

Evaluación Bibliográfica Sobre Medios de Cultivo Para la Propagación *In vitro* de *Catleya Mendelii*

Sandra María Zapata Marín

Asesor

José Camilo Torres Romero

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAMPA

Especialización en Biotecnología Agroambiental

2025

Resumen

Al realizar una revisión bibliográfica analítica sobre diferentes medios de cultivo *in vitro* más idóneos para cultivar la orquídea *Cattleya Mendelii*, encontramos que el cultivo *in vitro* es una herramienta alternativa para la conservación de especies en peligro de extinción. Debido que “*Cattleya Mendelii* es una orquídea endémica de Colombia de gran valor ornamental, que se encuentra en peligro de extinción, a causa de la recolección masiva y a la destrucción de sus hábitats naturales por la acción antrópica”. (Salazar Mercado). Gracias a los avances de la Bioingeniería Genética se han desarrollado técnicas que dan una solución de dicho problema; El cultivo *in vitro* es una herramienta alternativa para la conservación de especies en peligro de extinción.

En la revisión bibliográfica se evidencia la importancia de la propagación de *Cattleya Mendelii* mediante técnicas de cultivo *in vitro* y la utilización de diversos medios de cultivo, con el fin de preservar esta maravillosa especie. Para la producción de *Cattleya Mendelii* podemos resaltar: El alto porcentaje de germinación tanto para *Cattleya Mendelii* como para *C. quadricolor* en todos los tratamientos, Murashige y Skoog (MS) fue el mejor medio para esta y todas las etapas de desarrollo posteriores. El medio de cultivo MS, contiene las sales minerales y demás nutrientes esenciales para la adecuada germinación de semillas, buen desarrollo radicular y buen crecimiento de plántulas de *Cattleya mendelii*; ya que puede ser complementado con otros componentes orgánicos de fácil acceso y económicos.

El medio de cultivo enriquecido con agua de Coco y algas marinas, por contener propiedades como las citoquininas, la humedad y demás nutrientes esenciales, que contribuyen a la elongación, el desarrollo radicular de las semillas y un adecuado crecimiento de las plántulas de *Cattleya Mendelii*.

*¿Qué es *Cattleya Mendelii* y por qué es Relevante?*

“La *Cattleya Mendelii* es una orquídea única. Su belleza radica en la combinación de colores y formas que presenta, destacando especialmente el tono rosado de sus pétalos y sépalos, contrastado con el blanco del tubo del labelo y las venas anaranjadas y amarillas que adornan su garganta. Es común encontrar diversidades semialbas, con color y coeruleas, aunque la variedad alba es rara” (El Gran Santander, 2024).

Principales Características Biológicas.

La *Cattleya Mendelii* es una de las orquídeas más hermosas y de gran valor comercial que existen, “Pertenece al género *Cattleya*, del reino plantae, división *Magnoliophyta*, clase *Liliopsida*, y orden *Asparagales*. La familia a la que pertenece es la *Orchidaceae*, conocida por la inmensa diversidad de especies que alberga. Dentro de esta familia, la *Cattleya Mendelii* forma parte de la subfamilia *Epidendroideae*, un grupo que destaca por la producción de flores llamativas” (El Gran Santander, 2024).

Distribución en Colombia y su Papel en el Ecosistema

“Colombia es uno de los países con mayor diversidad de plantas en todo el planeta. Esa enorme riqueza vegetal, que fue la base sobre la que florecieron en esta parte del mundo centenares de civilizaciones indígenas a través de los siglos, constituye un patrimonio de valor incalculable, al cual nuestro país debe volver ahora la mirada para planear su futuro” (L & Agudelo, 2023). Por lo tanto, como “La *Cattleya Mendelii* es nativa de Colombia, su hábitat se ubica en la cordillera Oriental, uno de los tres ramales en que se divide la cordillera de los Andes al ingresar a Colombia; en las estribaciones que recorren los departamentos de Santander del Sur y Santander del Norte, en alturas entre los 1.000 y 1.800 msnm” (Paredes Sandoval, 2012). Es por esto por lo que “La orquídea *Cattleya Mendelii* se ha convertido en un emblema de identidad

para la región del Gran Santander. Esta flor, además de ser una de las orquídeas más hermosas de Colombia, forma parte del patrimonio natural y cultural de esta área” (El Gran Santander, 2024). Ya que “La conservación y el adecuado aprovechamiento de nuestra flora deberán hacer parte de nuestra agenda en las próximas décadas. De no hacerlo, el país estaría desaprovechando una excelente oportunidad para su desarrollo sostenible” (L & Agudelo , 2023). Debido a esto, “El primer paso para la conservación y el uso sostenible de nuestros recursos es su conocimiento cabal. En el caso de las plantas, un inventario básico de la flora nacional constituye la base fundamental sobre la que habrá de planearse su futuro manejo. Pero un inventario de esta naturaleza no existía hasta ahora en Colombia, a pesar de la larga historia botánica de nuestro país, que se remonta a la Real Expedición Botánica que inició José Celestino Mutis a finales del siglo XVIII” (L & Agudelo , 2023). Hoy en día, la realidad es que “(...) esta especie conjunto a su grupo taxonómico padece amenazas similares que destruyen y degradan los ecosistemas que habitan, disminuyendo las poblaciones naturales afectando el papel que cumple la orquídea dentro de la biota” (Quintero & Feijoo, 2020).

Palabras clave: Propagación in vitro, medios de cultivo, bioingeniería, híbridos, genética, endémica, ornamental, extinción.

Abstract

After conducting an analytical literature review on different *in vitro* culture media more suitable for growing the orchid *Cattleya Mendelii*, we found that *in vitro* culture is an alternative tool for the conservation of endangered species. Because "*Cattleya Mendelii* is an endemic orchid of Colombia of great ornamental value, which is in danger of extinction, due to massive collection and the destruction of its natural habitats by anthropic action". (Salazar Mercado). Thanks to advances in genetic bioengineering, techniques have been developed that provide a solution to this problem; *in vitro* culture is an alternative tool for the conservation of endangered species.

The bibliographic review shows the importance of propagating *Cattleya Mendelii* through *in vitro* culture techniques and the use of different culture media, in order to preserve this wonderful species. For the production of *Cattleya Mendelii* we can highlight: The high germination percentage for both *Cattleya Mendelii* and *C. quadricolor* in all treatments, Murashige and Skoog (MS) was the best medium for this and all subsequent development stages. The MS culture medium contains the mineral salts and other essential nutrients for adequate seed germination, good root development and good growth of *Cattleya mendelii* seedlings, since it can be supplemented with other organic components that are easily accessible and inexpensive.

The growing medium enriched with coconut water and seaweed, because it contains properties such as cytokinins, moisture and other essential nutrients, which contribute to elongation, root development of seeds and proper growth of seedlings of *Cattleya Mendelii*.

What is *Cattleya Mendelii* and why is it Relevant?

"*Cattleya Mendelii* is a unique orchid. Its beauty lies in the combination of colors and shapes it presents, especially highlighting the pinkish tone of its petals and sepals, contrasted

with the white of the labellum tube and the orange and yellow veins that adorn its throat. It is common to find semialba diversities, with color and coeruleas, although the variety alba is rare" (El Gran Santander, 2024).

Main Biological Characteristics.

Cattleya Mendelii is one of the most beautiful and commercially valuable orchids in existence, "It belongs to the genus *Cattleya*, of the kingdom Plantae, division Magnoliophyta, class Liliopsida, and order Asparagales. The family to which it belongs is the Orchidaceae, known for the immense diversity of species it harbors. Within this family, *Cattleya Mendelii* is part of the subfamily Epidendroideae, a group that stands out for the production of showy flowers" (El Gran Santander, 2024).

Distribution in Colombia and its Role in the Ecosystem

"Colombia is one of the countries with the greatest diversity of plants on the planet. That enormous plant wealth, which was the basis on which hundreds of indigenous civilizations flourished in this part of the world over the centuries, constitutes a priceless heritage, to which our country must now turn its gaze to plan its future" (L & Agudelo, 2023). Therefore, as "*Cattleya Mendelii* is native to Colombia, its habitat is located in the Eastern Cordillera, one of the three branches into which the Andes mountain range is divided when entering Colombia; in the foothills that run through the departments of Santander del Sur and Santander del Norte, at altitudes between 1,000 and 1,800 meters above sea level" (Paredes Sandoval, 2012). This is why "The *Cattleya Mendelii* orchid has become an emblem of identity for the Greater Santander region. This flower, besides being one of the most beautiful orchids in Colombia, is part of the natural and cultural heritage of this area" (El Gran Santander, 2024). The conservation and proper use of our flora should be part of our agenda in the coming decades. If not, the country

would be missing an excellent opportunity for its sustainable development" (L & Agudelo, 2023). Because of this, "The first step for the conservation and sustainable use of our resources is their thorough knowledge. In the case of plants, a basic inventory of the national flora constitutes the fundamental basis on which future management will be planned. But an inventory of this nature did not exist until now in Colombia, despite the long botanical history of our country, which dates back to the Royal Botanical Expedition initiated by José Celestino Mutis at the end of the 18th century" (L & Agudelo, 2023). Nowadays, the reality is that "(...) this species together with its taxonomic group suffers similar threats that destroy and degrade the ecosystems they inhabit, decreasing the natural populations affecting the role of the orchid within the biota" (Quintero & Feijoo, 2020).

Keywords: In vitro propagation, culture media, bioengineering, hybrids, genetics, endemic, ornamental, extinction.

Tabla de Contenido

Objetivos.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
Descripción de sus Características Biológicas.....	16
Explicar su Distribución y Rol Ecológico	16
Exploración de su Importancia en Conservación y Biotecnología	17
Justificación del Estudio en el Contexto Colombiano	17
Marco Teórico.....	18
Generalidades de la Orquídea <i>Cattleya</i>	18
Problemática Actual de las Orquídeas	21
Medios de Propagación de las Orquídeas	22
Cultivo <i>In Vitro</i> y la Solución al Problema de Extinción de la <i>Cattleya Mendelii</i>	22
Medio de Cultivo Murashige & Skoog (MS)	23
Oat Meal Agar (OMA).....	24
Papa Dextrosa Agar (PDA)	24
Caracterización Biológica de <i>Catleya Mendelii</i>	25
Morfología de la Orquídea.....	25
Descripción de la Flor.....	25

Tallo	27
Semillas.....	28
Hojas	29
Raíces.....	30
Pseudobulbos	30
Distribución y Hábitat.....	31
Procedencia y Hábitat	31
Rango de Distribución Altitudinal	31
Características de la Planta	32
Taxonomía.....	32
Sinonimia	33
Reproducción: Propagación de <i>Cattleya Mendelii</i>	34
Métodos de Propagación y Ciclo de Vida.....	34
Cultivo.....	36
Híbridos.....	36
Cultivo de Tejidos	37
Ventajas del Cultivo de Tejidos.....	37
Esterilización.....	39
Técnica de Cultivo In Vitro.....	39

	10
Micropropagación	43
Diversos Medios de Cultivo <i>In Vitro</i> para <i>Cattleya Mendelli</i>	46
Desinfección de la Semillas	59
Viabilidad de las Semillas	59
Cultivo de la <i>Cattleya</i> (Como Cultivarla)	60
Sustrato	60
Luz	60
Temperatura	60
Clima	60
Humedad	60
Riego	61
Abonado	61
Fertilización	62
Clasificación Taxonómica	63
Factores que Pueden Afectar su Distribución	63
Relación con el Ecosistema: Interacción con Polinizadores y otros Organismos	64
Importancia Ecológica en su Hábitat Natural	65
Aplicaciones y Potencial Biotecnológico e Importancia en la Biodiversidad Colombiana	65
Potencial en Programas de Restauración Ecológica	66
Posibles Aplicaciones en Biotecnología	66

¿Se Han Encontrado Compuestos Bioactivos en Esta Orquídea?	66
Uso en Horticultura y Conservación de Especies Endémicas	66
Necesidad de Mayor Investigación Sobre la Especie: Retos y Oportunidades en Colombia.....	67
Conclusiones.....	68

Introducción

La familia *Orchidaceae* posee gran diversidad de especies e híbridos, sus flores se destacan por el tamaño, forma y combinación de colores, características que contribuyen cada vez más a su apreciación. Debido a que estamos en un País en pleno desarrollo y crecimiento de ciudades, zona agrícola y ganadera, se ve afectada la propagación natural de dichas especies de Orquídeas. Esto se debe a que el ser humano cada día deteriora y se apodera de los suelos más apropiados para que las orquídeas puedan propagarse de manera natural. Ya que “Las orquidáceas son una familia de plantas con interés económico y científico dada su diversidad ornamental y aplicaciones en la medicina entre otras. Sin embargo, muchas especies de orquídeas están amenazadas y en peligro de extinción, debido a la transformación del hábitat y la extracción excesiva de especies con interés comercial. Aunado a esto, su propagación y conservación *in vitro*, resulta costosa, debido a la complejidad biológica” (Salgado & Peñaranda, 2018).

“Dentro de las principales causas de extinción está la destrucción de sus hábitats y expansión de la frontera agrícola como las de mayor impacto, que hace prioritario plantear estrategias para frenar la pérdida de especies; entre ellas: la conservación in situ de áreas donde se encuentran los árboles hospederos, insectos y hongos micorrízicos, entre otros” (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres, 2018). Según (Días-Álvarez, Torres-Galeano, Rojas-Cortés, & De La Barrera, 2015) “*Cattleya Mendelii* y *C. quadricolor* son orquídeas endémicas de Colombia, que han sido sometidas a extracción de sus entornos naturales con fines comerciales, y se encuentran en peligro crítico de extinción”. Además “Después de 120 años la situación para la *Cattleya Mendelii* es aún más desoladora y prácticamente se considera extinta en su medio natural; solo en algunas comunidades locales se cultiva la “flor de Mayo”, al igual que algunos

coleccionistas poseen unos pocos ejemplares puros”. (Cadavid Correa & Salazar Andrade, 2018). Es por esto que La *Cattleya mendelii* enfrenta gran dificultad para germinar sus semillas en ambiente natural, debido a la falta de hongos micorrízicos naturales que permitan la germinación, adecuado desarrollo radicular y el crecimiento de las plántulas. Todas estas indebidas acciones han conllevado a “La pérdida de hábitat y la poca germinación en estado natural, dan lugar a adoptar técnicas en biotecnología para la conservación de la *Cattleya*. La técnica más recomendada para la recuperación de individuos de plantas de *Cattleya Mendelii* es la que se realiza por medio de cultivo *in vitro*; ya que mediante esta técnica se obtienen millones de plantas homogéneas y de gran calidad. Buscando el éxito, este proceso debe ir acompañado de un protocolo de desinfección adecuado, siembra y subcultivo que garanticen toda la asepsia necesaria para desarrollar el cultivo *in vitro* de tejidos vegetales; en este caso la germinación asimbiótica de semillas de diferentes géneros” Citado por (Salgado & Peñaranda, 2018). Por suerte “Actualmente, la recolección de Orquídeas silvestres está prohibida de la casi totalidad de especies. Muchas de ellas se encuentran en peligro de extinción. Las que se venden son principalmente híbridos cultivados a partir de semillas en invernaderos”. (Orquídeas - Tipos de Orquídeas, 2018).

Presentación de la Especie y su Importancia

“El nombre *Cattleya* proviene de William Cattley, un inglés aficionado a la orquideología, que dedicó su vida al estudio y conservación de estas plantas. En su honor, muchas especies del género fueron nombradas *Cattleya*, reconociendo su trabajo en el mundo de la botánica” (El Gran Santander, 2024).

¿Por Qué es Relevante Estudiar esta Orquídea en Colombia?

“La *Cattleya mendelii* es nativa de Colombia, su hábitat se ubica en la cordillera Oriental, uno de los tres ramales en que se divide la cordillera de los Andes al ingresar a Colombia” (Paredes Sandoval, 2012). Por lo tanto “En Colombia los trabajos con orquídeas se han convertido en una forma de obtención de especímenes sin destruir el hábitat y el método de conservación de germoplasma más utilizado en especies comerciales y no comerciales, como la micropropagación, en la que basan trabajos de viabilidad y germinación de semillas de diversas especies en medios de cultivo modificados con diferentes adiciones como son el agua de Coco, el jugo de Piña, entre otros, en los cuales se ha podido evidenciar una germinación exitosa como en el trabajo de Cadavid y Salazar en el 2008, en el cual, trabajaron con la especie *Cattleya quadricolor* en medio MS, modificado con los elementos anteriormente mencionados y una adición de ANA para la formación de raíces, teniendo como resultados el 88% de semillas germinadas y crecimiento de raíces a los 90 días después de la siembra” (Delgado Castro, 2020).

En la actualidad, en nuestro país “Solo unos pocos aficionados y coleccionistas poseen pequeñas cantidades de estas orquídeas en estado puro, lo que aumenta aún más su rareza. Además, algunas instituciones locales han logrado cultivar la flor de mayo, pero el número de plantas sigue siendo limitado” (El Gran Santander, 2024). El Gobierno nacional a través de sus Corporaciones ha realizado grandes esfuerzos para concientizar a las poblaciones rurales sobre el cuidado en estado natural de esta y demás especies de Orquídeas, debido a esto (...) “la *Cattleya mendelii* ha sido utilizada en diversas campañas de preservación del patrimonio natural, recordando a la población la importancia de conservar su biodiversidad. La flor representa no solo la belleza natural de Santander, sino también la responsabilidad que tienen sus habitantes de proteger y cuidar su entorno (El Gran Santander, 2024).

