



Evaluación de la respuesta fisiológica a la aplicación foliar de dos fertilizantes de una especie silvestre del género *Vanilla*, colectada en la vereda Lourdes del municipio de Villavicencio

Autores:

Marlys Johanna Peñaloza Trujillo.

ID: 646311

Cesar Peres Forero.

ID: 662119

Michael Steven Rodríguez Aranda.

ID: 671863

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Vicerrectoría Regional Orinoquía

Sede Villavicencio (Meta)

Programa Ingeniería Agroecológica

Marzo de 2023

Evaluación de la respuesta fisiológica a la aplicación foliar de dos fertilizantes de una especie silvestre del género *Vanilla*, colectada en la vereda Lourdes del municipio de Villavicencio

Marlys Johanna Peñaloza Trujillo.

ID: 646311

Cesar Peres Forero.

ID: 662119

Michael Steven Rodríguez Aranda.

ID: 671863

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero  
Agroecológico

Asesor(a):

Mg Natalia Andrea Romero Dávila

Ingeniera Agrónoma

Co- Asesor

Mg Nubia Estella Cruz Casallas

Ingeniera Agrónoma

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Vicerrectoría Regional Orinoquía

Programa Ingeniería Agroecológica

Marzo de 2023

## Dedicatoria

A mis padres, a mi pareja y a mi hija, quienes me han dado el apoyo y motivación incondicional en mi formación profesional. A mi amiga Emeli Baquero, con quien emprendimos esta experiencia. ***Marlys Johanna Peñaloza***

A mi madre por su apoyo incondicional, siendo ella nuestra motivación para salir adelante. A la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO Rectoría Orinoquía por permitir formarme como profesional integral para contribuir al cambio que necesita la sociedad. Al programa Ingeniería Agroecológica, maestros (as) y compañeros por valorar la vocación y concientizarme del cambio educativo que se debe dar, entregándonos las herramientas necesarias para hacerlo. ***Cesar Peres***

Agradezco a Dios y a mi familia, en especial a mi abuela, por brindarme el apoyo incondicional durante todo mi proceso de formación académica, que sin su ayuda este logro no se hubiera hecho realidad. A mis maestros y colegas por el intercambio de saberes realizado durante este proceso, el cual me ha ayudado a irme formando como ingeniero y persona. ***Michael Rodríguez***

A todos los profesores y mentores que han jugado un papel crucial en el proceso de nuestra carrera académica y profesional. Su conocimiento, orientación y tutoría han sido invaluable para nosotros y siempre estaremos agradecido por sus contribuciones.

## Agradecimientos

A la Corporación Universitaria Minuto de Dios por su apoyo para que este trabajo de investigación fuera derivado del proyecto **C120-1001 - Estudios preliminares para establecer la viabilidad agroeconómica en la producción de las especies *Vanilla phaeantha* Rchb F y *Rodriguezia venusta* mediante la micropropagación invitro, con fines de reconversión productiva del departamento del Meta**, contando con financiación por parte de la convocatoria interna de I+D+i del año 2020.

A nuestra asesora la Ingeniera Agrónoma Natalia Romero y a nuestra co-asesora la Ingeniera Agrónoma Nubia Estella Cruz Casallas, por sus atinadas direcciones, su presencia y su empeño para que lleváramos a cabo este proyecto con enfoque a proyecto de grado. Y a todos los demás no mencionados... Dios los bendiga.

## Contenido

Lista de tablas .....	7
Lista de figuras.....	8
Lista de anexos.....	9
Resumen.....	10
Abstract.....	11
Introducción .....	12
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>15</b>
1 Problema.....	15
1.1 Planteamiento del problema .....	15
1.2 Formulación del problema.....	16
1.3 Objetivos .....	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificación.....	16
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>18</b>
<b>2 MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>18</b>
2.1 Generalidades .....	18
2.1.1 Origen y distribución .....	18
2.2 Botánica .....	19
2.2.1 Clasificación botánica.....	19
2.2.2 Descripción botánica del género Vanilla.....	20
2.2.3 Características y generalidades morfofisiológicas de la Vanilla sp.....	21
2.3 Importancia .....	22
2.4 Usos.....	23
2.5 Cultivo de vainilla.....	23
2.5.1 Requerimientos edáficos y climáticos.....	23
2.5.2 Propagación.....	24
2.5.3 Siembra .....	24

