días, el sustrato pino activo aparición de tallos, pudo deberse a cambios en la temperatura ambiental o a la especie del género de *Cattleya* observado, porque algunas plantas desarrollan sus renuevos después de florecer y,

otras lo hacen luego de la inflorescencia. El fenómeno se presentó en los tres sustratos y coincidió con esquejes de la misma planta dividida para tal propósito.

**Tabla 5.**

*ANOVA para el parámetro cantidad de tallos.*

Fuentes de Variación	GL	$\Sigma$ Cuadr.	C.M.	R.V.	F. Tabulado	
					0,05	0,01
Tratamiento	8	34,2	4,275	10,720588	2,773	3,255
Error	81	32,3	0,39876543			
Total	89	66,5	0,74719101			

Coeficiente de variación	
C.V.	75,78%

*Nota.* Esta tabla muestra el Análisis de Varianza en la evaluación del parámetro cantidad de tallos. *Fuente.* Autora

**Tabla 6.**

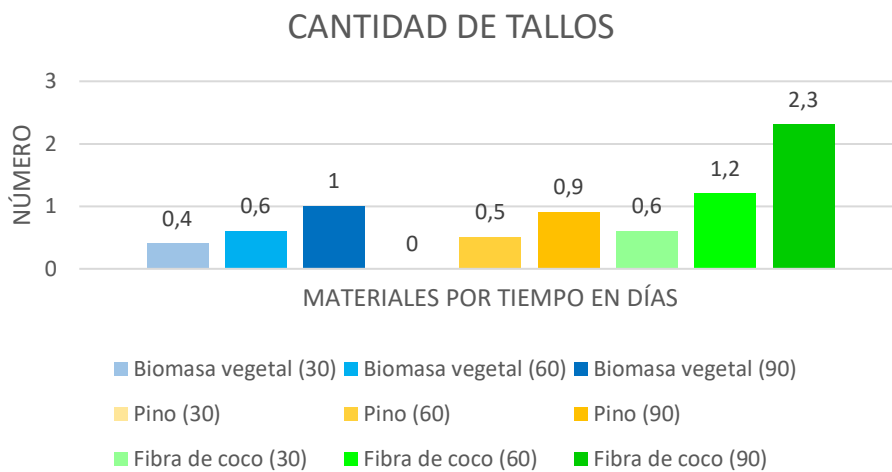
*Análisis de diferencia de medias para el parámetro cantidad de tallos.*

Sustrato	Media	0,05	0,01	PR%
Fibra de coco (90)	2,3	a	a	330%
Fibra de coco (60)	1,2	b	b	220%
Biomasa vegetal (90)	1	b c	b c	200%
Pino (90)	0,9	b c d	b c d	190%
Biomasa vegetal (60)	0,6	b c d e	b c d e	160%
Fibra de coco (30)	0,6	b c d e f	b c d e f	160%
Pino (60)	0,5	c d e f g	b c d e f g	150%
Biomasa vegetal (30)	0,4	c d e f g h	b c d e f g h	140%
Pino (30)	0	e f g h	e f g h	100%

*Nota.* Esta tabla muestra la diferencia de medias organizada de mayor a menor en el parámetro cantidad de tallos. *Fuente.* Autora

**Figura 4.**

*Promedios de conteo de tallos ordenado por tratamientos.*



*Nota.* La gráfica muestra los promedios en el parámetro cantidad de tallos, ordenados por sustrato y días de evaluación. *Fuente.* Autora

### **Longitud de tallos.**

La longitud de tallos presentó un rápido crecimiento en el sustrato de biomasa vegetal descompuesto, aunque con un desarrollo más débil que lo observado en pino pátula y sustrato de coco fino.

Los renuevos se observaron más fuertes en el pino pátula y más delicados en el sustrato de coco fino.