Objetivos

Objetivo General

Proponer mediante una revisión bibliografía analítica, métodos de cultivo *in vitro* para *Cattleya Mendelii* en el contexto del agro colombiano.

Objetivos Específicos

Revisar por lo menos 50 fuentes bibliográficas relacionadas con medios de cultivo *in vitro* para *Cattleya Mendelii*.

Mediante un análisis determinar las diferentes tendencias y propuestas que existen con respecto a la utilización de la propagación *in vitro* para la especie.

Realizar una evaluación comparativa de la información mundial y local.

Realizar una propuesta mediante la evaluación comparativa.

Descripción de sus Características Biológicas

La *Cattleya Mendelii* “Es una orquídea de tamaño pequeño, con hábitos de epífita o litófita y con pseudobulbos cilíndricos, acanalados, brillantes que llevan una sola hoja, apical, oblonga, coriácea con el ápice redondo. Florece en el final de la primavera en una inflorescencia terminal, corta, con 2-5 flores de larga vida, fragantes que se abren bien” (Pfahl, 2024).

Explicar su Distribución y Rol Ecológico

En Colombia “La *Cattleya mendelii* se encuentra en su entorno natural en las colinas de la serranía Oriental, que abarca los departamentos de Santander y Norte de Santander. Crece a alturas comprendidas entre los 1000 y los 1800 metros sobre el nivel del mar, adaptándose a las difíciles condiciones que ofrece el terreno empinado de esta región. Su proceso de floración se da una vez al año, entre los meses de abril y mayo, y se puede encontrar tanto en las piedras empinadas como en las elevadas ramas de los árboles gigantes de las selvas montañosas” (El Gran Santander, 2024).

“A pesar de su resistencia, la *Cattleya mendelii* ha sufrido las consecuencias de la depredación y la destrucción de su hábitat natural. Lamentablemente, esta hermosa flor ha desaparecido casi por completo de su entorno nativo. Durante siglos, fue objeto de recolección masiva para su exportación a Europa, donde era muy valorada por su gran tamaño y belleza. Hoy en día, encontrar ejemplares puros de *Cattleya mendelii* en su hábitat natural es extremadamente difícil” (El Gran Santander, 2024). “Las *Cattleyas* son plantas de tipo herbáceo de ciclo perenne, hábito epífita y litófila 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” (Flórez, 2022).

Exploración de su Importancia en Conservación y Biotecnología

“Las orquídeas juegan un papel importante en los sistemas tradicionales de medicina, ya que poseen gran cantidad de sustancias importantes (Bai, 2015; S. N. T. M. N. Banerjee, 2013; Pradhan, Regmi, Ranjit, & Pant, 2016; Pradhan, Tiruwa, Subedee, & Pant, 2014; Utami, Hariyanto, & Manuhara, 2017) tales como flavonoides, triterpenos y saponinas. (Mencias & Salazar, 2018)”, citado por (Salgado & Peñaranda, 2018).

Justificación del Estudio en el Contexto Colombiano

“Más allá de su valor cultural, la *Cattleya mendelii* también tiene un valor económico considerable. La demanda por orquídeas es alta, especialmente en mercados internacionales, donde se valora enormemente su belleza y rareza” (El Gran Santander, 2024).

Marco Teórico

Generalidades de la Orquídea *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” (Flórez, 2022). La *Cattleya mendelii* “Es una especie nativa de Colombia originaria de los departamentos de Santander, Boyacá y Norte de Santander; se encuentra distribuida en la cordillera oriental, Chicamocha” (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres, 2018). Esta especie de Orquídea en la actualidad se puede encontrar en estado natural en algunos jardines en otros departamentos del país, como lo es el departamento de Antioquia.

“El género *Cattleya* presenta dos grupos (*unifoliadas* y *bifoliadas*), unifoliadas que incluye especies exclusivas de Colombia como son *Cattleya aurea*, *C. mendelii*, *C. trianae*, *C. quadricolor*, *C. schoderae* y *C. warszewiczii*; dentro de las bifoliadas se puede citar a *C. violacea* encontradas en Venezuela, Guyana, Perú y Brasil (Ángel et al., 2001)”, citado por (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres, 2018). Es por esto por lo que “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)” (Flórez, 2022). Como ya es de conocimiento “Desde los inicios, *C. mendelii* sirvió de base para la formación de numerosos híbridos por el color de la flor y su tamaño, y en palabras de Arroyave: acepta muy bien las características de color de diversos padres y no los afecta indebidamente”. (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres, 2018). “La familia botánica *Orchidaceae* (Orquídeas) es la que mayor número de especies comprende en el Reino Vegetal. Se estima que debe haber alrededor de 35.000 especies de Orquídeas en todo el mundo pertenecientes a unos 750 Géneros distintos, además de miles de híbridos (cada año se registran decenas de híbridos nuevos)”. (Orquídeas - Tipos de Orquídeas, 2018).

“Estudios realizados en Santander en el 2011 precisaron la existencia de cerca de 3.500 a 4.000 especies en más de 230 géneros, cifra que corresponde al 10 % de las especies existentes y al 25 % del total de los géneros a nivel mundial. Para 2012 fueron reportadas 4.010 especies distribuidas en 260 géneros y en el 2013 se presentó un registro de cerca de 4.100 especies agrupadas en 232 géneros. Para el 2015 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB) afirmó que Colombia cuenta con el mayor número de especies de orquídeas en el mundo, con un total de 4.270 registradas, agrupadas en 274 géneros distribuidos en casi todo el territorio nacional; un total de 1.572 especies son exclusivas del país” (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres , 2018). Es por esto por lo que “Las orquídeas son una familia de plantas con interés económico y científico dada su diversidad ornamental y aplicaciones en la medicina entre otras. Sin embargo, muchas especies de orquídeas están amenazadas y en peligro de extinción, debido a la transformación del hábitat y la extracción excesiva de especies con interés comercial. Aunado a esto, su propagación y conservación *in vitro*, resulta costosa, debido a la complejidad biológica” (Salgado & Peñaranda, 2018).

“Las orquídeas son una familia de plantas que se distinguen por la complejidad, la belleza de sus flores, las interacciones ecológicas con hongos y polinizadores, por su adaptabilidad en diferentes ambientes y por su amplia diversidad. Existen más de 25000 especies se han reportado a escala mundial, y Colombia es uno de los países que cuenta con el mayor número de especies de orquídeas: se considera que hay 4400 especies agrupadas en 274 géneros” (Castañeda, Coy, & Pérez, 2023).

“La familia Orchidaceae son de las plantas con mayor renombre a nivel mundial, caracterizadas y ampliamente conocidas por la complejidad y belleza de sus flores. Esta familia

comprende entre 25 a 30 mil especies naturales y muchos otros híbridos naturales o creados (Mechaca García, 2011)”, citado por (Huayra, 2024).

“Considerando que las orquídeas son normalmente plantas epífitas, están adaptadas a recibir nutrientes diluidos en pequeñas cantidades, pero de forma constante. Por lo tanto, si se quieren plantas sanas y vigorosas es necesario regular la cantidad de nutrientes y no aplicar demasiada cantidad de fertilizantes (Cetzal et al., 2020)”. Citado por, (Castañeda, Coy, & Pérez, 2023).

Según (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres , 2018), “El ciclo de vida sexual de las orquídeas comprende la germinación de semillas, desarrollo de protocormos, diferenciación de plantas, etapa reproductiva o floración, polinización, fecundación y dispersión de semillas”. “Las orquídeas se reproducen de forma sexual y asexual: la primera se lleva a cabo con un intercambio genético y la descendencia obtiene genes de ambos parentales, lo que garantiza mayor diversidad en las características de la descendencia; y la segunda forma se obtiene a partir de fracciones de la planta madre (Štípková et al., 2021)”. (Castañeda, Coy, & Pérez, 2023). Dado que “Las orquídeas requieren una asociación micorrícica para la germinación de sus semillas, principalmente con hongos basidiomicetos del grupo de *Rhizoctonia*, ya que le aportan al embrión azúcares y otros nutrientes de los cuales carece la semilla, que no tiene nada o poca reserva para la germinación (Rasmussen,1995)” (Nieto Melo & Bailón Aijón, 2016).

Problemática Actual de las Orquídeas

“Uno de los problemas que aquejan a los agricultores es que al momento del trasplante existe un gran número de pérdida de raíz ya sea por pudrición de hongos o porque pasa por un estado con mínimo flujo transpiratorio para otro con una alta tasa de transpiración, quedando muy susceptible al estrés hídrico, teniendo hasta un 25% de muerte de planta, es por ello por lo que se debe trabajar en fortalecer el sistema radicular. (Montejo, 2017)”, citado por (Valle Vera, 2023).

“Los géneros con mayor porcentaje de especies amenazadas para Colombia son *Anguloa*, *Restrepia*, *Lycaste*, *Dracula*, *Odontoglossum*, *Cattleya*, *Mandesvallia* y *Miltoniopsis*; cada uno tiene comprometido el 50 % de sus especies en algún nivel de amenaza. Se reporta en el libro rojo a su vez que los géneros encontrados en nivel intermedio con alguna categoría de amenaza son *Cattleya*, *Anguloa*, *Cycnoches*, *Lycaste*, *Rodriguezia* y *Phragmipedium*” (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres , 2018).

“La familia *Orchidaceae* es uno de los más diversos grupos y con alto riesgo de extinción de la Reino Plantae. Citado por (Merca & Vega, 2017). En la actualidad “Los estudios modernos de ADN están ayudando a clasificar con mayor precisión en el taxón respectivo. Por ello el número de géneros es variado, dependiendo de la fuente consultada y sujeta a variaciones permanentes, lo cual crea controversia entre las distintas filosofías taxonómicas actuales. Las bases de datos que reorganizan permanentemente los géneros y especies son el Botanic Garden website, The plant list, Trópicos (Missouri Botanical Gardens y BlueNanta) (Schiff, 2018)”, citado por (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres , 2018).

Medios de Propagación de las Orquídeas

“Las orquídeas pueden propagarse de manera sexual y vegetativa. Estas producen gran cantidad de semillas, pero solo entre el 0.2 y 0.3% germina en la naturaleza, debido principalmente a la ausencia de endospermo (Arditti, 2010; Islam *et al.*, 2011)”, citado por (T, Chávez, Carballar, & González, 2024). “Además, la propagación vegetativa suele ser difícil, lenta e ineficiente (Islam *et al.*, 2011; Wida-Utami *et al.*, 2017)”, citado por (Flórez, 2022)

“Debido a la alta demanda de estas especies, es de vital importancia implementar estrategias para la conservación *in situ* y *ex situ* de las orquídeas, a través de una propagación rápida y eficiente de las especies”. (T, Chávez, Carballar, & González, 2024). “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)”, citado por (Flórez, 2022).

Es por tal razón que “La técnica de cultivo *in vitro* está siendo usada en varios países como uno de los medios que permiten conservar poblaciones silvestres, así como el desarrollo de paquetes tecnológicos adoptados por horticultores, comunidades organizadas e interesadas en la explotación racional de sus recursos para disminuir en gran medida la presión de la colecta de poblaciones silvestres (Salazar y Mata, 2003). Además, dicha técnica favorece la variabilidad genética de las poblaciones (Arditti, 1993)”, citado por (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres, 2018).

Cultivo *In Vitro* y la Solución al Problema de Extinción de la *Cattleya Mendelii*

La micropropagación de orquídeas o propagación *in vitro* es una de las metodologías con mayor éxito por el porcentaje de supervivencia en condiciones de laboratorio y ha sido estudiada para generar protocolos donde se especifican los medios de cultivo y sus características

específicas como el pH, la cantidad de sales y azúcares necesarios para óptimo desarrollo de las plantas (Raya-Montaña et al., 2011) (Castañeda, Coy, & Pérez, 2023).

Es por eso por lo que mediante la reproducción *in vitro* se obtienen plántulas homogéneas y en gran escala. La práctica adecuada de la técnica de cultivo *in vitro* ha dado un gran aporte al campo económico horticultor colombiano; ya que les permite a los productores floricultores producir una gran cantidad de plantas con homogeneidad y calidad para llevar a diversos nichos de mercado de Orquídeas tanto a nivel nacional como internacional.

Cabe aclarar que no todas las orquídeas requieren los mismos nutrientes.

En la búsqueda y análisis de medios de cultivo, encontramos que “Para *C. Mendelii* el medio MS promovió una mayor germinación de semillas que el medio KC” (Álvarez, Torres, Rojas, & de la Barrera, 2015).

Medio de Cultivo Murashige & Skoog (MS)

“...Para la preparación de este medio se hizo lo siguiente: Para un volumen de 1 L. se pesaron 4.32 g del medio en polvo en una balanza analítica. Asimismo, se pesaron 20 g de sacarosa y 3 g de Gelrite y se agregaron en un vaso de precipitados con 1 L. de agua destilada, se homogenizó con un agitador magnético. Se midió el pH con un potenciómetro y se ajustó a 5.8 usando HCl o NaOH” (Flores, 2017). “(MS) modificado de coco El medio MS es el apropiado para la germinación de orquídeas dado que aporta un alto contenido de vitaminas, carbohidratos y nutrientes a las semillas (Hunhoff et al., 2018). Además, se puede modificar el medio MS añadiendo sustratos orgánicos como banana, piña, agua de coco o papa, con el fin de suministrar más nutrientes y potenciar la germinación de semillas (Chen et al., 2015; Nguyen et al., 2022; Salazar-Mercado & Osorio-Jaimes, 2022)”, citado por (Luzuriaga & Tapia , 2023)

Oat Meal Agar (OMA)

“La avena, dado que es un cereal, aporta vitaminas y azúcar al hongo, el cual favorece a la germinación de las semillas (Zettler et al., 2007). Una mayor cantidad de avena añadida al medio promueve una mejor germinación y desarrollo de protocormos de orquídeas en simbiosis con el hongo micorrízico (Mala et al., 2017)”, citado por, (Luzuriaga & Tapia , 2023).

Papa Dextrosa Agar (PDA)

“Es uno de los medios universales para crecimiento y reproducción de hongos, preparado a base de papa, dextrosa y agar. La papa proporciona carbono y vitaminas al hongo, mientras que la dextrosa es la fuente de azúcar y energía (Atlas, 2010; Wantini & Octavia, 2018)”, citado por (Luzuriaga & Tapia , 2023).

La técnica de cultivo *in vitro* y su correcta aplicación trae como consecuencia la solución al problema que tiene la propagación de Orquídeas de manera masiva; ya que, si los gobiernos apoyan estas prácticas la palabra extinción de plantas, no tendría lugar en ninguna parte del mundo, porque como ya sabemos con una sola planta podríamos reproducir millones de nuevas y mejores plántulas.

Caracterización Biológica de *Cattleya Mendelii*

“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), citado por (Flórez, 2022).

La *Cattleya Mendelii*, (...) “no solo es un símbolo natural, sino que representa la belleza, diversidad y riqueza del entorno colombiano, conocida por su imponente presencia y coloridas flores, esta orquídea ha sido catalogada como una de las más hermosas que existen”. (El Gran Santander, 2024)

Morfología de la Orquídea

“Aunque las orquídeas exhiben una diversidad de formas, tamaños y colores, comparten rasgos comunes que son empleados en su agrupación y clasificación taxonómica (Mechaca, 2011)”, citado por (Huayra, 2024) “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)”, citado por (Flórez, 2022).

Descripción de la Flor

“Las flores de *Cattleya mendelii* tienen sépalos de lavanda muy pálidos y pétalos contra un rico labio púrpura. Los pétalos y los sépalos son anchos y crean una flor hermosa y bien formada. Hay muchos clones semi-alba. (*Cattleya mendelii*). Las flores de las *Cattleyas* son generalmente hermafroditas, con ambos sexos en la misma flor. Las semillas de *Cattleya* son

muy pequeñas, teniendo millones de ellas en cada capsula de la planta. Los orquidistas de todo el mundo lo consideraban la especie más hermosa de *Cattleya* jamás encontrada” (Sun, 2015).

“La orquídea *Cattleya* es muy conocida por poseer grandes flores cada planta llega a brotar hasta dos flores con una duración de la flor hasta de un mes y florecen dos veces al año la realización de este proyecto se encuentra basada en la estimulación radicular de esta especie, se utilizaran fitohormonas orgánicas aplicadas con la técnica de drench directamente al sustrato de la orquídea, *Cattleya* al ser una orquídea simpodial es decir que consta de varios tallos que brotaran de un solo rizoma siendo estas gruesas y de desarrollo superficial (Menchaca, 2011)”, citado por (Valle Vera, 2023). “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)”, citado por (Flórez, 2022).

“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). Las flores son hermafroditas y, su fruto es una cápsula, trilocular, dehiscente, estriado en forma longitudinal de color verde (Universidad de Caldas, 2011)”, citado por (Flórez, 2022). “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” (Flórez, 2022).

“La flor está formada por tres piezas externas denominadas sépalos (dos laterales y uno dorsal) y tres elementos internos (pétalos), una de ellas modificada en un labio o labelo, de mayor tamaño y color más intenso que los otros” (Orozco Abarca, 2020).