2.5.4	Requerimientos nutricionales y Fertilización.....	25
2.5.5	Cosecha y post-cosecha .....	25
2.5.6	Sistemas de recuperación de ecosistemas .....	26
2.6	Marco de antecedentes.....	27
2.7	Marco legal .....	31
2.7.1	Marco normativo ambiental en Colombia.....	31
2.7.2	Marco normativo de protección de especies amenazadas en Colombia .....	32
2.7.3	Marco normativo nacional e internacional las orquídeas silvestres .....	34
CAPÍTULO III.....		35
3	METODOLOGÍA.....	35
3.1	Ubicación geográfica del área de estudio.....	35
3.2	Materiales y Métodos.....	36
3.2.1	Identificación espécimen silvestre .....	36
3.2.2	Porcentaje de Prendimiento y efecto de la aplicación de dos fertilizantes foliares.....	37
3.2.3	Diseño experimental .....	41
3.3	Análisis estadístico .....	41
CAPÍTULO IV.....		42
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1	Resultados identificación del espécimen silvestre .....	42
4.2	Porcentaje de Prendimiento y efecto de la aplicación de dos fertilizantes foliares .....	44
CONCLUSIONES .....		49
RECOMENDACIONES.....		50
REFERENCIAS.....		51
ANEXOS .....		59

## Lista de tablas

Tabla 1: Características y generalidades morfo fisiológicas de la <i>Vanilla sp</i> .....	;	<b>Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>		
Tabla 2: Marco de antecedentes.....	;	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3: Marco normativo ambiental en Colombia .....	;	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4: Marco normativo de protección de especies amenazadas en Colombia.....	;	<b>Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>		
Tabla 5: Marco normativo nacional e internacional para orquídeas silvestres.....	;	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 6: Composición del Sustrato.....	;	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 7: Composición del Sustrato artesanal para trasplante a campo.....	;	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 8: Variables, indicadores y unidad de medida .....	;	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 9: Diagrama de tratamientos y dosificación .....	;	<b>Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 10: Coordinadas geográficas y msnmde puntos de muestreo;		<b>Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 11: Promedio de prendimiento de orquídeas <i>Vanilla sp</i> .....		46
Tabla 13: Seguimiento del desarrollo foliar por semana .....		46

## Lista de figuras

Figura 1: Ubicación puntos de muestreo .....	35
Figura 2: Ubicación área de estudio granja agroecológica UNIMINUTO .....	36
Figura 3. Reporte Naturista.co.....	43
Figura 4: Seguimiento fotográfico.....	44

**Lista de anexos**

Anexo 1: Constancia de depósito.....	59
--------------------------------------	----

## Resumen

La conservación de especies del género de *Vanilla sp* en un cultivo Agroecológico de cítricos en el departamento del Meta toma como referencia los esfuerzos para preservar la diversidad genética de las orquídeas que se encuentran de manera silvestre en nuestro territorio; Entre los enfoques de la conservación incluyen el desarrollo de estrategias de conservación ex situ como bancos de semillas y colecciones de cultivo de tejidos, y la promoción de prácticas de gestión sostenible que prioricen la conservación de la biodiversidad y la salud del ecosistema. Siendo lo anterior, valioso en los procesos de conservación de *Vanilla sp*, al estar amenazada por la pérdida de hábitat, el cambio climático y por problemas de polinización que no permiten generación de vainas y semillas viables para su reproducción, a pesar de poseer valor comercial. Para abordar este problema, esta investigación evalúa la respuesta fisiológica de una especie silvestre del género *Vanilla* colectada en la vereda Lourdes del municipio de Villavicencio a la aplicación foliar de dos fertilizantes para su prendimiento y desarrollo. Los resultados del estudio identifican la probable presencia silvestre de la especie *Vanilla odorata* en la vereda Lourdes, surgiendo la necesidad del establecimiento de procesos de conservación, considerando que se identifica una buena capacidad de esta especie para la propagación vegetativa y una respuesta efectiva en el uso de fertilizante comercial y orgánico en cuanto a crecimiento radicular y desarrollo foliar, ya que  $p < 0,05$  para los dos tratamientos.