**Tabla 7.**

*ANOVA para el parámetro longitud de tallos.*

Fuentes de Variación	GL	$\Sigma$ Cuadr.	C.M.	R.V.	F. Tabulado	
					0,05	0,01
Tratamiento	8	4541,75	567,71875	6,7197923	2,773	3,255
Error	81	6843,25	84,4845679			
Total	89	11385	127,921348			

Coeficiente de variación
C.V. 100,27%

*Nota.* Esta tabla muestra el Análisis de Varianza en la evaluación del parámetro longitud de tallos. *Fuente.* Autora

Al analizar el resultado del proceso de enraizamiento, se encuentra una razón de varianza que indica diferencia muy significativa en este parámetro. El coeficiente de variación supera el índice de aceptación (100.27 %), que indica que el experimento no es confiable.

**Tabla 8.**

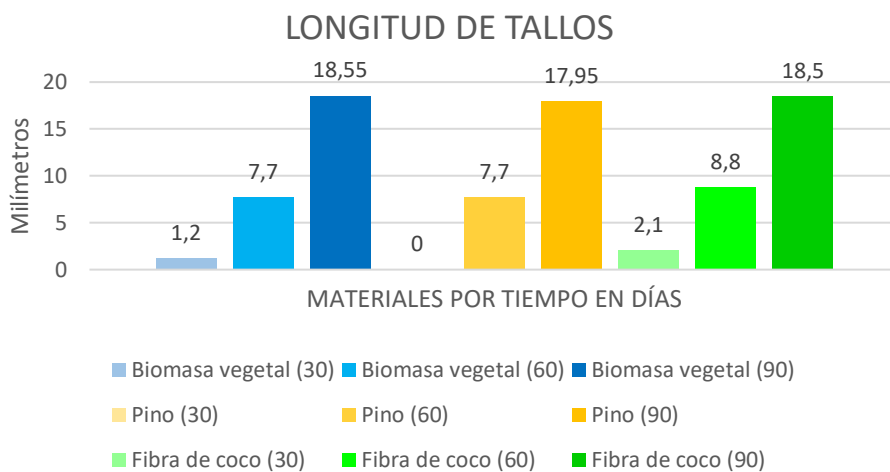
*Análisis de diferencia de medias para el parámetro longitud de tallos.*

Sustrato	Media	0,05	0,01	PR%
Biomasa vegetal (90)	18,55	a	a	1955%
Fibra de coco (90)	18,5	a b	a b	1950%
Pino (90)	17,95	a b c	a b c	1895%
Fibra de coco (60)	8,8	d	a b c d	980%
Biomasa vegetal (60)	7,7	d e	a b c d e	870%
Pino (60)	7,7	d e f	a b c d e f	870%
Fibra de coco (30)	2,1	d e f g	d e f g	310%
Biomasa vegetal (30)	1,2	d e f g h	d e f g h	220%
Pino (30)	0	d e f g h	d e f g h	100%

*Nota.* Esta tabla muestra la diferencia de medias organizada de mayor a menor en el parámetro longitud de tallos. *Fuente.* Autora

**Figura 5.**

*Promedios de longitud de tallos ordenado por tratamientos.*



*Nota.* La gráfica muestra los promedios en el parámetro longitud de tallos, ordenados por sustrato y días de evaluación. *Fuente.* Autora

### **Longitud de raíces.**

De acuerdo con lo observado en el desarrollo del proceso de enraizamiento, se encuentra una razón de varianza que indica diferencia muy significativa en este parámetro. El coeficiente de variación del 30.63 % indica que el experimento no es confiable.

Para este parámetro en minoría de casos, se observó que las plantas en sustrato de biomasa presentaron algunas raíces exteriores escasas más delgadas y de apariencia más débiles y largas, a diferencia de los otros dos sustratos, donde se observó abundancia de brotes y raíces con mayor diámetro.