“Las flores de las orquídeas son: - Hermafroditas: ambos sexos en la misma flor - Zigomorfas: con un solo plano de simetría - Trímeras: al tener tres sépalos y tres pétalos, uno de los tres pétalos está modificado y es denominado labelo Las flores de las orquídeas también poseen una columna o ginostemo donde se encuentran tanto las estructuras reproductivas masculinas (estambres) como las femeninas (pistilos). Los estambres y pistilos pueden estar total o parcialmente unidos, y en la mayoría de las orquídeas solo un estambre es fértil” (Serna, 2019). “Las flores son lo más llamativo de esta orquídea, luce varios colores, tamaños y hasta extrañas formas, consta de tres sépalos, dos de ellos son laterales y uno dorsal; estos pueden presentarse libres o fusionados dentro de los tres pétalos existe uno llamado labelo, este se diferencia de los otros dos en color, forma y tamaño, este siempre se encontrará inverso a la columna (Joseph, 2018)”, citado por (Valle Vera, 2023). (...) “De hábito epífita, litófitas o semiterrestres. Generalmente presentan pseudobulbos fusiformes compuestos de varios entrenudos, hojas plicadas caducas, inflorescencia basal; pueden ser erectas o pénduladas. Este género presenta flores unisexuales con dimorfismo sexual y en ocasiones flores intermedias no funcionales (Romero-González, 2012, citado por Bonilla-Morales et al., 2016)” (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres , 2018).

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)”, citado por (Flórez, 2022) “crecen en forma horizontal y, desarrollan un sistema radicular exterior o interior, según el tipo de sustrato o anclaje suministrado”. (Flórez, 2022) “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)”, citado por (Flórez, 2022). “Sus tallos crecen de forma horizontal y de este emergen las raíces llamado rizoma cuanto el tallo es aéreo se llama pseudobulbo, del tallo emergerán las hojas ellas presentan un peciolo y en tiempos de sequias ellas aportan agua a la planta (Nauray, 2018)”, citado por (Valle Vera, 2023).

Semillas

“Los frutos botánicamente son nombrados como cápsulas, pueden ser alargados, ovalados o casi redondos, también pueden tener verrugas o ser muy lisas (Ayuso, 2017)”, citado por (Huayra, 2024). “En la parte interior de las cápsulas podemos encontrar miles, incluso millones de semillas, estas pueden variar desde filiformes, elípticas, ovoides, redondeadas a fusiformes y en algunos casos presentan alas (Duarte et al., 2017)”, citado por (Huayra, 2024). “El tamaño varía desde unos 5 milímetro hasta pocas micras (muy pequeño) con un peso de 1 a 22 microgramos. Al ser semillas muy pequeñas estas carecen de endospermo que pueda alimentar al embrión mientras surge sus hojas, la testa está formada por células muertas de entre 8 a 200 células (Mechaca, 2011)”, citado por (Huayra, 2024).

“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)”, citado por (Flórez, 2022). “La recolección y almacenamiento de germoplasma de orquídeas permite una conservación ex situ segura (Merritt, Hay, Swarts, Sommerville, & Dixon, 2014)”. (Salgado & Peñaranda, 2018). “Debido a la estructura simple que presenta una semilla

de orquídea la gran mayoría necesita de la simbiosis con un hongo específico para lograr germinar, este hongo es quien brinda el soporte nutricional durante las primeras etapas del desarrollo (Harris et al., 2021)”. citado por (Huayra, 2024).

“En condiciones naturales las semillas deben encontrar soportes adecuados como cortezas de árboles que puedan suministrarle nutrientes y diferentes sustancias orgánicas para garantizar de manera exitosa que se reanude el crecimiento embrionario. El porcentaje de germinación de las semillas en el ambiente natural es muy bajo en comparación con el número de semillas producido en cada cápsula (Abdelnour & Muñoz, 1997)”, citado por (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres, 2018). “Para que ocurra este proceso las semillas deben establecer una asociación micorrízica con hongos basidiomicetes del grupo *Rizocthonia sensu latu*, un grupo artificial que incluye hongos cuyas etapas sexuales pertenecen a los géneros *Thanatephorus*, *Ceratobasidium*, *Sebacina* y *Tulasnella* (Wing-Yam & Arditti, 2009)”, citado por (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres, 2018).

Hojas

“Las hojas son simples, con nervadura compuesta, alargadas. Este tipo de orquídea posee órganos filiformes, orbiculares, membranosas o coriáceas que acumulan, los pseudobulbos también tiene este beneficio de retener agua y nutrientes (Matayoshi, 2020)”, citado por (Valle Vera, 2023). “Las orquídeas presentan hojas simples, sin divisiones, foliolos y no tienen aserraduras ni espinas (Menchaca García, 2011)”. citado por (Huayra, 2024). “Son de variados tamaños y sin peciolo, de consistencia crasulácea. En ocasiones, su coloración denota su estado fitosanitario y nutricional o sobre nutricional”. (Flórez, 2022). “En las orquídeas del género *Cattleya* se produce por una sola vez y vía apical, una inflorescencia con diferente número de flores y tamaños”. (Flórez, 2022).

Raíces

La raíz de esta orquídea es de color gris y blanquinosa presenta un ápice meristemático que absorbe humedad, el ápice es de color verde y realiza el proceso de fotosíntesis, la raíz puede presentar modificaciones ya sea fibrosa, tuberosa, tipo bulbo, carnosas con y sin rizoma, son epifitas y aéreas (Zamora, 2018)”, citado por (Valle Vera, 2023). “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” (Flórez, 2022).

“Las raíces son el anclaje de la planta y absorción de nutrientes” (Valle Vera, 2023). “En raíces de las orquídeas los pelotones están constituidos por una envoltura de células muertas, porosas y absorbentes que se llama velamen (Baculima, 2015)”, citado por (Valle Vera, 2023). “El sistema radicular se ve afectado por exceso de agua y por estrés en caso del exceso de agua se debe cortar la parte de la raíz afectada y aplica la fitohormona para regenerar la raíz se evaluará cual es la fitohormona que logra mayor crecimiento radicular (Cortez, 2019)”, citado por (Valle Vera, 2023).

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)”, citado por (Flórez, 2022). “En algunas variedades del género *Cattleya*, existen pseudobulbos alargados, cortos, oblongos o arrugados longitudinalmente” (Flórez, 2022).

Distribución y Hábitat

“La familia *Orchidaceae* se distribuye en los trópicos y subtrópicos, especialmente en elevaciones medias (por encima de los 500 m.s.n.m.), predominando en Centro y Suramérica, exceptuando regiones desérticas y polares” (Salazar, 2009; Zhang et al., 2018). “En América del Sur están presentes más del 30 % de todas las especies de orquídeas, siendo Ecuador, Colombia, Brasil, Perú y Bolivia los países megadiversos en orquídeas de todo el mundo (Dolce et al., 2020)”, citado por (Luzuriaga & Tapia , 2023).

Procedencia y Hábitat

“Esta orquídea tiene grandes requerimientos en cuanto a clima oscilando entre 14°C en temporadas frías y hasta los 30 °C (Ordóñez y Parrado, 2017)”, citado por (Valle Vera, 2023).

Rango de Distribución Altitudinal

1200 - 1800 msnm. (pareja, 2018).

Región biogeográfica Andes

fuelle: Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia

Distribución global

Cordillera Oriental

fuelle: Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia

“Las *Cattleyas* crecen a partir de varios ápices vegetativos dispuestos sobre un rizoma. (Morales Benavent, 2011). Habita en selvas secas y en transición, hasta húmedas y nubladas, sobre árboles o paredes de roca junto a fuentes de agua (Calderón 2007). Se distribuye entre los 1200 y 1800 m de altura (Calderón 2007). “Taxonómicamente esta familia representa una de las más evolucionadas entre las monocotiledóneas, despertando gran interés debido a la gran

variedad de formas, tamaños y colores que presentan sus vistosas flores” (Pinzon & Martinez, 2016).

“Para Colombia, en general, se dispone de 23.517 colecciones de orquídeas con información geográfica confiable, lo que equivale a un promedio de siete colecciones por especie. Para determinar la exploración relativa en cada departamento es importante considerar el número total de colecciones realizadas en cada uno de ellos, así como el promedio de colecciones por especie. Los departamentos con más colecciones son Antioquia (4.634) y Cundinamarca (4.457), cada uno con aproximadamente una quinta parte de las registradas para el país, seguidos por Cauca (2.103) y Valle del Cauca (1.361). Los departamentos con menos colecciones son Arauca, Atlántico, Bolívar, Casanare, Cesar, Córdoba, Guainía, Guaviare, La Guajira, Sucre, Vichada y Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, cada uno con menos del 1% de las registradas para el país” (Betancur, Sarmiento, Toro, & Valencia, 2015).

Características de la Planta

“Esta *Cattleya* oriunda de los santanderes, es una especie con flores de buen tamaño y gran diversidad de colores. Su color típico es rosa para los sépalos y los pétalos, el tubo del labelo blanco la garganta con venas amarillas y naranjas que se desvanecen a medida que salen y la punta morada que por lo general forman un par de ojos blancos hacia los lados del labelo” (Cadavid Correa & Salazar Andrade, 2018).

Taxonomía

“*Cattleya mendelii* fue descrita por Henry Honywood Dombrain y publicado en *Floral Magazine: Comprising Figures and Descriptions of Popular Garden Flowers* 32. 1872.2

Etimología *Cattleya*: nombre genérico otorgado en honor de William Cattley orquidólogo

aficionado inglés, *Mendelii*: epíteto otorgado en honor de Mendel (entusiasta inglés de las orquídeas en los años 1800)” (Cadavid Correa & Salazar Andrade, 2018).

Sinonimia

“• *Cattleya bluntii* H. Low • *Cattleya cupidon* L. Linden & Rodigas • *Cattleya labiata* var. *bella* Rchb.f. • *Cattleya labiata* var. *mendelii* (O'Brien) A.H. Kent • *Cattleya morganae* Warner • *Cattleya morganiae* B.S. Williams & T. Moore”, citado por (Cadavid Correa & Salazar Andrade, 2018).

Reproducción: Propagación de *Cattleya Mendelii*

Métodos de Propagación y Ciclo de Vida

“Esta orquídea es relativamente fácil de cultivar y, con los cuidados adecuados, puedes disfrutar de su belleza en tu propio hogar. Lugar adecuado: La *Cattleya mendelii* requiere de un lugar bien iluminado, pero sin exposición directa al sol. Demasiada luz solar puede dañar sus hojas” (El Gran Santander, 2024). “Debido a la estructura simple que presenta una semilla de orquídea la gran mayoría necesita de la simbiosis con un hongo específico para lograr germinar, este hongo es quien brinda el soporte nutricional durante las primeras etapas del desarrollo (Harris et al., 2021)”, citado por (Huayra, 2024).

“La germinación asimbiótica *in vitro* de diferentes especies de orquídeas, ha permitido introducir y germinar semillas con una alta tasa de germinación, obtención de plantas sanas y vigorosas en algunas de ellas (Velázquez et al., 2016); sin embargo, las respuestas de cada una de éstas en los medios nutritivos son variable (Flores Hernández et al., 2017); también, tiene que ver el estado de madurez fisiológica y el estado indehisciente de las cápsulas. (Pérez-Martínez & Castañeda-Garzón, 2016)”, citado por (Arteaga, Rodríguez, Romero, Párraga, & Olivera, 2024).

“La propagación *in vitro* es de gran utilidad para la conservación de germoplasma en múltiples especies vegetales que tienen ciclos de vida largo y/o producen semillas no ortodoxas (Fernández et al., 2019). El cultivo *in vitro* presenta múltiples soluciones a los diversos problemas que conlleva la propagación de orquídeas, como por ejemplo el largo periodo de maduración que requieren muchas especies para lograr su floración, que con la modificación de los factores ambientales y químicos se logra obtener una floración en 8 meses en comparación de los 2 a 3 años que se requiere en medio natural (Pedraza, 2017)”, citado por (Huayra, 2024).

“John Lindley, considerado el padre de la orquideología, publicó varios informes y libros con su clasificación, estableciendo las bases para el cultivo de estas plantas y la producción de híbridos (Rivera, 1998, p. 25)”, citado por (Orozco Abarca, 2020).

“Se analizó el efecto enraizante del agua de coco conociendo que es la mejor sustancia para estimular el desarrollo vegetativo y radicular, este tratamiento es una forma de reducir costos de producción y una alternativa amigable con el ambiente siendo la más efectiva arrojando una diferencia del volumen radicular del 15% siendo el de (12,67mm) (Erazo, 2018)”, citado por (Valle Vera, 2023). “La germinación asimbiótica consta de diversas etapas relacionadas a los cambios que presentan las semillas durante la formación y desarrollo de las plántulas, para la germinación de orquídeas Chacón et al. (2017) considera cinco etapas:” (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres , 2018)

“Imbibición: Es la primera etapa del proceso de germinación, donde se da un ligero incremento del volumen debido a la absorción de agua (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres , 2018).

“Semillas verdes: En esta etapa surge el cambio de coloración de las semillas por la transformación de los protoplastidios a cloroplastos y el incremento de masa” (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres , 2018).

“Inicio de división celular: Se produce un mayor incremento del volumen de la semilla debido a la división mitótica de las células seminales” (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres , 2018).

“Protocormo: Vienen a ser el conjunato de células meristemáticas y parenquimatosas originadas del desarrollo inicial de las semillas de orquídeas, el protocormo se caracteriza por ser

un embrión con una escasa diferenciación de los tejidos y un crecimiento característico” (Chacón Velasco, Contreras, & Cáceres , 2018).

“Desarrollo de órganos axiales: Considerada como la etapa final de la germinación donde se da la formación del brote y raíces (Chacón et al., 2017)”, citado por (Huayra, 2024).

Cultivo

“Su cultivo es más simple que el de la mayoría de la *Catleyas*, por su procedencia de ambientes recios y clima en ocasiones extremos, se le puede considerar una especie resistente, por no decir rústica. Es más resistente a eventos de putrefacción que la mayoría de las otras especies de *Cattleya*. La *Cattleya mendelii* tiene más clones semialba que cualquier otra especie de *Cattleya* y sin duda sus aportes básicos a la formación de nuevos clones, mejorando las condiciones de tamaño y el contraste acentuado entre el color de los pétalos y el del labelo la hacen aún hoy materia prima de nuevos y renovados híbridos” (Cadavid Correa & Salazar Andrade, 2018).

“Al hacer divisiones de *Cattleya mendelii* no pueden quedar menos de 4 bulbos, pues en estas condiciones es muy difícil de establecerlas, sin embargo, una vez establecidas son muy prolíficas de tal forma que una gran planta de *Cattleya mendelii* puede llegar a tener más de 100 pseudobulbos” (Cadavid Correa & Salazar Andrade, 2018).

Híbridos

“A la *Cattleya mendelii* en los inicios se le consideró una de las más bellas orquídeas conocidas, sin embargo, en la actualidad no se encuentra en las colecciones modernas; aun así, fue la base para un gran número de híbridos” (Cadavid Correa & Salazar Andrade, 2018). “Las técnicas empleadas para la inducción de mutaciones son las herramientas útiles para incrementar

la variabilidad genética y las técnicas de cultivo *in vitro* permiten la multiplicación rápida de los fenotipos seleccionados” (Hernández Mendoza, 2013).

Cultivo de Tejidos

“Las primeras experiencias relacionadas al cultivo de tejidos vegetales se remontan a 1902, pero recién en 1922 se logró el primer experimento exitoso: germinación *in vitro* de semillas de orquídeas.”, citado por (Mercado & Osorio , 2022).“Por lo tanto, el cultivo de tejidos es una herramienta para posibilitar el establecimiento de las plantas en un periodo de cultivo reducido”, citado por (Mercado & Osorio , 2022).

Ventajas del Cultivo de Tejidos

“Báez (2018), refiere que la propagación de tejidos vegetales es una rama del estudio que se basa en la habilidad de las células para regenerar nuevos organismos a partir de sus células, tejidos y órganos, y en su cultivo en condiciones asépticas para dirigir la respuesta morfogénica y biosintética” citado por (Cárdenas, 2023).“Esta metodología de cultivo *in vitro* facilita la reproducción acelerada y regulada de plantas, en contraste con la propagación por semillas, que es un método más clásico, pero no menos relevante” citado por (Cárdenas, 2023).

“Suárez 2020), indica que la técnica biotecnológica conocida como extraer una porción de la planta y suministrarle las condiciones químicas y físicas idóneas para intensificar la función celular” citado por (Cárdenas, 2023).“La técnica de propagación de tejidos vegetales (PTV), es una rama de la biotecnología que abarca diversas técnicas para manipular y mantener diferentes partes de una planta en condiciones controladas, desde células individuales hasta organismos completos, en un ambiente estéril y artificial. Además, se utiliza para la micropropagación o clonación *in vitro* de vegetales, que se refiere al método de multiplicar plantas mediante las técnicas de PTV” (Cárdenas, 2023).

“Arano (2023), en su investigación titulada " Uso del cultivo de células y tejidos de plantas como técnica biotecnológica para la obtención de sustancias bioactivas ", se examina la relevancia de los metabolitos secundarios en la supervivencia de las plantas superiores, así como su uso en la industria y la medicina.” (Cárdenas, 2023).

Propagación masiva de plantas, especialmente beneficiosa para especies de difícil propagación por otros métodos, o en vías de extinción.

- “Clonación de individuos de características agronómicas muy deseables durante todo el año

- Obtención de plantas libres de virus
- Producción de semillas sintéticas
- Conservación de germoplasma: material de un conjunto de individuos que representa la variabilidad genética de una población vegetal

- Obtención de metabolitos secundarios
- Producción de nuevos híbridos
- Mejora genética de plantas, incluyendo obtención de plantas transgénicas
- Germinación de semillas.
- Producción de haploides.
- Estudios fisiológicos diversos”. (El Cuaderno de Porque Biotecnología Nro 35 Cultivo in vitro, 2024)

“Suárez (2020), indica la técnica de cultivo de los tejidos se encuentran dentro del campo de la biotecnología y se utilizan para la multiplicación de plantas y el análisis de sistemas celulares vegetales en ambientes rigurosamente controlados. Por lo tanto, su práctica debe

llevarse a cabo en un entorno de laboratorio que asegure condiciones ambientales específicas” (Cárdenas, 2023).