*Palabras clave: Vanilla sp, conservación, supervivencia, medio ambiente, conservación ex situ, bancos de semillas.*

## Abstract

The species conservation of the genus *Vanilla sp* in an agroecological citrus crop in the department of Meta (Colombia) takes as a reference the efforts to preserve the genetic diversity of orchids found in the wild in our territory; Among the conservation approaches include the development of ex situ conservation strategies, including seed banks and tissue culture collections, and the promotion of sustainable management practices that prioritize biodiversity conservation and ecosystem health. The foregoing is valuable in the processes of conservation of *Vanilla sp*, as it has been threatened by habitat loss, climate change and pollination problems that do not allow the generation of viable pods and seeds for reproduction, despite having commercial value. In order to address this problem, this study investigates the physiological response of a wild species of the genus *Vanilla* collected in the Lourdes zone of the municipality of Villavicencio to the foliar application of two fertilizers for its growth and development. The results of the study identify the probable wild presence of the *Vanilla odorata* species in the Lourdes zone, which led to the need for the establishment of conservation processes, considering that a good capacity of this species for vegetative propagation and an effective response to the use of commercial and organic fertilizer is identified in terms of root growth and foliar development, since  $p < 0.05$  for the two treatments.

*Key words: Vanilla sp, conservation, survival, environment, ex situ conservation, seed banks.*

## Introducción

*Vanilla* es un género perteneciente a la familia Orchidaceae; se originó en América tropical hace 70 millones de años. (Flores Jiménez *et al.*, 2017) El género *Vanilla* comprende alrededor de 118 especies hemiepífitas aceptadas en la familia Orchidaceae (Flanagan *et al.*, 2018) las cuales tienen una distribución pantrópica y se encuentran naturalmente en los trópicos del Nuevo Mundo, desde el sur de Florida y México, América Central y las Antillas, hasta América del Sur; en África tropical, tanto en el continente como en Madagascar; y en Asia tropical, desde China e India hasta Nueva Guinea y el sudeste asiático. (Chambers *et al.*, 2021)

Muchas especies del género *Vanilla* son raras o están en peligro debido a la deforestación de su hábitat subcosmopolita, el cambio climático, la explotación depredadora y los patógenos endémicos, (Lopes *et al.*, 2019) por su hábito trepador y requerir del suelo para anclarse se conoce como hemiepífita, que posee dos tipos de raíces aéreas y terrestres lo cual resulta importante en la morfofisiología de la planta. El cultivo requiere principalmente de sombra parcial y sostén para su desarrollo, por esta condición debe establecer una relación de simbiosis con un forófito en el que se adhieren las raíces aéreas las cuales se originan en los nudos superiores y le brindan mayor soporte. (Barrera *et al.*, 2009)

La vainilla es la única especie de la familia de las orquídeas que produce frutos comestibles. (Arango & Moreno, 2011 como cito Gómez & Bonilla, 2020) La especie se caracteriza por la simbiosis con la abeja *Melipona* y el colibrí para su polinización, sin embargo, presenta un bajo porcentaje de polinización, de ahí que para obtener una cantidad adecuada de frutos es necesario aplicar la técnica de polinización manual. Una vez lograda la fecundación, los frutos (vainas) requieren de ocho a nueve meses para ser cosechados. (Vázquez Trujillo, 2020)