**Tabla 9.**

*ANOVA para el parámetro longitud de raíces.*

Fuentes de Variación	GL	$\Sigma$ Cuadr.	C.M.	R.V.	F. Tabulado	
					0,05	0,01
Tratamiento	8	6693,8765	836,734562	70,579759	2,773	3,255
Error	81	960,26822	11,8551632			
Total	89	7654,1447	86,001626			

Coeficiente de variación	
C.V.	30,63%

*Nota.* Esta tabla muestra el Análisis de Varianza en la evaluación del parámetro longitud de raíces. *Fuente.* Autora

**Tabla 10.**

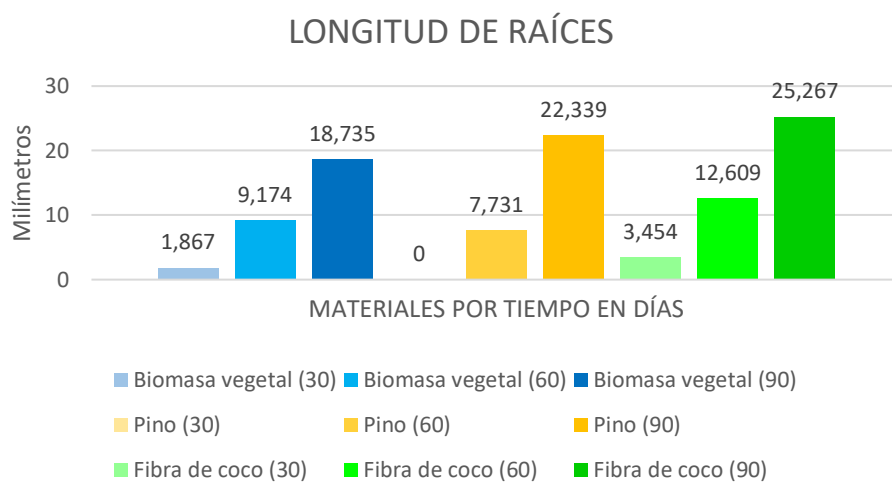
*Análisis de diferencia de medias para el parámetro longitud de raíces.*

Sustrato	Media	0,05	0,01	PR%
Fibra de coco (90)	25,267	a	a	2627%
Pino (90)	22,339	a b	a b	2334%
Biomada vegetal (90)	18,735	c	b c	1974%
Fibra de coco (60)	12,609	d	d	1361%
Biomasa vegetal (60)	9,174	e	d e	1017%
Pino (60)	7,731	e f	e f	873%
Fibra de coco (30)	3,454	g	g	445%
Biomasa vegetal (30)	1,867	g h	g h	287%
Pino (30)	0	h	g h	100%

*Nota.* Esta tabla muestra la diferencia de medias organizada de mayor a menor en el parámetro longitud de raíces. *Fuente.* Autora

**Figura 6.**

*Promedios de longitud de raíces ordenado por tratamientos.*



*Nota.* La gráfica muestra los promedios en el parámetro longitud de raíces, ordenados por sustrato y días de evaluación. *Fuente.* Autora

## Conclusiones

El análisis estadístico mostró que, no es confiable el resultado, pero el dato relevante de los registros de enraizamiento en el sustrato de coco, supera los dos sustratos de pino pátula y biomasa vegetal, lo cual permite concluir que este sustrato se podría recomendar para el proceso de generación de raíces en plantas de orquídea género *Cattleya*. Además, permite validar y sugerir la idea de que el desarrollo de una planta de orquídea depende en cierta forma, del tipo de sustrato que se le haya suministrado. Sin embargo, se insta a seguir investigando para mejorar los resultados y, obtener mayor nivel de confiabilidad en lo observado.

### **Recomendaciones**

Al tomar como referencia el análisis estadístico, se sugiere replicar el trabajo con el fin de tener mayor certeza en los resultados, considerando las siguientes recomendaciones:

Extender el tiempo de observación a cuatro meses para revisar los índices de enraizamiento.

Hacer revisión a un año de las plantas para observar el parámetro de establecimiento total de enraizamiento de las orquídeas género *Cattleya*.

Aumentar el número de repeticiones del experimento para obtener más datos.

### Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Lebrija (2022). Mi municipio. Ecología.
- Calderón-Sáenz, E. (2006). Libro rojo de plantas de Colombia. Vol. 6. Orquídeas. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Chavarro Serna, L. (2019). Diversidad y estado de conservación de especies de orquídeas en el invernadero de clima cálido en el Jardín Botánico José Celestino Mutis. Revista Comillas.
- Cház, H. K. (2015). Propagación in vitro de semillas de la orquídea *Comporettia falcata* mediante técnicas simbióticas y asimbióticas. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n2.42976>
- Daza, M. I. B. (2016). Evaluación de sustratos para el establecimiento de Keikis de *Epidendrum melinanthum* schltr (Orchidaceae: laelinae). bajo condiciones de invernadero. Revista Facultad de Ciencias Básicas, 12(2) 136-141.
- Díaz Piedrahita, S. (2001). La *Cattleya Trianae*, flor nacional. <https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-139/la-flor-de-mayo-Cattleya-trianaeflor-nacional>
- Díaz, O. I. (2021). Caracterización de materiales con uso potencial como sustratos en sistemas de cultivo sin suelo. Ciencia & Tecnología Agropecuaria.
- Grajales Conesa, J. (2011). Aromas florales y su interacción con los insectos polinizadores. Revista mexicana de biodiversidad, 82(04). Doi:ISSN 1870-3453
- Humboldt, I. A. (2002). Plan de acción para la conservación de orquídeas del género *Cattleya* en Colombia. Biosíntesis. <http://www.humboldt.org.co>
- Jiménez-Peña et al. (2020). La solución nutritiva modifica el crecimiento de dos especies de orquídeas. Revista fitotecnia mexicana, vol.42(04). Doi:ISSN 0187-7380

- Lara, A. E., & Vladimira Palma Linares, L. M. (2016). Usos y comercialización de orquídeas silvestres en la región sur del Estado de México. *Polibotánica*, No.42.  
Doi:<https://doi.org/10.18387/polibotanica.42.10>
- Linden, J. & Rchb, F. (2022). *Cattleya Trianae*.  
<http://wwwl.unal.edu.co/es/colecciones/detail/252028/>: [www.biovirtual.org](http://www.biovirtual.org).
- Lindley, J. (1826). *Cattleya* Collect. Bot. tt. 33 & 37. Asociación Bogotana de Orquideología.
- López-Marín, J. G. (2007). Utilización de la fibra de coco como sustrato alternativo. *Agricultura y alimentación Ecológica*, 1.7.
- Lurhi, J. J. (2022). Latest technologies for the Oils & Fats Industry. <https://lurhi.com/>
- Daza, M. I. B. (2016). Evaluación de sustratos para el establecimiento de Keikis de *Epidendrum melinanthum* schltr (Orchidaceae: laelinae). bajo condiciones de invernadero. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 12(2) 136-141.
- Martínez Romero, A. (2014). La biomasa de los cultivos en el ecosistema. Sus beneficios agroecológicos. *Cultivos Tropicales*, vol. 35(n.1).
- Martínez, S. (2015) Listado de la flora orchidaceae de Santander y comentarios sobre sus especies endémicas. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Montaño, C. B. (2015). Estructura espacial de epífitas vasculares en dos localidades de bosque altoandino. Pamplona, Colombia. 37(1).  
Doi:<http://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v37n1.50819>
- Moreira-Muñoz, A. (2007). Darwin alrededor de las orquídeas. *Revista Universitaria*, 104(17).
- ONU (2018). Colombia en una mirada. <http://www.fao.org/colombia/fao-en-colombia/colombia-en-una-mirada/es/>

Pardo et al. (2008). Evaluación de la estabilidad genética mediante marcadores rapd, en brotes de *Billbergia rosea* Hortus ex Beer, conservados in vitro. *Bioagro*, vol. 20(02), pp. 97-104.

Doi:1316-3361

Plata, U. N. (1982). Las Plantas: Morfología. <https://mvegetal.weebly.com/uploads/8/6/3>.

Doi:/4/863437/6\_raz\_morfo\_y\_estruct\_primaria.pdf

Pueblo Nuevo (2022). Estructura y Morfología.

<https://www.orquideariopueblonuevo.com/articulos/estructura-y-morfologia>:

<https://www.orquideariopueblonuevo.com>

Universidad de Caldas (2011). Revisión taxonómica del género *Warczewiczella* RCHB.F.

(Orchidaceae: Maxillarieae) en Colombia. *Boletín Científico. Museo de Historia Natural*, 15(1 ). Doi:ISSN 0123-3068

Universidad de La Rioja (2016). Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra de mesocarpio de coco. Doi:279\_284

Universidad EAFIT (2022). Innovación *Cattleya* in vitro.