“Para el cultivo de tejidos, se requiere un ambiente controlado y libre de contaminantes, por lo que se lleva a cabo en laboratorios especializados. Estos laboratorios deben estar equipados con herramientas y equipos específicos, y su diseño debe garantizar la ausencia de agentes contaminantes. El proceso de cultivo de tejidos consta de varias etapas, que se llevan a cabo en diferentes secciones del laboratorio (Suárez, 2020)”, citado por (Cárdenas, 2023).

Esterilización

“Es fundamental que todo el material vegetal utilizado, así como las diferentes herramientas, zonas de trabajo y los medios de cultivos deben de estar esterilizado. Sin esta esterilización y un manejo muy cuidadoso para garantizar un medio aséptico los cultivos se contaminarán y morirán” (Medina, 2020).

Técnica de Cultivo In Vitro

“El cultivo *in vitro* de orquídeas revolucionó después del descubrimiento de Knudson, un botánico estadounidense en 1922, cuando desarrolló un método para germinar semillas de orquídeas de forma asimbiótica en medios ricos en azúcares y minerales, demostrando que la germinación de semillas en condiciones asépticas era posible sin el requerimiento de hongos micorrízicos. Esto abrió la posibilidad del cultivo de las orquídeas sin explotarlas de su medio. Más adelante en 1962 Murashige y Skoog crearon un medio de cultivo óptimo rico en sales inorgánicas, carbohidratos, vitaminas y aminoácidos, lo que ofrece un alto grado de nitrógeno y potasio, importantes para la nutrición de las semillas, también se les agrega fitohormonas y algunos suplementos para mejorar la calidad de la germinación (Salazar S y Seir A, 2012; Otero

J y Bayman P, 2009; Chávez H *et al*, 2014; Mayo A *et al*, 2010; Knudson L. 1921; Murashige y Skoog, 1962)”, citado por (Delgado Castro, 2020).

“A nivel mundial se han creado y utilizado muchos y variados medios de cultivo para la propagación de la *Cattleya Mendelii*. Para maximizar el número de individuos a conservar se ha utilizado el cultivo *in vitro* el cual es un conjunto de técnicas biotecnológicas aplicadas a un explante sea sexual o vegetativo para que este genere uno o más individuos de la especie de interés, estas propagaciones son una alternativa viable para incrementar poblaciones de especies con problemas de conservación en su hábitat” (Gallego, 2017).

“Las técnicas de cultivo *in vitro* son alternativas viables para la germinación y crecimiento de plántulas de orquídeas en un período corto de tiempo, en comparación a la germinación en su hábitat natural. Además, estas técnicas juegan un papel importante para la conservación y propagación de especies amenazadas o en peligro de extinción” (Salazar-Mercado & Delgado-Botello, 2020).

“Existen dos formas de reproducir orquídeas y que son aptas para cualquier especie: asexual o sexualmente. La primera permite producir clones de especies mejoradas con fines comerciales u ornamentales, mientras que la reproducción sexual, realizada a través de sus semillas, es utilizada para mantener la variabilidad genética (Sorgato *et al.*, 2015)”, citado por (Luzuriaga & Tapia , 2023).

“El cultivo *in vitro* es una técnica que consiste en aislar una porción de la planta, ya sean protoplastos, células, tejidos, órganos o plantas completas y proporcionarle artificialmente las condiciones físicas y químicas apropiadas para que las células expresen su potencial intrínseco o inducido. Mediante esta técnica se pueden obtener plantas libres de patógenos en frascos de vidrio en un ambiente artificial con medios de cultivos nutritivos y asépticos, en condiciones

ambientales controladas; el avance de estas técnicas ha permitido en los últimos años el estudio detallado de plantas tanto a nivel celular como molecular, de esta forma se puede cultivar una parte determinada de la planta para inducir el crecimiento de brotes y luego adaptarlas a condiciones *in vivo* (Castillo A, 2004; Segretín M, 2008; Roca W y Mroginski L, 1991; Duarte I. 2014)”, citado por (Delgado Castro, 2020).

“El cultivo *in vitro* en general se ha usado para reproducir y conservar plantas de interés económico, y entre los recursos fitogenéticos ornamentales, están las orquídeas. Los complejos requisitos de polinización, germinación de las semillas y otros factores abióticos y bióticos contribuyen con la pérdida de plantas cuando no se cumplen con estas condiciones, por ello la conservación *in vitro* de estas plantas toma una gran importancia” (Bonilla M *et al*, 2015).

“Hace referencia a cultivar un organismo en frasco de vidrio, un ambiente artificial, tomando como base la totipotencia celular propuesta por Haberland en 1902 y la hipótesis del balance hormonal sugerida por Skoog” (Núñez, 2022). “Esta forma de cultivo tiene dos características primordiales: la asepsia (ausencia de microorganismos perjudiciales), y el control de los factores que afectan el desarrollo (...)” (Castillo-Novales, Pereira, Herté, Elórtogui, & Atala, 2022).

“Finalmente, el cultivo *in vitro* ha contribuido a mejorar el entendimiento de los eventos en la diferenciación celular” (Huayra, 2024).

“La propagación *in vitro* de orquídeas se presenta como una estrategia crucial para la conservación y recuperación de diversas especies que enfrentan el riesgo de desaparecer de los ecosistemas naturales. Esta técnica no solo permite resguardar la diversidad biológica, sino también facilita un aprovechamiento sostenible de las poblaciones silvestres” (Huayra, 2024).

“El cultivo *in vitro* en orquídeas ha generado respuestas exitosas, debido a la rápida multiplicación por clonación masiva y la producción de propágulos con altos niveles de sanidad vegetal, dando como resultado plantas con características apropiadas para su propagación (Figueiredo et al., 2008 ; Bayraktar et al., 2015 ; Vettorazzi et al., 2019)”,citado por (Mercado & Osorio , 2022). “produciendo ventajas sobre los métodos tradicionales de propagación. (Unemoto et al., 2007 ; Jena et al., 2018)”citado por (Mercado & Osorio , 2022). Además, el Medio Basal de “Murashige y Skoog (MS) (1962) ha sido utilizado para la germinación y crecimiento de muchas especies, obteniendo óptimos resultados por su contenido de sales inorgánicas, vitaminas, carbohidratos y aminoácidos , que aportan un alto nivel de nitrógeno y potasio (Salazar, 2012)”, citado por (Mercado & Osorio , 2022).

“Existen numerosas investigaciones del cultivo *in vitro* de orquídeas, sin embargo, estos se han llevado a cabo con otras especies y además se ha partido de otro tipo de material vegetal para poder ser realizados, como protocormos, meristemos, hojas, pétalos y pseudobulbos entre otros” (Cadavid Correa & Salazar Andrade, 2018).

“Otra contribución fue la investigación denominada “Propagación masiva de orquídeas (Cattleya y Phalaenopsis) mediante un sistema de biorreactores de inmersión temporal en San Martín, Perú”, la que tuvo como objetivo realizar una evaluación del desarrollo de plántulas de las especies. *in vitro*, ambas pertenecientes al género de las orquídeas y de gran valor comercial en Perú (Cárdenas, 2023). “Su conclusión es que, debido al aumento en la demanda de orquídeas, plantas con significativo valor económico, se ha investigado la producción de plántulas de alta calidad en un tiempo reducido utilizando herramientas biotecnológicas. Esta investigación resalta la relevancia del cultivo *in vitro* en la multiplicación de orquídeas de los géneros Phalaenopsis y *Cattleya*” (Cárdenas, 2023).

La alternativa existente a la propagación convencional es el cultivo *in vitro* o micropropagación, con lo que es posible obtener altos niveles de multiplicación en períodos cortos, lo que contribuye a disminuir la presión que ejerce la colecta indiscriminada de especímenes silvestres en peligro de extinción con fines comerciales (Alvarado, 2000). (Acuña Samora, 2016); Moreno y Menchaca (2007); Flores-Escobar *et al.* (2008 y 2011) y Salazar-Mercado (2012), quienes indicaron que el cultivo *in vitro* de orquídeas puede ser favorecido por la adición al medio de cultivo de suplementos orgánicos o reguladores del crecimiento. Lo anterior también fue confirmado por Kaur y Bhutani (2012), quienes concluyeron que con el empleo de homogeneizado de banano (50 g l^{-1}), los explantes (protocormos) de *Cymbidium pendulum* (Roxb.) Sw., presentaron la más alta tasa de regeneración, con formación de brotes vigorosos y de raíces” (Pérez, Barragán, Lagunez , & Solano , 2016).

“Una de las aplicaciones más importantes de la biotecnología para la conservación de la diversidad de orquídeas y el uso sostenible es la germinación *in vitro* (Popova & otros. 2016)” citado por (Dolce N. R., Medina, Terada, González, & Flachslan).

Micropropagación

“La micropropagación se ha convertido en una industria importante para la biotecnología agrícola. En esta técnica, las plántulas se establecen *in vitro* en pequeños y asépticos recipientes de cultivo, colocados en estantes horizontales. El agua y los requerimientos nutricionales son suministrados por el medio de cultivo. La aireación juega un papel considerable en el crecimiento y desarrollo de las plantas, a través de su efecto sobre la corriente de transpiración. El flujo de transpiración juega un papel fundamental en la translocación de nutrientes minerales a través del xilema (Bairu,2009)”, citado por (Medina, 2020).

“En general las técnicas de micropropagación que se utilizan para orquídeas es empleando medio semisólido (George et al, 2008)”, citado por (Zamora, 2015).

“La micropropagación viene a ser uno de los usos que se le da al cultivo *in vitro*, así mismo, se comprende como micropropagación a los procesos asépticos donde se dé la manipulación órganos, tejidos o células de plantas con la finalidad de lograr producir una población con características fenotípicas y genotípicas seleccionadas mediante técnicas de cultivo *in vitro* (Núñez y Mariño, 2008)”, citado por (Huayra, 2024)

“Así mismo, Núñez y Mariño (2008) considera cinco etapas básicas para la micropropagación, numeradas del 0 al IV:

Etapa 0. elección del material vegetal: Durante esta etapa, se lleva a cabo la preparación, selección y acondicionamiento de plantas madre como paso previo para iniciar el proceso de micropropagación, es indispensable tener en consideración la identidad (especie o variedad) y su estado de salubridad de la planta (libre de patógenos, deficiencias o estrés) (Núñez y Mariño, 2008)”, citado por (Huayra, 2024).

“Etapa I. Iniciación del cultivo: Una vez seleccionadas las plantas (aquellas que posean unas características genotípicas y fenotípicas deseadas) se realiza la desinfección superficial del material escogido para evitar el crecimiento de microorganismos, especialmente bacterias y hongos en el medio de cultivo (Núñez y Mariño, 2008)”, citado por (Huayra, 2024).

“Etapa II. Multiplicación: En esta etapa se realiza la multiplicación de las plántulas mediante la formación de nuevas estructuras (brotes o propágulos), los cuales al ser separados tendrán la capacidad de formar una planta, lo que puede dar origen a un nuevo ciclo de reproducción y de esta forma incrementar el número de individuos (Núñez y Mariño, 2008)”, citado por (Huayra, 2024).

“Etapa III. Inducción y desarrollo de raíces: En esta fase se induce la formación y proliferación de raíces adventicias. Para esta etapa se puede o no utilizar inductores de enraizamiento, dependiendo de los requerimientos de la planta a trabajar. El enraizamiento puede llevarse a cabo tanto en condiciones *in vitro* como en *ex vitro*, en este último se debe tener en cuenta la vigorosidad y desarrollo de las plántulas de forma que puedan sobrevivir y desarrollar raíces en un entorno no necesariamente estériles (Núñez y Mariño, 2008)”, citado por (Huayra, 2024).

“Etapa IV. Aclimatación: Debido a las condiciones del cultivo *in vitro* las plantas casi no fotosintetizan y son dependientes al carbón orgánico suplementado con los azúcares añadidos; así mismo, sus estomas no son funcionales y la cutícula es poco desarrollada debido a la alta humedad relativa y la escasa fotosíntesis. Por ello, es importante que al momento de extraerlas y llevarlas en condiciones externas el proceso debe ser gradual (Núñez y Mariño, 2008)”, citado por (Huayra, 2024).

Diversos Medios de Cultivo *In Vitro* para *Cattleya Mendelli*

“La *Cattleya* aqueja a los orquideario ya que son plantas muy sensibles en cuanto al trasplante, la raíz como anclaje de la planta y debe poseer un buen sustrato por lo general el estrés provoca perdida de la planta en totalidad, es por ello que se desea estimular la raíz para aumentar su masa radicular con productos orgánicos, en el tratamiento 1 Agua de coco al 5% más miel de abeja al 1%; en el tratamiento 2 Extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), tratamiento 3 Micorrizas, el tratamiento 4 sin aplicación de productos. Todos los productos antes mencionados se han aplicado con la técnica drench, humedeciendo un 80% el sustrato” (Valle Vera, 2023).

“La tecnología para la reproducción *in vitro* de orquídeas ha tenido que evolucionar debido a la demanda de estas plantas y al alto costo de la biotecnología utilizada debido al agar, el agente gelificante. En consecuencia, la investigación ha tendido a buscar sustitutos naturales del agar” (Sánchez-Gutiérrez, Soto, España, González, & Zamora, 2023).

“Sin embargo, el medio nutritivo para el cultivo *in vitro* es variable en función de la especie a propagar” (Rodríguez, y otros, 2015).

“El medio de cultivo basal en cuanto a sales y vitaminas fue Murashige y Skoog (MS) (1962) adicionado con 30 g/L de sacarosa, 7.5 g/L de agar (PhytoTech Labs, A111 Agar, Plant TC), y el pH fue ajustado a 5,8. Para los medios usados con *E. secundum*, se agregó inositol 0.1 g/L y carbón activado 2 g/L” (Delgado Castro, 2020).

“El agua de coco contiene reguladores de crecimiento como auxinas, giberelinas y citoquininas, ácido salicílico, ácido abscísico, ácido ascórbico, ácido glutámico, ácido aspártico, azúcares, lípidos, sodio, potasio, magnesio, calcio, fósforo, cloruro, hierro, riboflavina, niacina, alanina, treonina, serina, sirosina, isoleucina, leucina, glicina, fenilalanina, histidina (Ovalles *et*

al., 2002; Costa, *et al.*, 2015; Robles-Ozuna *et al.*, 2021)” citado por (T, Chávez, Carballar, & González, 2024).

“Las plantas de los tratamientos con agua de coco fueron más pequeñas que las del control y que las establecidas en medio de cultivo con adición de pulpa de plátano. El tratamiento con MS más 200 g L^{-1} de pulpa de plátano presentó el mayor tamaño de plantas, 4.9 cm en promedio, mientras que, las plantas en el tratamiento con MS más 300 mL L^{-1} agua de coco tuvieron un tamaño de 2.3 cm, siendo las más pequeñas del experimento” (T, Chávez, Carballar, & González, 2024).

“La germinación *in vitro* de semillas en los 3 medios de cultivos evaluados (MS, MS+AC y MS+JP) de la especie *P. vespa* en promedio fue del 84,4%, y en la especie *S. klotzscheana* del 80,1%; se comparó el porcentaje de las semillas viables con respecto al porcentaje de la germinación de las semillas. La viabilidad, según lo indicado por la prueba de tetrazolio, osciló entre 0,5% (*S. klotzscheana*) y 2,8% (*P. vespa*), superior que la germinación real de las semillas bajo condiciones óptimas. (Salazar Mercado & Cancino, Evaluación del efecto de dos suplementos orgánicos en la germinación *in vitro* de orquídeas nativas de la provincia de Pamplona, Colombia, 2012) Sheelavantmath et al., (2000) realizaron el cultivo *in vitro* a partir de semillas de *Geodorum densiflorum* (Lam.) Schltr, las cuales fueron sembradas en medio Knudson C (1946) obteniendo cuerpos protocórmicos (PLB) con la adición de agua de coco al 10 % v/v. A las cuatro semanas, se desarrollaron los rizomas que posteriormente fueron usados como explantes en el medio MS (1962) y en medio Knudson C (1946), suplementados con 2 % de sacarosa, 0.8 % agar, 0.1 % carbón, citoquininas (BA y Kin) y ANA a diferentes concentraciones respectivamente” (Cadavid Correa & Salazar Andrade, 2018).

“Kishor et al., (2006) realizaron cultivos *in vitro* a partir de semilla en el medio Vacin y Went (Vacin - Went, 1949), con 2 % w/v de sacarosa y 15 % v/v de agua de Coco, ANA, BAP y KN; con el fin de germinar la semilla. Las semillas germinadas fueron transplantadas en el medio Knudson C (1946) y MS/2 (1962), cada uno de ellos suplementado con ANA, BAP y Kin” citado por (Cadavid Correa & Salazar Andrade, 2018).

“El medio basal de máxima potencia, MS (Murashige y Skoog 1962), se complementó con 30 g/L de sacarosa, 11 g/L de agar, 0,1 g/L de mioinositol y 1 g/L de carbón activado. Las semillas se cultivaron en los siguientes medios de cultivo: el medio basal MS como control, medio suplementado con 0,5 mg L⁻¹ de ácido indol acético (MS+IAA), MS más 0,5 mg L⁻¹ de ácido giberélico (MS+ GA3), o 200 mL L⁻¹ de agua de coco (MS+C), o 200 mL L⁻¹ de jugo de piña (MS+P) (Mercado y Delgado 2020), y el medio comercial Orchid Seed Sowing Medium (OSM: Ref P727–1Lt). Los medios de suplemento orgánico se prepararon añadiendo 200 ml L⁻¹ de agua de coco o jugo de piña. Posteriormente se ajustó el pH a 6,2, utilizando NaOH o HCl a 1 M” (Mercado & Osorio , 2022).