Desde la época prehispánica la *Vanilla* ha sido usada principalmente por la civilización Maya y luego Azteca, hasta nuestros días. En México, el estado de Veracruz es el principal productor a nivel mundial con un aporte del 70%, seguido de Oaxaca y Puebla aportando el 30% en la producción total (Coronel & Gómez, 2018). Los países que cuentan con mayor extensión de plantaciones son India, Indonesia, México, Papúa Nueva Guinea, Puerto Rico, Uganda. (Alves Do Nascimento *et al.*, 2019). En el ámbito internacional se conocen tres especies *V. planifolia* g. Jackson, *V. pompona* Schiede y *V. tahitiensis* W.J. Moore, de los frutos fermentados se extrae el

sabor y el aroma de la Vainilla para la industria farmacéutica, gastronómica, perfumería y cosmética incrementado la demanda lo que ha ocasionado una sobre explotación de la especie.

En Colombia, la ubicación geográfica genera una variedad de micro y meso climas (IDEAM, 2018) convirtiendo al país en un centro de biodiversidad donde está ampliamente distribuido el género *Vanilla*, Estos factores se pueden usar para crear la diversidad de especies a lo largo de gradientes ecológicos e inferir en los patrones de distribución de especies, aromas y sabores (Ferrier, 2002; Hüttich *et al.*, 2011; Levanoni *et al.*, 2011 como cito, Abutaha *et al.*, 2021). En el país, se han reportado cultivos existentes en los departamentos de Antioquia y Casanare, y también en pequeñas colecciones privadas no comerciales de orquideólogos en el departamento del Valle (Gamboa Gaitán, 2014).

La Orinoquia, cuenta con una amplia variedad de ecosistemas que lo convierte en el centro de vida y desarrollo de muchas especies con características especiales adaptadas a los servicios ambientales y capital natural, generando la biodiversidad de distintas especies silvestre como lo es la *Vanilla*. El Meta cuenta con altura entre los 300 y 1987 msnm lo que lo hace un habitat viable para la reproducción, propagación y producción de la *Vanilla*. Sin embargo, la literatura no reporta la distribución y las especies presentes, ni tampoco se conoce protocolos que permita su propagación con fines de conservación.

La orquídea es una especie que se adapta a los bosques donde sus requerimientos nutricionales son macroelementos primarios, hongos endomicorrizicos y una adecuada simbiosis con los forofitos que sirven para darle soporte a las plantas, proporcionar sombra y materia orgánica necesaria para su desarrollo (Jiménez & Meléndez, 2018). La *Vanilla* ha venido afrontado una serie de cambios causados por la ampliación de la frontera agrícola y urbana, generando modificaciones en el ecosistema, se entiende que es unas orquídeas que crece en condiciones naturales por lo tanto los nutrientes que esta adquiere a lo largo de su vida son tomado de la descomposición de hojarasca y madera, al ser trasladadas de su medio por razones de conservación, propagación y producción.

En busca de alternativas de conservación, esta investigación evalúa la respuesta fisiológica y morfológica de una especie del género *Vanilla*, colectada en la vereda Lourdes del municipio de Villavicencio entre 609 a 947 msnm, a la aplicación foliar de dos fertilizantes (orgánico y comercial), que permitan con ello determinar el porcentaje de prendimiento de la *Vanilla sp* al ser

trasplantada a campo en asociación con cultivo agroecológico, analizando su efecto en la tasa de crecimiento y la supervivencia por medio de la producción de hojas, brotes y raíces.

## CAPÍTULO I

### 1 Problema

#### 1.1 Planteamiento del problema

El corregimiento N° 6 vía Monfort de la vereda Lourdes en Villavicencio Meta, presenta una topografía deteriorada por sus pendientes entre otros componentes socioeconómicos y culturales que pueden ayudar a determinar esta situación. El asentamiento de personas en esta zona ha generado la explotación de recursos naturales trayendo problemas ambientales como remoción de suelos, tala de árboles, reducción de nacederos quema de praderas, extracción y canalización de fuentes hídricas, lo que ha disminuido los servicios ecosistémicos presentes en la vereda ya que la expansión agrícola pecuario y turística requieren la intervención de esta laderas que tienen vegetación nativa, para obtener más áreas comerciales como la construcción de viviendas, la ganadería, y vías de acceso.