<https://www.eafit.edu.co/innovacion/spinoff/natural-vitro/Paginas/cattleya-sp.aspx>:

<https://www.eafit.edu.co>

Villegas, F. ( 2018). *Orquideología*. *sco.org.co*, XXXV (2). Doi: 0120 - 143

Villegas, F. (2022). Abono en el cultivo. <http://armadillo.sco.org.co>

## Apéndices

### Apéndice A.

*Disposición en vivero de plantas de Cattleyas en observación.*



*Nota.* Plantas en vivero género *Cattleya*. Vereda Palonegro-Municipio Lebrija, Santander.

*Fuente.* Autora

### Apéndice B.

*Sistema radicular de Cattleya.*



*Nota.* Sistema radicular ideal de una orquídea. Vereda Palonegro-Municipio Lebrija, Santander.

*Fuente.* Autora

### Apéndice C.

*Esqueje de Cattleya.*

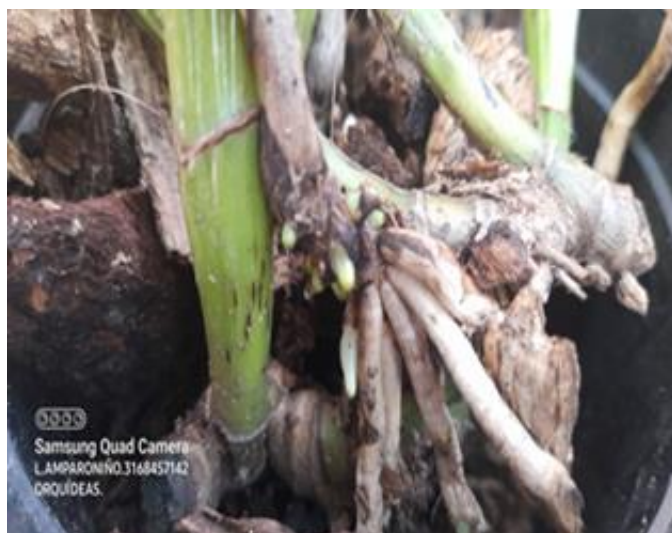


*Nota.* Esquejes utilizados para reproducción. Vereda Palonegro-Municipio Lebrija, Santander.

*Fuente.* Autora

### Apéndice D.

*Puntos de germinación radicular en B.M., descompuesta a 60 días.*



*Nota.* Rizomas en germinación. Vereda Palonegro-Municipio Lebrija, Santander. *Fuente.* Autora

### Apéndice E.

*Sistema radicular de Cattleya en sustrato de B.M.D., desarrollado a 60 días de siembra.*



*Nota.* Sistema radicular en biomasa vegetal. Vereda Palonegro-Municipio Lebrija, Santander.

*Fuente.* Autora

### Apéndice F.

*Tallo en desarrollo en sustrato de coco a los 60 días de siembra.*



*Nota.* Desarrollo de tallo de *Cattleya* en sustrato de coco. Vereda Palonegro-Municipio Lebrija, Santander. *Fuente.* Autora

### Apéndice G.

*Sistema radicular desarrollado en sustrato de pino a 90 días.*



*Nota.* Sistema radicular desarrollado en pino patula. Vereda Palonegro-Municipio Lebrija,

Santander. *Fuente.* Autora

### Apéndice H.

*Sistema radicular desarrollado a 90 días de siembra en fibra de coco.*



*Nota.* Plantas en vivero. Sistema radicular desarrollado en fibra de coco. Municipio Lebrija,

Santander. *Fuente.* Autora

## Apéndice I.

*Toma de datos en el desarrollo de la prueba (60 días).*



*Nota.* Toma de datos para resultados a los 60 días. Vereda Palonegro-Municipio Lebrija,

Santander. *Fuente.* Autora

## Apéndice J.

*Toma de datos en el desarrollo de la prueba (90 días).*



*Nota.* Toma de datos para resultados a los 90 días. Vereda Palonegro-Municipio Lebrija,

Santander. *Fuente.* Autora