“Los mejores porcentajes de germinación en *C. gaskelliana* y *C. warscewiczii* se obtuvieron en el medio MS+ P (90.7% y 92.1%, respectivamente) y los más bajos se encontraron en el medio MS+IAA (87.8; 91%)” (Merca & Vega, 2017).

“Respecto a las necesidades nutricionales y minerales de las especies de orquídeas, en muchos casos se encuentran diferenciadas tanto en la germinación como en el desarrollo de la plántula. Por ello, es fundamental explorar cuál es el medio de cultivo *in vitro* adecuado para cada una de las especies (Ruiz et al., 2008)”, citado por (Mercado & Osorio , 2022).

Ya sea para conservación o preservación de orquídeas (Long et al., 2010 ; Kauth et al., 2011 ; Zeng et al., 2012 ; Salazar et al. 2020a a). Como señalan Abbaszadeh et al. (2018) , Chen et al. (2015) , Asghar et al. (2011)” , citado por (Mercado & Osorio , 2022).

“(…) el medio más utilizado para orquídeas y con mayor éxito es el MS. Varios autores han adicionado componentes orgánicos al medio de cultivo MS, para favorecer la germinación de embriones y el desarrollo de plántulas, debido a sus aportes nutricionales (Clavijo et al., 2016 ; Orjuela y Deaza, 2017 ; Seon et al., 2018)”, citado por (Mercado & Osorio , 2022).

“Entre los extractos naturales utilizados están la pulpa de banano, agua de coco , jugo de tomate, extracto de levadura y papa, debido a que contienen mezclas de aminoácidos y vitaminas, algunas actuando como reguladores del crecimiento (Yong et al., 2009 ; Wida et al., 2017 ; Dulić et al., 2019)”, citado por (Mercado & Osorio , 2022).

“Kitsaki et al. (2004) demostraron que el medio de cultivo enriquecido con agua de coco fue efectivo para las fases de desarrollo 1, 2 y 3 en *Ophrys* . En contraste, el medio de cultivo enriquecido con jugo de piña mostró mayor efectividad en las fases de desarrollo 4 y 5. Sin embargo, de acuerdo con los hallazgos en esta investigación, los medios suplementados con MS+Py MS+C, mostraron resultados favorables en todas las fases de desarrollo, lo que indica que el uso de extractos naturales en los medios de cultivo produce beneficios en el desarrollo fenológico de las *C. gaskellianay C. warscewiczii*. Esto, en concordancia con hallazgos de que, los componentes orgánicos han sido más efectivos *en cultivos in vitro* y han permitido utilizar una gran variedad de especies de orquídeas (Gnasekaran et al., 2010 ; Gallo et al., 2016 ; Mercado et al., 2020 ; Mercado y Delgado 2020)”, citado por (Mercado & Osorio , 2022).

“Para la orquídea *C. máxima*, reporto resultados donde la viabilidad de las semillas fue 55,87 %, el medio T0 (MS+ agua de coco 20%) fue el que permitió un tiempo de germinación menor (28,73 días), el medio T3 (MS+ agua de coco 20%+ harina de plátano 40 g/L) fue el que permitió un mayor porcentaje de germinación (96,75 %), los medios T1, T2, T3 y T4 (MS + harina de plátano 20, 30, 40 g/L + agua de coco 20% y MS+ ANA 0,1 mg/L + BAP 1 mg/L) fueron los que permitieron el mayor porcentaje de supervivencia de protocormos de 100%, los medios T2, T3 y T4 (MS + harina de plátano 30, 40 g/L + agua de coco 20% y MS+ ANA 0,1 mg/L + BAP 1 mg/L) fueron los que permitieron el mayor porcentaje de diferenciación de protocormos de 100%, el medio MS+ carbón activo 3 g/L + ANA 0,5 mg/L + BAP 0,1 mg/L fue el que permitió mayor altura de plántulas (1,69 cm), mayor número y elongación de hojas (5,38 y 0,88 cm) y el medio MS + harina de plátano 30 g/L + agua de coco 20% + carbón activo 3 g/L fue el que permitió mayor formación de brotes (2,37). En la orquídea *Epidendrum sp.*, reporto resultados donde la viabilidad de las semillas fue 87,29% , el medio T0 (MS+ agua de coco 20%) fue el que permitió un tiempo de germinación menor (58,93 días), el medio T3 (MS+ agua de coco 20% + harina de plátano 40 g/L) fue el que permitió un mayor porcentaje de germinación (96,76 %), los medios T0 y T1(MS+ agua de coco 20% y MS + harina de plátano 20 g/L + agua de coco 20% fueron los que permitieron el mayor porcentaje de supervivencia de los protocormos de 100%, el medio T0 (MS + agua de coco 20%) fue el que permitió el mayor porcentaje de diferenciación de protocormos de 100%, el medio MS+ carbón activo 3 g/L + agua de coco 20% fue el que permitió mayor altura de plántulas (1,91 cm), elongación de hojas y mayor formación de brotes (1,05 cm y 2,02) y el medio MS + harina de plátano 30 g/L + agua de coco 20% + carbón activo 3 g/L fue el que permitió mayor número de hojas (5,98)”. (Vilcherrez Atoche, 2019).

“Es importante el contenido de los nutrientes en el medio de cultivo y del genotipo de la especie; en *Cattleya crispera* la germinación en MS + 30 g L⁻¹ + 2 g L⁻¹ de Phytigel, produjo la germinación a los 7 ddi, formación de protocormos a los 30 ddi y plantas a los 150 ddi (Vargas et al., 2023); asimismo, diferentes orquídeas, resultaron mejores en medio MS + jugo de piña, variando la germinación entre ocho a doce semanas y con agregado de plátano se diferenciaron órganos axiales a la quinta semana (ChacónCampana et al., 2017); también en, *Dendrobium cunninghamii*, en los medios Nor-Stog 1973 y Vacin y Went 1949, cada uno + sacarosa al 2%, se obtuvo una germinación de alrededor del 50% en ambos medios (Diantina et al., 2020); por otro lado, en *Paraphalaenopsis labukensis* Shim, A. Lamb & CL Chan, la mayor tasa de germinación se dio con el medio Knudson C, seguido de MS, con 98,78% y 92,80, respectivamente y Knudson + 0,5 mg L⁻¹ con 17,25% (Nelson et al., 2023)”, citado por (Gonzales-Arteaga, Rodríguez, Romero, Párraga, & Olivera, 2024).

“(…) (Bertolini, Damon, & Rojas Velázquez, 2014). Para ello se aplicaron dos métodos utilizando los medios de cultivo P723, agar-agar y PDA, aplicando 7 tratamientos con un diseño experimental completamente al azar y una prueba Dunnet”. (Nieto Melo & Bailón Aijón, 2016).

“Se investigó la influencia del medio de cultivo MS (1962) a diferentes concentraciones finales para evaluar la formación del cuerpo protocórmico y la adición de agua de coco, jugo de piña y ANA para la formación de raíces” (Cadavid Correa & Salazar Andrade, 2018).

“Los medios más usados son M&S (Murashige y Skoog), Knudson C y P723 a los cuales se les adiciona algunos suplementos como agua de coco o carbón activado, que favorecen un mejor desarrollo y aceleran la germinación (Pedroza, J., Serrato, I. 2010.; Flores, G et al. 2008)” citado por (Nieto Melo & Bailón Aijón, 2016).

“Con base en este resultado se presume que el agua de coco actúa como una sustancia sinergista estimulando el crecimiento de raíces e incrementando la longitud de las hojas, una vez se comienza a formar el protocormo” (Cadavid Correa & Salazar Andrade, 2018). “La composición del agua de coco la convierte en una solución polielectrolítica capaz de corregir cuadros de deshidratación” (Mendoza Quiroz, 2017).

Una de las ventajas de la germinación *in vitro* es que se pueden observar detalladamente las fases de germinación y la proporción de individuos en cada una de ellas, y de allí poder precisar tratamientos para optimizar el proceso. Se ha documentado, bajo condiciones de laboratorio, que los embriones pasan por diferentes fases, y de acuerdo al criterio aplicado puede ir desde la fase 0 hasta la 5, 6 o 7. Las fases contemplan desde semillas sin embrión (0), el hinchamiento o imbibición del embrión (1), ruptura de testa (cubierta delgada que protege al embrión) (1-2), incremento de tamaño del embrión (3), diferenciación de protocormos (3-4), desarrollo de ápices foliares y raicillas (5) y el desarrollo de hojas y raíces (6-7) (Damon et al., 2014; Johnson & Kane, 2007; Maldonado et al., 2020; Salazar Mercado, 2012; Stewart & Kane, 2006; Vasudevan & Van Staden, 2010; Vogel & Macedo, 2011). Además, se ha observado variación en el tiempo de inicio de la germinación de las semillas, conocido como asincronía (Koene et al., 2020). Las fases de desarrollo y el grado de asincronía no han sido reportados aún en la germinación asimbiótica *in vitro* de *G. skinneri*, citado por (Utami & Hariyanto, 2020)”, citado por (Fabiola, Leobardo, Anne, Fernández, & Guillén, 2023).

“Para la orquídea *C. máxima*, reporto resultados donde la viabilidad de las semillas fue 55,87 %, el medio T0 (MS+ agua de coco 20%) fue el que permitió un tiempo de germinación menor (28,73 días), el medio T3 (MS+ agua de coco 20%+ harina de plátano 40 mg/L) fue el que permitió un mayor porcentaje de germinación (96,75 %), los medios T1, T2, T3 y T4 (MS +

harina de plátano 20, 30, 40 mg/L + agua de coco 20% y MS+ ANA 0,1 mg/L + BAP 1 mg/L fueron los que permitieron el mayor porcentaje de supervivencia de protocormos de 100%, los medios T2, T3 y T4 (MS + harina de plátano 30, 40 mg/L + agua de coco 20% y MS+ ANA 0,1 mg/L + BAP 1 mg/L) fueron los que permitieron el mayor porcentaje de diferenciación de protocormos de 100%, el medio MS+ carbón activo 3 mg/L + ANA 0,5 mg/L + BAP 0,1 mg/L fue el que permitió mayor altura de plántulas (1,69 cm), mayor número y elongación de hojas (5,38 y 0,88 cm) y el medio MS + harina de plátano 30 mg/L + agua de coco 20% + carbón activo 3 mg/L fue el que permitió mayor formación de brotes (2,37). En la orquídea *Epidendrum sp.*, *reporto* resultados donde la viabilidad de las semillas fue 87,29% , el medio T0 (MS+ agua de coco 20%) fue el que permitió un tiempo de germinación menor (58,93 días), el medio T3 (MS+ agua de coco 20% + harina de plátano 40 mg/L) fue el que permitió un mayor porcentaje de germinación (96,76 %), los medios T0 y T1(MS+ agua de coco 20% y MS + harina de plátano 20 mg/L + agua de coco 20% fueron los que permitieron el mayor porcentaje de supervivencia de los protocormos de 100%, el medio T0 (MS + agua de coco 20%) fue el que permitió el mayor porcentaje de diferenciación de protocormos de 100%, el medio MS+ carbón activo 3 mg/L + agua de coco 20% fue el que permitió mayor altura de plántulas (1,91 cm), elongación de hojas y mayor formación de brotes (1,05 cm y 2,02) y el medio MS + harina de plátano 30 mg/L + agua de coco 20% + carbón activo 3 mg/L fue el que permitió mayor número de hojas (5,98)” Vilcherrez (2019).

“Lallana et al. (2016) indican que, la propagación de orquídeas mediante la germinación de semillas in vitro se lleva a cabo en el medio de cultivo MS a media concentración, en placas petri de 5 cm de diámetro. Antes de la siembra, se debe desinfectar las semillas según los protocolos establecidos, generalmente se introducen las semillas en una solución de hipoclorito

de sodio o calcio y luego se lava tres veces con agua. Las placas Petri son rotuladas y selladas alrededor de la tapa con una cinta adhesiva y en la parte de la base se coloca una cuadrícula de (1 cm x 1 cm) de acetato para llevar a cabo el recuento de las semillas que van germinando y se coloca 3 cuadros por placa” citado por (Sánchez, 2021).

“Ruíz 2021), estableció un protocolo de micropropagación de *Phragmipedium kovachii*, con fines de conservación, evaluó la germinación y el efecto de auxinas y citoquininas durante las fases de multiplicación de protocormos y enraizamiento de plántulas de *Phragmipedium kovachii*. Observó que la semilla en el MS (1/2) ajustado a un pH más o menos 7 presentó un porcentaje de germinación de 60,48%” (Sánchez, 2021).

“Chacón et al. (2018) mencionan que, es muy importante realizar investigación detallada sobre la madurez de los frutos o capsulas de orquídeas, también sobre la viabilidad, los requerimientos de nutrición, sobre la adición de suplementos de naturaleza orgánica o también sobre fitohormonas. Se afirma que cuando se adiciona carbón activado más agua de Coco a un MS, potencializa la germinación de las orquídeas terrestres y de las orquídeas epifitas, asimismo indican que el estado de madurez que tienen las cápsulas y las características genéticas de las orquídeas tienen mucho que ver con variación existente en la germinación de las semillas de las diferentes especies, hablando del estado de madurez de las cápsulas de orquídeas es importante saber determinar el momento adecuado para sembrar la semilla, lo cual puede variar, y se ha demostrado en algunas investigaciones que se sembraron semillas inmaduras y se han obtenido buenos resultados en la germinación” (Sánchez, 2021).

“Se prepararon 4 tipos de medios de cultivo y son los siguientes: El medio de cultivo basal Murashige y Skoog a media concentración (MS^{1/2}) y se agregó sacarosa la cantidad de 30 000 mg /l, agar 700 mg/l, myo-inositol 100mg/l, el medio (MS) suplementado con jugo de piña

(20%) (MS+JP), el medio MS suplementado con agua de coco (20%) (MS +AC) y el medio de cultivo de Knudson C (K) empleado por Muñoz y Jiménez (2007) y los cuatro medios fueron ajustados a un pH de 6.0” (Sánchez, 2021).

“El medio basal de máxima potencia, MS (Murashige y Skoog 1962), se complementó con 30 g/L de sacarosa, 11 g/L de agar, 0,1 g/L de mioinositol y 1 g/L de carbón activado. Las semillas se cultivaron en los siguientes medios de cultivo: el medio basal MS como control, medio suplementado con 0,5 mg L⁻¹ de ácido indol acético (MS+IAA), MS más 0,5 mg L⁻¹ de ácido giberélico (MS+ GA3), o 200 mL L⁻¹ de agua de coco (MS+C), o 200 mL L⁻¹ de jugo de piña (MS+P) (Mercado y Delgado 2020), y el medio comercial Orchid Seed Sowing Medium (OSM: Ref P727–1Lt). Los medios de suplemento orgánico se prepararon añadiendo 200 ml L⁻¹ de agua de coco o jugo de piña. Posteriormente se ajustó el pH a 6,2, utilizando NaOH o HCl a 1 M. Se esterilizaron a 15 libras de presión (Psi) a 120 °C durante 25 min. Las semillas de orquídeas se sembraron en un solo medio de cultivo hasta el trasplante/aclimatación (Mercado & Osorio , 2022).

“El medio MS (1962), por su contenido en sales inorgánicas, vitaminas, aminoácidos , carbohidratos y altas concentraciones de nutrientes (Hunhoff et al., 2018), ha sido utilizado para la germinación y crecimiento de diversas especies de orquídeas ofreciendo resultados óptimos (Salazar y Cancino, 2012). Sin embargo, cada especie requiere de un método específico para su producción rápida y a gran escala (Díaz et al., 2015). Asimismo, el éxito de generar y propagar plantas de forma asimbiótica depende de factores, como la condición de la semilla (Madurez y origen de la cápsula), condiciones físicas de la germinación y la composición del medio de cultivo (Chen et al., 2015); generalmente el medio se suplementa con fitorreguladores, esenciales para el éxito de la propagación *in vitro* (Silva et al., 2015), pero estos compuestos

son costosos; por lo que se han estudiado compuestos de origen natural que los sustituyan (Menees et al., 2016). El medio suele modificarse añadiendo pulpas de frutas para facilitar el desarrollo de las plantas (Sousa et al., 2016). Para este fin se han utilizado diversos aditivos orgánicos como homogeneizado de plátano, homogeneizado de patata y agua de coco en cultivos de tejidos vegetales (Wida et al., 2017)”, citado por (Mercadoa & Botello , 2020).

“Con la adición de agua de coco en el medio nutritivo Murashige y Skoog (MS). Para el ensayo se emplearon semillas obtenidas de una vivienda particular y se evaluaron tres tratamientos, T1 (medio MS 100%) como testigo, T2 (medio MS 100% + 100mg/L de agua de coco) y T3 (medio MS 100% + 200mg/L de agua de coco)”, citado por (Núñez, 2022).

“La baja concentración de sal del medio KN fue confirmada por Soares et al. (2009) con el cultivo de *Cattleya loddigesii* Lindl., quienes encontraron un mayor crecimiento *in vitro* con 200% de sales. Para *Hadrolaelia lobata* (Lindl.) Chiron & V.P. Castro × *Hadrolaelia purpurata* Aco., el medio KN al 200% influyó en el número de hojas y KNal 50% en el número de brotes, pero sin efecto en el crecimiento de la biomasa” (Pinedo-Panduro, y otros, 2022).