En la búsqueda de generar recursos para sostener las necesidades básicas de sus familias de la vereda, es muy común ver huertos caseros, cultivos comerciales como plátano, yuca, aguacate, cacao, caña de azúcar, cítricos, siembra de alevinos (cachama, mojarra, carpa), ganado de cría, lechería, cerdos, entre otros. También se destaca su belleza paisajística logrando ser un atractivo para el ciclo montañismo, avistamiento de aves, cabañas campestres, caminatas ecológicas, entre otros. Sin embargo, se observan zonas dónde la remoción, erosión y degradación son notorias, generando pérdida de cobertura vegetal, lo que sumado a las actividades de explotación agropecuaria y minera han generado afectación en la biodiversidad. A pesar de lo anterior, en la zona, la comunidad ha reportado la presencia de *Vanilla sp*, la cual ha logrado su supervivencia en los bordes de carretera, identificada por su aroma en determinadas épocas del año y siendo actualmente afectada por factores antrópicos que amenaza la preservación de la especie en la zona, siendo necesario la colección de material genético que permite la identificación, propagación y conservación.

## 1.2 Formulación del problema

¿El uso de fertilizantes foliares mejora el proceso de conservación ex situ de una especie del género *Vanilla* procedente de la vereda Lourdes del municipio de Villavicencio?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar la respuesta fisiológica de una especie silvestre del género *Vanilla* colectada en la vereda Lourdes del municipio de Villavicencio a la aplicación foliar de dos fertilizantes para su prendimiento y desarrollo.

### 1.3.2 *Objetivos específicos*

- Identificar la presencia del género *Vanilla* en estado silvestre en la vereda Lourdes del municipio de Villavicencio.
- Determinar el porcentaje de prendimiento de esquejes de una especie silvestre de *Vanilla sp* al ser establecidas dentro de un cultivo agroecológico y bajo el efecto de dos fuentes de fertilización.
- Analizar el efecto de la aplicación de dos fertilizantes en el crecimiento de una especie silvestre de *Vanilla sp* asociada a un cultivo agroecológico.

## 1.4 Justificación

El siguiente proyecto de investigación tiene como prioridad la conservación de la biodiversidad que entra en conflicto con las estrategias de desarrollo nacionales, necesidades e impactos humanos. Afectando los hábitats mediante la fragmentación del paisaje y la sobre explotación, lo que dificulta la supervivencia de especies como la *Vanilla sp* en su estado natural; resulta esencial plantear estrategias de recolección, recuperación, propagación y conservación de especies con el uso adecuado del suelo y designar de manera eficiente las áreas protegidas como alternativas de conservación in situ y ex situ. (Lozano Rodríguez *et al.*, 2018)

La diversidad genética en el cultivo de vainilla es limitada en germoplasma, (Flores Jiménez *et al.*, 2017) por lo tanto se ha tomado medidas de conservación de su potencial genético, pese a la disponibilidad de Vainilla en Colombia, debido que se encuentran comúnmente en su hábitat natural, obteniendo una disponibilidad limitada y un ciclo corto de floración. Sus flores pequeñas y transitorias dificultan la identificación de algunas especies. Cuando se recolectan de la naturaleza, las plantas generalmente carecen de capacidad reproductiva y deben considerarse estériles. Esto dificulta el estudio de plantas nativas debido a su rareza y un ciclo corto de floración. (Soto Arenas, 2006) Hasta el 2015, según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Colombia contaba con 23 especies y 19 de ellas entraban en el grupo aromático.

En la comunidad donde fue encontrada la *Vanilla* se dedica a la agricultura, ganadería y turismo, para implementar estas actividades económicas se debe tener un amplio terreno, lo que implica la tala de bosque, siendo el hábitat natural de la *Vanilla*. Por lo que es necesario realizar este proyecto para la identificación, recolección si es necesario, propagación y conservación de esta especie mediante la nutrición y asociación correcta, ya que se encuentra como una especie amenazada según el libro rojo.

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO REFERENCIAL

#### 2.1 Generalidades

La vainilla proviene de *Vanilla* el cual es un género de orquídeas distribuido por regiones tropicales y subtropicales de América, Asia y África occidental, comprende alrededor 110 especies. Las plantas destacan por sus frutos aromáticos en forma de vaina, siendo usados en el viejo mundo como saborizante del chocolate. Los cultivos de vainilla se consideran de bajo impacto ambiental lo que promete opciones de diversificación productiva, protegiendo la biodiversidad de los ecosistemas. (García, 2009)

##### 2.1.1 Origen y distribución

La vainilla en su historia está asociada al chocolate por las bebidas destinadas a los guerreros que preparaban los mexicas y enriquecían con este fruto, siendo México considerado como su centro de origen (Verpoorte, 2011). Este país conserva el cumulo genético (Soto, 1999) de las especies más cultivadas, las cuales son *V. planifolia* g. Jackson, *V. pompona* Schiede y *V. tahitiensis* W.J. Moore. A lo largo de los años ha sido ampliamente usada en diferentes industrias de las cuales destaca la alimenticia, posicionando las características organolépticas de este fruto en alto valor comercial.

Durante la época de la conquista de los españoles al pueblo Azteca quienes producían la vainilla fue introducida en Europa en las décadas de 1920-30, por su lado Francia hasta 1819 quiso cultivarlas en las islas Reunión y Mauricio aunque sin éxito debido a la no presencia de polinizadores, sin embargo en 1841 descubrirían que se podía polinizar de forma manual, lo que dio lugar a la producción a gran escala (Gamboa, 2014), para posteriormente pasar a las islas Comoros y Madagascar, quien se convertiría en el principal productor en 1924.

Volviendo a su centro de origen, los estados de Oaxaca, Veracruz y Puebla es donde se encuentra la mayor cantidad de cultivares de este género, siendo la especie predominante *V. Planifolia*, ubicándose durante el 2020 en el puesto 4 de los productores mundiales de este

producto (Luis Rojas *et al.*, 2020). Actualmente su producción es de 561 toneladas/año), que lo ubica en el puesto 3, solo detrás de Madagascar e Indonesia.

Este género además se distribuye por Latinoamérica en países como Bolivia, Ecuador, Guatemala, Belice, Costa rica y Colombia. Este último presentando una alta presencia en el pacífico, más específico en el municipio de Bahía Solano, donde se reportan 6 especies y 5 híbridos naturales, los cuales son Híbrido *Vanilla planifolia* x *Vanilla dresslerii*, Híbrido *Vanilla rivasii* x *Vanilla planifolia*, Híbrido *Vanilla cribbiana* x *Vanilla planifolia*, Híbrido *Vanilla cribbiana* x *Vanilla rivasii*, Híbrido *Vanilla odorata* x *Vanilla planifolia*. (Vainilla Aroma Chocó, 2019)

En general para Colombia se registra (Flanagan *et al.*, 2018) la existencia de 21 especies de *Vanilla* silvestres que son *Vanilla espondae* Soto Arenas, *V. calyculata* Schltr, *V. methonica* Rchb. f. & Warsz., *V. odorata* C. Presl, *V. sprucei* Rolfe, *V. dressleri* Soto Arenas, *V. oroana* Dodson, *V. pompona* Schiede, *V. ribeiroi* Hoehne, *V. sprucei* Rolfe, *V. trigonocarpa* Hoehne, *V. hostmannii* Rolfe, *V. columbiana* Rolfe, *V. palmarum* (Salzm. ex Lindl.) Lindl., *V. planifolia* G. Jackson, *V. phaeantha* Rchb. f. a, *V. bicolor* Lindl., *V. rivasii* Molineros, R. González, Flanagan & J.T. Otero, *V. cribbiana* Soto Arenas, *Vanilla helleri* A.D. Hawkes y la recién descrita *Vanilla denshikoiria* Flanagan & Ospina-Calderón.