“Para la siembra de semillas se utilizó Phytamax TM y medio MS al 30% de sus sales basales en combinación con suplemento orgánico (leche de coco, puré de piña y puré de plátano), junto con el medio Phy utilizado como control. Para medir el efecto de la sacarosa vs. N’Joy Stevia® como fuente de carbono, se utilizaron estos dos tratamientos, con el medio Phytamax TM. Para evaluar el desarrollo de plántulas con reguladores de crecimiento se probaron tres tratamientos: el control 100% Phytamax TM, 30% Phytamax TM con 1.166 ml/l de Maxi-grow y el medio Chiu (Zavala, Ávila , & Magaña , 2021).

Partiendo del supuesto de que medios de cultivo diluidos suplementados con ácido giberélico, y sustratos posibilitarían el crecimiento *in vitro* de ambas especies. Los medios de

cultivo ensayados para el crecimiento de yemas adventicias de *Laelia anceps* Lindl. y *Epidendrum* sp. de $1,1 \pm 0,1$ cm, previamente regenerados *in vitro*, conteniendo sales nutritivas de Murashige y Skoog (MS) 50 y 100%, 30 g L^{-1} de sacarosa, 0 y 1 mg L^{-1} de ácido giberélico (AG₃), agar (7 g L^{-1}) o 30 ml de mezclas de sustratos: perlita-roca volcánica (PT) y fibra de coco-roca volcánica (FCT) en proporción 3:1 (tamaño de partícula 0,5 mm). El pH del medio se ajustó a 5,7-5,8” (Flores-Hernández, Robledo, & Jiménez, 2017).

“Los cuatro medios semisólidos utilizados para la siembra de las semillas correspondieron a los siguientes: Medio Y10, con macro y micronutrientes de Yasuda al 10%, adicionado con 0.112 mg L^{-1} 6-bencilaminopurina (BAP; Sigma-Aldrich[®]); medio Y100, constituido por las sales de Yasuda al 100%, con 1.125 mg L^{-1} BAP, ambos medios con 30 g L^{-1} de sacarosa, 5.2 g L^{-1} de Phytigel (Sigma-Aldrich[®]) y pH de 6.3 de acuerdo con Torres et al. (2011). Medio DR (Dalla Rosa & Laneri, 1977), adicionado con 150 mL L^{-1} de agua de coco (A de coco^R), 20 g L^{-1} de sacarosa y 8 g L^{-1} de agar (Bacto Agar BD) y pH 5.5. Medio MS (Murashige & Skoog, 1962) con 30 g L^{-1} de sacarosa, 5.2 g L^{-1} de Phytigel y pH de 5.8. Todos los medios fueron esterilizados a $120 \text{ }^\circ\text{C}$ y 1.1 kg cm^{-2} de presión por 20 min y después se vertieron 10 mL en cajas Petri esterilizadas de 60 x 15 mm”. citado por (Hernández-Ramírez, Iracheta, Asbhy, Fernández, & Guillén, 2023)

“Se utilizaron cinco medios de cultivo, agar avena modificado (OMA), agar agua (AW), medio de cultivo de banano (CMB; Barbery & Molares 2014), medio de cultivo de tomate (CMT; Barbery & Molares 2014) y medio de cultivo de orquídea terrestre modificado de Malmgren (MM; Malmgren 1996) para evaluar la germinación de semillas de *C. longipetala*. El agar avena modificado (OMA) (Steinfort et al. 2010), se preparó combinando 10 g/L de avena triturada que se dejó homogeneizar a una temperatura de $95 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 30 minutos (agitación

constante) y luego se filtró a través de una gasa, a la mezcla obtenida se le agregó 0,1 g/L de extracto de levadura y 10 g/L de agar, ajustando su pH a 5,8 antes de ser autoclavado a 1 atm de presión (121°C) durante 20 minutos. Finalmente, el agar se dejó enfriar a 50-55 °C antes de agregar 0,04 g/L de sulfato de estreptomicina, con el fin de evitar la contaminación por bacterias (Waksman 1949). Los demás medios se prepararon siguiendo las instrucciones del creador, se esterilizaron en autoclave a 1 atm de presión (121 °C) durante 20 minutos y una vez preparados todos los medios se ajustó el pH a 5,6. Todos los medios de cultivo se vertieron en placas Petri de 55 mm de diámetro en una cámara de flujo laminar” (Jeldes-Cajas, Pereira , Molina, & Cristian Atala, 2024)

“Por otro lado, los medios de cultivo con bajos nutrientes, como el agua agar (AW), suelen dar lugar a una baja germinación y a un estancamiento del desarrollo del embrión, probablemente debido a las características de las semillas y su dependencia de los hongos micorrízicos (Smith & Read 2008 ; Herrera et al. 2017). Otros estudios sobre germinación simbiótica de orquídeas tropicales han obtenido la mayor germinación, y también mayores desarrollos embrionarios, utilizando MS suplementado con jugo de piña, agua de coco y hormonas (Salazar & Vega 2017 , Salazar & Botello 2020)” (Castillo-Navales, Pereira, Herté, Elórtogui, & Atala, 2022)

“Los medios de cultivo más adecuados para la germinación asimbiótica y la formación de plántulas de *C. gaskelliana* y *C. warszewiczii* fueron suplementados con jugo de piña y agua de coco, acelerando la formación de protocormos y el desarrollo de las plantas en ambas especies” (Mercado & Osorio , 2022).

“Esto contribuye a la reducción de costos generados por los reguladores de crecimiento vegetal, ayudando así a la propagación y conservación de orquídeas en riesgo de extinción. Los

resultados obtenidos sirven como base para orientar futuras investigaciones sobre posibles composiciones de medios de cultivo con suplementos orgánicos para la germinación *in vitro* de otras especies de orquídeas” (Mercado & Osorio , 2022)

Desinfección de la Semillas

“La procreación por semillas de la *Cattleya Mendelii* requiere de diversos procesos previos a su siembra. La desinfección de las semillas de orquídeas es imprescindible cuando se va a trabajar *in vitro*” (BusCagro, 2016).

“El trabajo con semillas de orquídeas es complejo y requiere de tratamientos asépticos importantes como la desinfección de semillas de cápsulas maduras y verdes y su posterior siembra, como observamos en trabajos realizados en México en los cuales nos muestran las técnicas que se han generalizado para ciertas especies de orquídeas que poseen semillas minúsculas como las del género *Oncidium*, con las cuales Billard *et al*, 2014 ajustó una metodología de desinfección eliminando los enjuagues con agua destilada para evitar la pérdida de material, además de utilizar diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio, evaluando así su viabilidad encontrando que entre menos concentración mayor es la viabilidad de las semillas y a los 15 días una germinación exitosa en medio MS” (Delgado Castro, 2020).

Viabilidad de las Semillas

“La prueba de tetrazolio ha demostrado ser un método preciso y seguro para estimar la viabilidad de las semillas de varias especies de orquídeas como: *Cattleya tigrina*, *Cattleya guttata* , el híbrido *Cattleya harrisoniana* × *Cattleya walkeriana* (Vettorazzi et al., 2019)”.

Cultivo de la *Cattleya* (Como Cultivarla)

Sustrato

Utiliza un sustrato especial para orquídeas que permita un buen drenaje y evite la acumulación de agua en las raíces.

Luz

“La intensidad lumínica es indispensable para su desarrollo requieren entre 20.000 - 30.000 luxes, para satisfacer esta necesidad en caso de que no haya luz suficiente suelen optar por lámparas comunes de neón (Paz, 2019) Son orquídeas que requieren luz, pero no directa; en caso de sol intenso se debe proveer sombra. (Arroyave, 2011)”, citado por (Valle Vera, 2023).

Temperatura

“Temperaturas diurnas entre los 25-30 °C y nocturnas no inferiores a 10-12 °C.

Temperatura: Prefiere temperaturas moderadas, que oscilen entre los 18°C y los 25°C”.
(El Gran Santander, 2024).

Clima

“Esta orquídea tiene grandes requerimientos en cuanto a clima oscilando entre 14°C en temporadas frías y hasta los 30 °C (Ordóñez y Parrado, 2017)”, citado por (Valle Vera, 2023).

Humedad

“Las *Cattleyas* tienen un requerimiento de humedad de 60% y 80% en caso de que se requiera mayor humedad se debe colocar recipientes debajo de la maceta de la planta para aclimatarlas (Sánchez, 2016)”, citado por (Valle Vera, 2023).

“Humedad entre 40% y 70 % y buena ventilación, pero no exponer a corrientes de aire (Arroyave, 2011).”

“Humedad: La humedad es importante, por lo que te recomendamos mantenerla en un ambiente donde pueda recibir vapor de agua o utilizar un humidificador si vives en un clima seco” (El Gran Santander, 2024).

Riego

“Por el color de la raíz se puede saber si el riego que se aplica es el adecuado, cuando el velamen de la raíz tiene un color verde significa que el agua aplicada es el correcto, si es de color blanco es insuficiente. Es recomendado regar a primera hora del día para permitir la evaporación del agua antes de la noche. No soporta el encharcamiento, los contenedores utilizados para su cultivo deben tener orificios de drenaje. Es aconsejable que el agua este a una temperatura de 17-21°C” (Medina, 2020).

“Regar solo cuando el sustrato donde crece la planta está seco. Se puede regar una vez por semana, pero todo depende de las condiciones del medio (luz, temperatura, ventilación)” (Arroyave, 2011)

“Riego: No es necesario regarla en exceso. Un riego cada tres o cuatro días es suficiente para mantenerla saludable” (El Gran Santander, 2024).

Abonado

“La técnica de drench es considerada una técnica de fertilización que consiste en aplicar un disuelto en agua en la zona de las raíces absorbentes o superficie del suelo. Según investigaciones realizadas, el resultado de esta aplicación presenta crecimiento y desarrollo de raíces, brotes y excelente producción (Potesta, 2018)”, citado por (Valle Vera, 2023).

“Los productos que se aplican con la técnica de drench se diluyen en agua para que pueda ingresar a través del sustrato a las raíces de la planta aplicando en el cuello de la planta y en la zona radicular (García, 2018)”, citado por (Valle Vera, 2023).

“Las *vitroplantas* obtenidas se adaptaron bajo condiciones *ex vitro* utilizando como sustrato corteza de *Pino Pápula*, manteniéndolas a temperatura ambiente y protegidas de la luz solar” (Cadavid Correa & Salazar Andrade, 2018).

“No solo la forma de nitrógeno suministrada a los medios de cultivo, sino también la presencia y concentración de algunos reguladores del crecimiento pueden afectar la tasa de emergencia y el desarrollo de semillas de orquídeas durante el cultivo *in vitro* (Ichihashi 1992, Chen *et al.* 2000, Park *et al.* 2002, Jawan *et al.* 2010)” citado por (Días-Álvarez, Torres-Galeano, Rojas-Cortés, & De La Barrera, 2015).

Fertilización

“La *Cattleya* en cultivos comerciales debe recibir fertilización química balanceada, utilizando las tres formas: macroelementos primarios, macroelementos secundarios y microelementos” (Flórez, 2022).

“Una de las fitohormonas que se implementaran es miel de abeja al 1% este producto tiene distintas características y parámetros físicos como es el olor, el contenido de ph, que varía de la crudeza o pureza de la miel, la actividad enzimática que genera y la conductividad hidráulica que es de 0.60 y 2.17 mS/cm; contiene aproximadamente 0.5% de proteínas, principalmente enzimas y aminoácidos libres proteínas y otras moléculas. (Otero, 2018)”, citado por (Valle Vera, 2023).

“Estos productos debido a componentes tales como azúcares, vitaminas, minerales, electrolitos (como el potasio, magnesio, calcio, sodio y fósforo), enzimas, aminoácidos, citoquininas, y fitohormonas, hacen que el agua de coco sea un producto idóneo como enraizante ingresando a la planta a través de los pelos absorbentes haciendo que el sistema radicular se desarrolle con mayor rapidez (Montenegro, 2015)”, citado por (Valle Vera, 2023)

Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae
 Clase: Liliopsida
 Orden: Asparagales
 Familia: Orchidaceae
 Género: *Catleya*

Especie: *Cattleya Mendelii Dombroin*

Nombre Científico: *Cattleya mendelii Dombroin (Orchidaceae)*

Habito: Hierba, epífita

Distribución Geográfica: Origen: nativa y cultivada (Endémica). Región biogeográfica: Andes. Elevación: 1200 y 1800 m. Departamentos: Boyacá, Santander y Norte de Santander. Distribución global: Cordillera oriental. Estado de conservación: En peligro (Bernal et al., 2016), citado por (Serna, 2019)

División: *Magnoliophyta*

Subfamilia: *Epidendroideae*. (Valle Vera, 2023)

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VALLE%20VERA%20JACINTO%20JOEL.pdf>

Factores que Pueden Afectar su Distribución

“Lamentablemente, y a pesar de todas estas características, las orquídeas en Colombia y en todo el mundo se han visto sometidas a una alta presión antrópica como el cambio del suelo, el cambio climático y la deposición de nitrógeno (Díaz, *et al.* 2019)”, citado por (Delgado Castro, 2020).

“Colombia es el país más rico en biodiversidad de orquídeas, teniendo en cuenta las 4270 especies. Para el género *Epidendrum* se estima que hay más de 1000 variedades, las cuales el

12% son locales y se han visto amenazadas por cambios en uso del suelo, extracción masiva de especies y el calentamiento global” (Delgado Castro, 2020). “Por otra parte, las orquídeas son organismos muy sensibles a las condiciones ambientales en donde crecen y, por ende, las actividades humanas que conducen a la deforestación y a la transformación del hábitat incrementan también su vulnerabilidad” (Betancur, Sarmiento, Toro, & Valencia, 2015)

“*Cattleya mendelii* Dombroin es endémica de Colombia y se han mantenido tradicionalmente en jardines domésticos debido a sus hermosas flores. Adicionalmente, la sobre extracción de su hábitat para la venta en mercados locales e internacionales ha llevado a una reducción del 80% de sus poblaciones silvestres durante el último siglo. Como resultado, estas orquídeas han sido reconocidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza como una especie en peligro crítico de extinción (Calderón 2007)” (Días-Álvarez, Torres-Galeano, Rojas-Cortés, & De La Barrera, 2015)

Relación con el Ecosistema: Interacción con Polinizadores y otros Organismos

“En Colombia, las orquídeas son la familia con mayor cantidad de especies. Existen más de 4.000 especies y más de la mitad son exclusivas de nuestro país. Sin embargo, muchas de ellas se encuentran en alguna categoría de amenaza debido al uso de productos agroquímicos que tienen en riesgo a sus polinizadores. La deforestación, la contaminación, la recolección indiscriminada, el comercio ilegal, entre otros, también las tienen en peligro” (Constantino, 2018)

Importancia Ecológica en su Hábitat Natural

“La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio señaló que aproximadamente el 60% de los ecosistemas evaluados están siendo degradados o utilizados de forma no sostenible (García et al., 2010). La disminución de la biodiversidad y el deterioro de la misma se debe a una serie de factores inducidos por actividades humanas como el cambio climático, la transformación y la pérdida de hábitats, la sobre explotación de los recursos, la introducción de especies invasoras (muchas de ellas exóticas) y la contaminación” citado por (Betancur, Sarmiento, Toro, & Valencia, 2015).

“De las plantas proveen gran cantidad de servicios ambientales a los ecosistemas, como lo son: la producción de oxígeno, la absorción del dióxido de carbono atmosférico, el sustento de muchas especies animales, la conservación del agua, la creación, estabilización y enriquecimiento de los suelos y, por supuesto, prestan gran cantidad de beneficios a la población humana” (Betancur, Sarmiento, Toro, & Valencia, 2015).

“Por otra parte, dentro de las angiospermas, las orquídeas conforman uno de los grupos con mayor riqueza de especies. La posición Plan para el estudio y la conservación de las orquídeas en Colombia 14 geográfica privilegiada que ocupa Colombia en el noroccidente de Suramérica y su gran heterogeneidad ambiental, lo convierte en un país con alta riqueza de especies de orquídeas” (Betancur, Sarmiento, Toro, & Valencia, 2015).

Aplicaciones y Potencial Biotecnológico e Importancia en la Biodiversidad Colombiana

“Algunos autores han estimado que Colombia podría ser el país con más especies de orquídeas, sin embargo, aún falta mucho camino por recorrer para poder tener un panorama más acertado sobre la riqueza y la distribución de este grupo de plantas en el territorio nacional” (Betancur, Sarmiento, Toro, & Valencia, 2015).

“Adicionalmente, las orquídeas han sido uno de los grupos de plantas más apreciados, apetecidos, fascinantes y que han alimentado el imaginario universal a través del tiempo, dada la belleza de sus flores, lo enigmático de sus relaciones bióticas, la adaptabilidad a los ambientes en donde crecen y los variados hábitos de crecimiento que presentan” (Betancur, Sarmiento, Toro, & Valencia, 2015).

Potencial en Programas de Restauración Ecológica

“Considerando que la presión sobre los ambientes naturales en donde crecen las orquídeas se incrementa permanentemente y dada su complejidad ecológica, su presencia en casi todos los ecosistemas y su popularidad, es prioritario tomar medidas urgentes para su conservación” (Betancur, Sarmiento, Toro, & Valencia, 2015).

Posibles Aplicaciones en Biotecnología

“Desde la antigüedad las orquídeas han sido reconocidas por diferentes culturas como plantas con algunos usos ornamentales, medicinales, comestibles, aromáticos, afrodisiacos, narcóticos y mágico-rituales” citado por (Betancur, Sarmiento, Toro, & Valencia, 2015).

¿Se Han Encontrado Compuestos Bioactivos en Esta Orquídea?

“Se conoce poco sobre las aplicaciones y naturaleza química de los compuestos bioactivos en plantas, menos se sabe de los compuestos fitoquímicos presentes en orquídeas” citado por (Pérez, Barragán, Lagunez , & Solano , 2016).

Uso en Horticultura y Conservación de Especies Endémicas

“El panorama para la conservación de las orquídeas es alarmante si se considera que con la deforestación se están perdiendo millones de hectáreas de bosques anualmente, especialmente para el establecimiento de cultivos, la ganadería, la extracción de maderas, el desarrollo urbano, la minería y las exploraciones petroleras” (Betancur, Sarmiento, Toro, & Valencia, 2015).

Necesidad de Mayor Investigación Sobre la Especie: Retos y Oportunidades en Colombia

“(…) aunque las acciones para la conservación de las orquídeas deben ser ejecutadas a nivel local, las estrategias planteadas deben ser una preocupación generalizada. Por ende, su estudio y conservación debe contemplar una serie de acciones dirigidas al conocimiento e investigación, a la educación y a la conservación in situ y ex situ, en donde se definan prioridades que orienten los esfuerzos a todos los niveles” (Betancur, Sarmiento, Toro, & Valencia, 2015)

Conclusiones

Mediante la realización de esta revisión bibliográfica sobre diferentes medios de *cultivo in vitro* para la propagación *in vitro* de *Cattleya Mendelii*, se evidencia que hay numerosa bibliografía en la cual nos podemos apoyar para alimentar el conocimiento a cerca de estas técnicas.

Los medios de cultivo son enriquecidos con diversas sustancias e insumos que pueden estar al alcance de nuestras manos y a un costo económico; como lo son el agua de coco, el carbón natural, el banano, corteza de pino entre otros. Cabe resaltar que el mercado existe algunos medios de cultivo que ya los venden preparados para ser utilizados y enriquecidos con los diversos nutrientes que cada cultivo de plantas requiera para su propagación *in vitro*.

Se puede observar que en la mayoría de la bibliografía revisada en busca de información sobre medios de cultivo y cultivo *in vitro*, encontramos que el medio más utilizado es el medio MS.

Se resalta el trabajo de la Bioingeniería en busca de aportar nuevas y mejores técnicas biotecnológicas que brinden una producción homogénea y de calidad para la producción y recuperación de estas plantas de *Catleya mendelii*, que por causas del mal proceder del hombre están en vía de extinción.

Realmente, la técnica de cultivos *in vitro* es una solución al problema de extinción de especies ya sea animal o vegetal; creo que teniendo ya el conocimiento de estas técnicas de propagación no deberíamos de mencionar la palabra “en extinción” porque con una sola planta que exista, se pueden producir bajo técnicas de cultivo e *in vitro* millones de la misma especie.

Hace falta mayor inversión por parte de los diferentes gobiernos del mundo para eliminar la palabra extinción de plantas.

La *Catleya Mendelii* ha sido y será una orquídea de flor espectacular por su gran belleza y no dejará de adornar muchos de nuestros jardines.

Debido a las tecnologías con que se cuenta en la actualidad es relativamente fácil incrementar la biodiversidad y se considera que dos grupos de técnicas son indispensables para aumentar la variabilidad genética de los cultivos.

En la revisión bibliográfica se evidencian estudios de diversos países, pero gran parte de contenido de la información es muy similar, en cuanto a la producción *in vitro* de *Cattleya Mendelii*.

Luego de analizar la bibliografía existente, se puede observar la efectividad del medio MS, el agua de coco y las algas marinas para para estimular el sistema radicular y por ende el buen estado de salud de la planta.

Referencias Bibliográficas

- Andrade Díaz, D., Córdoba Figueroa, M. E., Criollo Escobar, H., & Lagos Burbano, T. C. (09 de 08 de 2013). Evaluación de medios de cultivo para propagación in vitro de semillas y explantes de especies silvestres de Solanum. *Acta Agronómica, Volumen 62*(Número 1), p. 27-36.
- Acuña Samora, M. T. (2016). *Optimización de la Multiplicación In Vitro de Cattleyadowiana Beteman (1866) En Sistemas de Cultivo Líquido y de Inmersión Temporal*. Tesis Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología, Instituto Tecnología de Costa Rica, Cartago.
- Akhoundi, M., & Sereno, D. (2017). Infecciones por Leishmania: dianas moleculares y diagnóstico. *SCIENCIE DIRECT*. Obtenido de [https://www-sciencedirect-com.translate.google.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/internal-transcribed-spacer?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=The%20internal%20transcribed%20spacer%20\(ITS\)%20is%20the%20most%20common%](https://www-sciencedirect-com.translate.google.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/internal-transcribed-spacer?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=The%20internal%20transcribed%20spacer%20(ITS)%20is%20the%20most%20common%20)
- Álvarez, D., Armando, E., Galeano, T., Rojas, C. C., Patricia, A., & de la Barrera, E. (2015). Germinación y desarrollo in vitro de dos orquídeas endémicas colombianas en peligro de extinción, *Cattleya mendelii* y *Cattleya quadricolor*. *gayana Botánica*, 72 (2), 213-220. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432015000200005>
- Álvarez, E. A., Torres, C. G., Rojas, Á. P., & de la Barrera, E. (Diciembre de 2015). *Germinación y desarrollo in vitro de dos orquídeas amenazadas endémicas de Colombia, Cattleya mendelii y Cattleya quadricolor* (Vol. 72). Recuperado el 13 de 11 de 2024, de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-66432015000200005
- Ano. (2013). *Sabiia*.

Arroyave, C. (2011). *Cattleya Mendelii*.

Arteaga, J. J., Rodríguez, J. L., Romero, L. R., Párraga, A. Q., & Olivera, J. S. (2024).

Germinación in vitro de semillas y desarrollo de. *Manglar*. Obtenido de

<http://www.scielo.org.pe/pdf/mang/v21n2/2414-1046-manglar-21-02-183.pdf>

Bertolini, V., Damon, A., & Rojas Velázquez, Á. N. (2014). Hierro quelado y agua de coco en la germinación in vitro de *Rossioglossum grande* (Orchidaceae). (I. i. 0120-2812., Ed.) *Acta Agronomica, Volumen 63*(Número 3), p. 229 - 237.

Betancur, J., Sarmiento, H. L., Toro, L. G., & Valencia, J. (2015). Plan para el Estudio y la Conservación de las Orquídeas en Colombia. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Universidad Nacional de Colombia*, 336. Obtenido de

[https://www.minambiente.gov.co/wp-](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2019/05/PLAN_ORQUIDEAS_2015_DOC.pdf)

[content/uploads/2019/05/PLAN_ORQUIDEAS_2015_DOC.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2019/05/PLAN_ORQUIDEAS_2015_DOC.pdf)

Bioteconología, E. C. (s.f.). Cultivo in vitro de plantas y su relación con la Biotecnología. *El Cuaderno de Porque Biotecnología, Edición N°35*.

BusCagro. (2016). Métodos de desinfección de semillas para el cultivo in vitro de orquídeas epífitas en el sur del Brasil. *Revista Horticultura Brasileira*.

Cadavid Correa, I. C., & Salazar Andrade, S. (2018). *MICROPROPAGACIÓN DE Cattleya quadricolor*. Medellín.

Capote Rodríguez, A., Álvarez Villanueva, F., Fundora Mayor, Z., Rodríguez Sainz de la Torre, Y., Pérez Díaz, O., & Fonseca Acosta, D. (2002). Evaluación de un agente gelificante cubano, Natugel, en el cultivo in vitro de plántulas de tomate. *Biotecnología Aplicada, Vol.19*(1 y 2), 5.

- Cárdenas, J. F. (junio de 2023). Propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM. *Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto Universidad Nacional De San Martín Tarapoto - Perú*. Obtenido de https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/5599/1/Tesis_Jean_Francis%20saavedra%20cardenas%20ok.pdf
- Castañeda, N. B., Coy, C. B., & Pérez, M. (2023). Revisión sistemática sobre tipos de sustratos utilizados en la propagación de orquídeas bajo invernadero. *Mutis*, 13(1). 1-18. Obtenido de <https://doi.org/10.21789/22561498.1887>
- Castillo-Novales, D., Pereira, G., Herté, E., Elórtegui, S., & Atala, C. (Junio de 2022). Germinación asimbiótica de *Chloraea disoides* Lindl. (Orchidaceae), una orquídea endémica de Chile y en peligro crítico de extinción. *Guaya Botanica*, 71(1). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-66432022000100044&script=sci_arttext&tlng=en
- Cattleya mendelii*. (s.f.). *wikidot*.
- Cattleya mendelii*. (s.f.). *EcoRed Conocimiento con todos y para todos*.
- Chacón Velasco, M. R., Contreras, O. A., & Cáceres, H. C. (2018). CONTRIBUCIÓN A LA CONSERVACIÓN DE ORCHIDEACEAS DE SANTANDER MEDIANTE CULTIVO INVITRO DE SEMILLAS. *Ediciones Universidad Simón Bolívar*. Obtenido de <https://bonga.unisimon.edu.co/items/0dc9db6e-f9c7-4d81-9fd2-04568be85383>
- Constantino, E. (22 de Noviembre de 2018). La Orquídea Nuestra Flor Emblemática. *WWF*. Obtenido de <https://www.wwf.org.co/?338910/La-orquidea-nuestra-flor-emblematica>

Daniell, H. (1999). Cultivos transgénicos: percepción pública y soluciones científicas.

Tendencias en la ciencia vegetal.

Delgado Castro, D. P. (17 de 01 de 2020). Evaluación de germinación y desarrollo de dos especies del género *Epidendrum* (Orchidaceae), Cundinamarca, Colombia. *Universidad Militar Nueva Granada*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/items/b4a74bd3-028a-4b6b-a629-3987a3a28062>

Días-Álvarez, E. A., Torres-Galeano, C., Rojas-Cortés, Á. P., & De La Barrera, E. (dic de 2015). *Germinación in vitro y desarrollo de dos orquídeas colombianas endémicas en peligro: Cattleya mendelii y Cattleya quadricolor*. (Vol. vol.72). Concepción.

Dolce, N. R., Medina, R., Terada, G., González, M. A., & Flachslan, E. (s.f.). In vitro propagation and germplasm conservation of wild orchids from. *Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Sargento Cabral*. Obtenido de https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/27696/RIUNNE_FCA_CL_Dolce-Medina-Terada.pdf?sequence=1

Dolce, N. R., Medina, R., Terada, G., González, M. z., & Flachslan, E. (2020). In vitro propagation and germplasm conservation of wild orchids from South America. *Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE*. Obtenido de https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/27696/RIUNNE_FCA_CL_Dolce-Medina-Terada.pdf?sequence=1

Echegaray Buezo, T. (s.f.). *Propagación In Vitro de Orquideas Para Exportación*.

El Cuaderno de Porque Biotecnología Nro 35 Cultivo in vitro. (2024). *Cultivo in vitro de plantas y su relación con la Biotecnología*.

El Gran Santander. (8 de septiembre de 2024). La Orquídea *Cattleya Mendelii*: Un Símbolo del Gran Santander. *El GranSantander*. Obtenido de <https://elgransantander.com/la-orquidea-cattleya-mendelii-un-simbolo-del-gran-santander/>

Fabiola, H. R., Leobardo, D. I., Anne, D. A., Fernández, S. P., & Guillén, K. N. (julio de 2023). EFECTO DEL MEDIO DE CULTIVO Y ESCOTOPERIODO EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y CRECIMIENTO in vitro DE *Guarianthe skinneri* (Bateman) Dressler & W.E. Higgins (ORCHIDACEAE). *PUBLIBOTANICA - Instituto Politécnico Nacional*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n56/1405-2768-polib-56-151.pdf>

Flores, J. d. (2017). Aspectos reproductivos y germinación in vitro de la orquídea terrestre *Habenaria pringlei* B.L. Rob., en una población en “El Remolino”, Papantla, Veracruz. *UNIVERSIDAD VERACRUZANA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS*. Obtenido de https://www.uv.mx/pozarica/mca/files/2019/05/G05_JOSE-DE-JESUS-SANGABRIEL-FLORES.pdf

Flores-Hernández, L. A., Robledo, A. P., & Jiménez, M. M. (Agosto de 2017). Sustitutos del medio de cultivo y del agar para el crecimiento in vitro de orquídeas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(6). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342017000601315&script=sci_arttext&tlng=en

Flórez, L. A. (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. *Proyecto de investigación para optar al título de profesional agrónomo Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)*.

Fuentes, L. L. (2019). Diversidad y Estado de Conservación de Especies de Orquídeas en el Invernadero de Clima Cálido en el Jardín Botánico José Celestino STINO MUTIS. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/46624/Trabajo%20de%20grado%206.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Gallego, E. D. (2017). Cultivo in vitro de Orquídeas: Importancia del uso de Bancos de Semillas para la Propagación de Especies Amenazadas. *Academic Search Ultimate*. Obtenido de <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/c/qcagk4/viewer/pdf/wtart5e235>

Galleguillos, V. E. (Abril de 2019). “Estudio de genes codificantes para enzimas policétido sintasa de la cepa fúngica antártica *Pseudogymnoascus* sp. 131209-E2A-C5II-EB”. *UNIVERSIDAD DE CHILE - FACULTAD DE CIENCIAS - ESCUELA DE PREGRADO*. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/xmlui/bitstream/handle/2250/168440/Vicente%20Oliva%20Galleguillos.pdf?sequence=1>

Gamero, M., Moreno, D., Belaich, M., & Barrera, G. (marzo de 2023). ARN de interferencia (ARNi): una herramienta eficaz en agrobiotecnología. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 24(2). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752022000200059

- Garzón Grajales, N. (2013). Caracterización e identificación molecular de hongos de suelo aislados de los páramos de Guasca y Cruz Verde, Cundinamarca-Colombia. *Pontificia Universidad Javeriana*. doi:<http://hdl.handle.net/10554/14584>
- Germinación de semillas asbióticas y desarrollo de plántulas in vitro de *Cattleya mendelii* Dombraïn (Orchidaceae). (2012). *ResearchGate*.
- Gonzales-Arteaga, J. J., Rodríguez, J. L., Romero, L. R., Párraga, A. Q., & Olivera, J. S. (2024). Germinación in vitro de semillas y desarrollo de protocormos de *Epidendrum catillus* Rchb. F & Warsz. (Orchideaceae), en diferentes medios de cultivo. *Manglar*, 21(2): 1, 83-190. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/mang/v21n2/2414-1046-manglar-21-02-183.pdf>
- Hernández Mendoza, F. (2013). *Sabiia*.
- Hernández-Ramírez, Iracheta, L. D., Asbhy, A. D., Fernández, S. P., & Guillén, K. N. (Julio de 2023). Efecto del medio de cultivo y escotoperiodo en la germinación de semillas y crecimiento in vitro de *Guarianthe skinneri* (Bateman) Dressler & W.E. Higgins (Orchidaceae). *Polibotánica*, 56. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682023000200151&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Huayra, B. J. (2024). *Efecto de ácido indolacético y bencilaminopurina en la germinación y desarrollo in vitro de Epidendrum dichotomum C.Presl. Ayacucho-2021*. Ayacucho - Perú. Obtenido de <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5c79e31d-4719-4c83-9db4-f0dd2cd4fc77/content>
- Huayra, B. J. (2024). *Efecto de ácido indolacético y bencilaminopurina en la germinación y desarrollo in vitro de Epidendrum dichotomum C.Presl. Ayacucho - Perú*.

Institute, N. H. (Febreo de 2025). Enzima de restricción. *Institute, National Human Genome Research*. Obtenido de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Enzima-de-restriccion>

Jeldes-Cajas, O., Pereira , G., Molina, M. M., & Cristian Atala, C. (2024). Germinación simbiótica y asimbiótica in vitro de *Chloraea longipetala* (Orchidaceae), una orquídea endémica de Chile. *Guayana Botanica*, 81(1). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-66432024000100066&script=sci_arttext

JM, R., & D, R. (2024). Bartonella infections. *Goldman-Cecil Medicine*. Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001614.htm#:~:text=Es%20una%20infecci%C3%B3n%20con%20la,gatos%20y%20picaduras%20de%20pulgas>.

Julian, D. S. (2014). *Germinación in vitro Barkeria uniflora Lex. Dressler & Halbinger, Una Orquídea Endémica de México*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE Mexico, México, D.F.

Kuchipudi, S. V., Tellabati, M., Nelli, a., Blanco, G., Baquero, B. P., Sujith, S., . . . Chang , K. (2012). El ARNr 18S es un gen de normalización confiable para PCR en tiempo real basado en células infectadas por el virus de la influenza. *Revista de Virología*(230). Obtenido de https://virologyj-biomedcentral-com.translate.goog/articles/10.1186/1743-422X-9-230?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=Conclusiones,para%20la%20normalizaci%C3%B3n%20del%20ARN.

Kumar, M., & PK , P. (febrero de 2025). Uso de la PCR dirigida a regiones espaciadoras transcritas internas y análisis de polimorfismos de conformación monocatenarios de variación de secuencia en diferentes regiones de genes de ARNr en hongos para el

- diagnóstico rápido de la queratitis micótica. *Revista Clínica Microbiológica*. Obtenido de [https://pmc-ncbi-nlm-nih-gov.translate.google/articles/PMC548091/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=a%20la%20b%C3%BAsqueda%20de%20la%20PCR%20dirigida%20a%20regiones%20espaciadoras%20transcritas%20internas,r%C3%A1pido%20de%20la%2](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov.translate.google/articles/PMC548091/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=a%20la%20b%C3%BAsqueda%20de%20la%20PCR%20dirigida%20a%20regiones%20espaciadoras%20transcritas%20internas,r%C3%A1pido%20de%20la%2)
- L, R., & Agudelo, H. Z. (11 de Septiembre de 2023). *Catálogo de Plantas y Liqueños de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://www.gbif.org/es/dataset/5c0b1470-8884-4914-ae76-70a7c81d6d08#description>
- Luzuriaga, M. B., & Tapia, J. C. (21 de 07 de 2023). Evaluación de la germinación simbiótica de dos especies de orquídeas con el hongo micorrízico *Ceratobasidium* sp. *UCUENCA*. Obtenido de <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8a21d897-93e9-4def-8fdc-518222f42bac/content>
- Martin Gordo, D. A., Cardenas Gonzalez, O., & Constantino Pacheco, J. (2012). Substances used as gelling agent alternative to the agar in culture media for in vitro propagation. *Sustancias utilizadas como agente gelificante alternativas al agar en medios de cultivo para propagación in vitro*. *Revistas OJS Producción Científica*.
- Mayo Mosqueda, A., Cázares Camero, J. G., de la Cruz Lázaro, E., & Flores Hernández, A. (2010). *Germinación in vitro de Semillas y Desarrollo de Plántulas de Orquídeas Silvestres de Tabasco*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, I Tabasco. México. Tabasco: impreso y hecho en Villahermosa.
- Medina, S. G. (SEPTIEMBRE de 2020). *Estudio de Diferentes Medios de Cultivo In Vitro en la Propagación del Género Phalaenopsis a Partir de Protocormos*. Obtenido de

<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/21787/Estudio%20de%20diferentes%20medios%20de%20cultivo%20in%20vitro%20en%20la%20propagacion%20del%20genero%20Phalaenopsis%20a%20partir%20de%20protocormos.pdf?sequence=1>

Menchaca García, R. A. (2011). *Manual Para La Propagación de Orquídeas*. México.

Mendoza Quiroz, Y. J. (2017). *Uso del agua de coco (cocos nucifera) como terapia electrolítica intravenosa en caninos deshidratados*. UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, Lima - Perú.

Merca, S. A., & Vega, N. A. (2017). *Germinación asimbiótica de semillas y propagación in vitro de Cattleya trianae Tiloel Reichb.f. (Orquídeas)*. Obtenido de <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/c/c3sfvv/viewer/pdf/67wypv4h7n>

Mercado, S. A., & Osorio, Y. J. (Agosto de 2022). Inclusión de componentes orgánicos en el medio de cultivo para mejorar la propagación in vitro de *Cattleya warscewiczii* y *Cattleya gaskelliana*. *Revista Sudafricana de Botánica*, 148, páginas 352-359. Recuperado el 15 de Noviembre de 2024, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629922002198>

Mercado, A. S., & Botello, E. D. (Diciembre de 2020). Efecto de la composición del medio sobre la germinación asimbiótica y el desarrollo in vitro del híbrido *Laeliocattleya*. *Revista Subafricana de Botánica*, 80-86. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629920310292>

Molina Cabrera, J. C. (2012). *Evaluación de Cinco Medios de Cultivo (Phytamax, Murashige Skoog, Knudson, Lindemann y Casero) y Tres Dosis de Auxina y en Comparettia Speciosa Rchb.f.* Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Muñoz, S. (s.f.). Cultivo in-vitro como herramienta para la preservación de orquídeas.

Monografias.com.

Nieto Melo, L., & Bailón Aijón, C. (Diciembre de 2016). *Evaluación de la Germinación in vitro de Epidendrum oxysepalum HAG Sater & E. Santiago en Precencia de Hongos Microrrísticos Aislados de Orquídeas de Ecosistemas Altoandinos* (Vol. Vol.2). (I. 2500-5499, Ed.)

Núñez, J. V. (07 de 09 de 2022). Efecto del agua de coco en la propagación in vitro de orquídea *Cattleya* sp. *Eventos Científicos UNICAN, Bienal Científica Internacional UNICAN.*
Obtenido de
https://eventos.unican.edu.py/eventos/index.php/bienal_unican/bienal2022/paper/viewPaper/333

Ordaz, D. M. (Febrero de 2011). Identificación de Secuencias Reguladoras Mediante Agrupamiento. *INAOE*. Obtenido de
<https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/682/1/GarciaODM.pdf>

Orejuela Gartner, J. E. (diciembre de 2010). La conservación de orquídeas en Colombia y un caso en proceso en la cuenca del río Cali, municipio. *El Hombre y la Máquina*(35), pp. 53-66.

Orozco Abarca, S. (2020). Rendidos Ante la Guaria Morada. *La Herencia*, 33(1). Obtenido de
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/herencia/article/view/43308/43547>

Orquídeas - Tipos de Orquídeas. (2018). *INFOJARDIN*.

Pankewitz, F., & Hilker, M. (Mayo de 2008). "Policétidos en insectos: papel ecológico de estos productos químicos generalizados y aspectos evolutivos de su biogénesis". *Biological*

- Reviews*, 83, 209-226. Obtenido de https://en.wikipedia.org/wiki/Polyketide_synthase#cite_note-17
- Paredes Sandoval, E. F. (2012). *Determinación de los protocolos para cultivo in-vitro de las especies Epidendrum Schistochilm y Oncidium*. Universidad Politecnica Salesiana Cede Quito, Quito.
- pareja, C. d. (2018). *Cattleya mendelii* Dombroin. *Catálogo de la vida en pareja*. Obtenido de <https://www.gbif.org/species/2801114>
- Pedroza, J. A., Serrato-Muñoz, L. C., & Castaño-Robayo, M. (2010). Efecto del carbón activado y ácido indol acético en el desarrollo de protocormos de *Masdevallia coccinea* Linden ex Lindl. y *Maxillaria nutans* Lindl.. In vitro. *Rev. colomb. biotecnol.*, Volumen 12(Número 2), p. 86-102.
- Pérez, A. L., Barragán, G. Z., Lagunez , L. R., & Solano , R. G. (2016). *Capacidad antioxidante y perfil fitoquímico de dos especies deorquídeas mexicanas*. ,Santa Cruz Xoxocotlán. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Gabriela-S-Barragan-Zarate/publication/338826530_Capacidad_antioxidante_y_perfil_fitoquimico_de_dos_especies_de_orquideas_mexicanas/links/5e2cd727299bf152167e1efc/Capacidad-antioxidante-y-perfil-fitoquimico-de-dos-espe
- Pfahl, J. (2024). *Catleya Mendelii*. *Internet Orchid Species Photo Encyclopedia*. Obtenido de <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/790643-Cattleya-mendelii>
- Pinedo-Panduro, M., Chagas , E., Freitas , F. L., Panduro, N. T., Cardoso , P. C., Bardales, R. L., . . . Collazos , H. S. (22 de septiembre de 2022). Efecto de las sales de los medios de cultivo Murashige & Skoog y Knudson sobre el establecimiento in vitro de *Epidendrum*

- schomburgkii Lindl. *Agrosavia*, 123. Obtenido de <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/2526/985>
- Pinzon, K. L., & Martinez, J. S. (2016). Germinación asimbiótica y desarrollo de plantulas de *C. trianae* (orchidaceae). *fcbiunillanos*. Obtenido de https://cici.unillanos.edu.co/media2016/memorias/CICI_2016_paper_154.pdf
- Propagación in vitro de orquídeas nativas como una contribución para la conservación ex situ. (Julio - Septiembre de 2016). *Biotecnología Vegetal*, 16(143 - 151).
- Quintero, P. A., & Feijoo, A. R. (2020). Cultivo In vitro en Orquidea *Cattleya quadricolor* Con Fines de Aprovechamiento Económico Para Una Comunidad en el Corregimiento de Felida, Municipio de Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. Obtenido de <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/c336173f-36fc-44dd-b0ad-f83e8f2015b0/content>
- Rodríguez, A., Vargas Araujo, M., Villegas Torres, J., López, O., Guillén Sánchez, V., & Alia Tejacal, D. (2015). *Germinación de semillas y crecimiento de plántulas de cattleya (Brassolaeliocattleya) in vitro* (Vol. vol. 40).
- Salazar Andrade, S., & Cadavid Correa, I. C. (2008). *Micropropagación de Cattleya quadricolor*. UNIVERSIDAD EAFIT, Medellín.
- Salazar Mercado, S. A. (s.f.). *Germinación asimbiótica de semillas y desarrollo in vitro de plántulas de Cattleya mendelii Dombrain (Orchidaceae)*.
- Salazar Mercado, S. A., & Cancino, G. O. (2012). Evaluación del efecto de dos suplementos orgánicos en la germinación in vitro de orquídeas nativas de la provincia de Pamplona, Colombia. *Revista Colombiana de Biotecnología, Volumen 14*(Número 1), p. 53-59.

- Salazar Mercado, S. A., Amaya Nieto, A. Z., & Barrientos Rey, F. (9 de Noviembre de 2013). Evaluación de diferentes medios de cultivo in vitro en el desarrollo de híbridos de *Phalaenopsis* (Orchidaceae). *Revista Colombiana de Biotecnología, Volumen 15*(Número 2), , p. 97-105, 2013.
- Salgado, J. M., & Peñaranda, L. (2018). *Modificaciones en medios de cultivo aplicadas en conservación y producción in-vitro de orquídeas*. Obtenido de <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/c/qcagk4/viewer/pdf/nzjsnj7okv>
- Samsagaz. (28 de 07 de 2006). Recetas de medio de cultivo In-vitro para orquídeas. *INFOJARDIN*.
- Sánchez, M. E. (2021). Efecto de Cuatro Medios de Cultivo en la Formacion de Protocormos In Vitro de *Phragmipedium kovachii* J.T. Atwood, Dalstrom & Ric. Fernández Y *Phragmipedium besseae* Dodson & J.A. Kuhn. EN LA REGIÓN SAN MARTÍN. *Universidad Nacional Agraria de la Selva Escuela de Posgrado Maestría en Ciencias Agrarias Mención en Agricultura Sostenible*. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cea1f2f8-0a57-45b5-9a4a-bb5d548fdceb/content>
- Sánchez-Gutiérrez, A. E., Soto, G. Z., España, B. S., González, S., & Zamora, S. C. (28 de febrero de 2023). Desarrollo de un sustituto de agar formulado con mucílago y pectina de desechos locales de *Opuntia* para el cultivo in vitro de orquídeas *Cattleya* sp. *Instituto de Investigación Médica, 11*(717). Obtenido de https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=JLFL5IU6BEgC&citation_for_view=JLFL5IU6BEgC:eflP2zaiRacC

Sanidad, Ministerio de Ciencias e Innovación. (20 de 04 de 2020). *Secuenciación Genética* :

¿Qué es y Para qué Sirve? Obtenido de <https://www.conprueba.es/secuenciacion-genetica-que-es-y-para-que-sirve#:~:text=La%20secuenciaci%C3%B3n%20gen%C3%A9tica%20es%20una,de%20instrucciones%20gen%C3%A9ticas%20se%20tratase>.

Scholar, E. (2007). Kanamicina. *ScienciaDirect*. Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/kanamycin>

Scholar, E. (2017). xPharm: La referencia farmacológica integral. *SciencieDirect*. Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/kanamycin>

Secuenciación del ARNr 18S eucariota . (s.f.). Obtenido de

<https://decs.bvsalud.org/es/this/resource/?id=22992>

Segura, D. A. (nEero de 2017). Identificación de genes policétido sintasas en Actinobacterias

aisladas en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. *Benemérita Universidad*

Autónoma de Puebla. Obtenido de

<https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/41a8888e-c6b8-4762-9312-08f623611f56/content>

Serna, L. C. (2019). Diversidad y Estado de Conservación de Especies de Orquídeas en el

Invernadero de Clima Cálido en el Jardín Botánico Jose Celestino Mutis.. Obtenido de

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/46624/Trabajo%20de%20grado%206.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Sun, A. o. (Ed.). (15 de Enero de 2015). *Cattleya mendelii*. *chadwickorchids & Son*.

T, S. J., Chávez, V. Á., Carballar, S. H., & González, R. C. (Enero de 2024). PROPAGACIÓN in vitro DE *Epidendrum falcatum* Lindl. ORQUÍDEA ENDÉMICA DE MÉXICO.

- Polibotánica ISSN electrónico: 2395-9525(57: 157-170)*. Obtenido de <http://www.polibotanica.mx>
- Universidad de Navarra. (S.F). En R. y. Grupo Ciencia. Pamplona España.
- Valle Vera, J. J. (2023). *Efecto de Tres Fitoormonas Aplicadas en Drench para Estimular el Sistema Radicular en el Cultivo de Orquídea (Cattleya sp)*. El Triunfo -Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VALLE%20VERA%20JACINTO%20JOEL.pdf>
- Vilcherrez Atoche, J. A. (27 de 12 de 2019). Efecto de la harina de plátano y el agua de coco en medios de cultivo para la micropropagación de orquídeas *Cattleya maxima* y *Epidendrum sp*. *Repositorio Institucional UNPRG*. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8015>
- Vilcherrez Atoche, J. A. (27 de 12 de 2019). Efecto de la harina de plátano y el agua de coco en medios de cultivo para la micropropagación de orquídeas *Cattleya maxima* y *Epidendrum sp*. *Repositorio Institucional Universidad Nacional Pedro Luis Gallo*. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8015>
- Walker, L. M., & Silliker, M. (2022). Técnicas moleculares y enfoques de investigación actuales. *SciencaDirect*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/internal-transcribed-spacer>
- Walker, L. M., & Silliker, M. (2022). Técnicas moleculares y enfoques de investigación actuales. (Mixomicetos, Ed.) *SCIENCE DIRECT*(2).
- Walker, L. M., & Silliker, M. (2022). Técnicas moleculares y enfoques de investigación actuales. 2. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/internal-transcribed-spacer>

Walker, L. M., & Silliker, M. (2022). Técnicas moleculares y enfoques de investigación actuales.

SCIENCE DIRECT. Obtenido de https://www.sciencedirect-com.translate.google.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/internal-transcribed-spacer?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=Espaciadores%20transcritos%20internos%20%2D%20PCR,6%20.&text=Figura%206%20.,pes

wikipedia. (s.f.). *Cattleya mendelii*.

Yang, D., Won Jun Kim, Seung Min Yoo, Hyun , J. C., Shin Hee Ha , & Mun Hee Lee. (10 de

Septiembre de 2018). Reutilización de la policétido sintasa tipo III como biosensor de malonil-CoA para ingeniería metabólica en bacterias. *Proc Natl Acad Sci Estados*

Unidos. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6176597/>

Zamora, M. T. (2015). *Optimización de la Multiplicación In Vitro de Cattleya dowiana Bateman*

(1866) *En Sistemas De Cultivo Líquido y de Inmersión Temporal*. Valle, Cartago.

Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Marco-Acuna-](https://www.researchgate.net/profile/Marco-Acuna-Zamora/publication/322962631_MICROPROPAGACION_DE_Cattleya_dowiana_BATEMAN_1866_EN_DIFERENTES_SISTEMAS_DE_CULTIVO_PARA_EVALUAR_EFICIENCIA_Y_REDUCION_DE_COSTOS_EN_SU_PRODUCCION_INDUSTRIAL/links/5a79e5f445851)

[Zamora/publication/322962631_MICROPROPAGACION_DE_Cattleya_dowiana_BATEMAN_1866_EN_DIFERENTES_SISTEMAS_DE_CULTIVO_PARA_EVALUAR_EFICIENCIA_Y_REDUCION_DE_COSTOS_EN_SU_PRODUCCION_INDUSTRIAL/links/5a79e5f445851](https://www.researchgate.net/profile/Marco-Acuna-Zamora/publication/322962631_MICROPROPAGACION_DE_Cattleya_dowiana_BATEMAN_1866_EN_DIFERENTES_SISTEMAS_DE_CULTIVO_PARA_EVALUAR_EFICIENCIA_Y_REDUCION_DE_COSTOS_EN_SU_PRODUCCION_INDUSTRIAL/links/5a79e5f445851)

Zavala, J. T., Ávila , I. D., & Magaña , R. L. (Mayo de 2021). Desarrollo in vitro de la epífita

ramita endémica de México *Erycina hyalinobulbon* (Orchidaceae) para promover su

conservación. *Acta Botanica Mexicana*(128). Obtenido de

<https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187->

[71512021000100118&script=sci_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-71512021000100118&script=sci_arttext)

Ziemert, N., & Jensen, P. (2012). Biosíntesis de productos naturales por microorganismos y plantas, parte C. *ScienceDirect*. Obtenido de https://www-sciencedirect-com.translate.google.com/topics/neuroscience/polyketide-synthase?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=Sintetasa%20de%20polic%C3%A9tido&text=La%20sintetasa%20de%20polic%C3%A9tidos%20se,ingenier%C3%ADa%20guiada%20por

Apéndices

Apéndice A

Listado de Siglas

SIGLA	DESCRIPCIÓN
MS	Medio de cultivo Murashige y Skoog 1962.
ANA	Medio de cultivo Ácido Naftalenacético (ANA).
BAP	Medio de cultivo BAP (6-bencilaminopurina) citoquinina sintética.
KN	(Knudson) es un medio de cultivo vegetal.
IAA	Medio de cultivo IAA, o medio de cultivo de ácido indol-3-acético (AIA).
GA3	Cultivo con GA3 (ácido giberélico).
OSM	Medio de cultivo <i>Orchid Seed Sowing Medium</i> .

Nota. Siglas de medios de cultivo comerciales.