## 2.2 Botánica

### 2.2.1 Clasificación botánica

Según Macas (2019) la clasificación taxonómica para el género *Vanilla* es:

---

<b>Reino:</b>	<i>Plantae</i>
<b>División:</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase:</b>	<i>Liliopsida</i>
<b>Subclase:</b>	<i>Lilidae</i>
<b>Orden:</b>	<i>Orchidales</i>
<b>Familia:</b>	<i>Orchidaceae</i>
<b>Subfamilia:</b>	<i>Vanilloideae</i>
<b>Tribu:</b>	<i>Vanilleae</i>
<b>Subtribu:</b>	<i>Vanillinae</i>
<b>Género:</b>	<i>Vanilla</i>

---

## 2.2.2 Descripción botánica del género *Vanilla*

Este género se caracteriza por agrupar plantas herbáceas epifitas, hemiepifitas e incluso algunas terrestres. Son plantas robustas, perennes, sus entre nudos miden entre 10-15 cm de largo y entre 10-15 mm de diámetro (Alatorre, 2002).

**2.2.2.1 Raíz:** su forma es cilíndrica y prolongada, el sistema radicular es superficial, desarrollándose sobre la rizosfera del suelo (Álvarez López *et al.*, 2014). Son raíces adventicias y generalmente aéreas.

**2.2.2.2 Hoja:** Posee hojas alternas dispuestas en filas verticales opuestas, coriáceas o carnosas, la es forma oblonga-elíptica lanceolada, con ápice agudo terminado en punta. En los nudos, al lado opuesto de la hoja, desarrolla pares de raíces advertencias aéreas con las cuales se adhiere a los árboles u otros soportes (Molineros, 2012).

**2.2.2.3 Flor:** Vistosa, no de prolongada vida, en ocasiones de fragancia fuerte, sépalos libres y lisos, sus pétalos son reflexos u ondulados generalmente con quilla dorsal, el labelo es en forma de embudo, el estigma fabrica una cavidad transversa con bordes pegajosos y posee ovario articulado al perianto (Molineros, 2012).

**2.2.2.4 Fruto:** característico por su forma de vaina similar al que presentan las leguminosas, sin embargo, difiere ya que es el resultado de la unión de tres carpelos que en realidad es una capsula (Zúñiga Carmiol, 2017). Es una baya donde alberga las semillas de la planta, la epidermis tiene tendencia de lisa a rugosa ligeramente, en dependencia de la especie puede presentar fragancia (Damián Velázquez, 2004).

Es la parte de mayor apreciación económica por su aprovechamiento en la extracción de 4 compuestos de interés comercial, los cuales son: p-h idroxibenzaldehído (4-hidroxibenzaldehído) (2000 mg kg<sup>-1</sup>), ácido vanillico (ácido 4-hidroxi-3-metobenzóico) (2000 mg kg<sup>-1</sup>), ácido p-hidroxibenzóico (ácido 4-hidroxibenzóico (200 mg kg<sup>-1</sup>) y el compuesto mayoritario, la vainillina (4-hidroxi-3-metilprotocatéuico) en concentraciones de (10,000 - 20,000 mg kg<sup>-1</sup>) (Bettazzi *et al.*, 2006 citado por Cervantes *et al.* en 2018).

### 2.2.3 Características y generalidades morfofisiológicas de la *Vanilla sp*

En la tabla 1 se presenta los referentes encontrados de las características morfo fisiológicas de la *Vanilla sp*

**Tabla 1: Características y generalidades morfo fisiológicas de la *Vanilla sp***

Referencias	Morfología	Fenología	Fisiología	Ecofisiología
Caracterización de los Sistemas de Producción de Vainilla ( <i>Vanilla Planifolia</i> A.) Bajo Naranja y en Malla Sombra en el Totonacapan. (Barrera Rodríguez <i>et al.</i> , 2009).	(Barrera Rodríguez <i>et al.</i> , 2009). El rendimiento de vainas verdes de vainilla por hectárea es el indicador de productividad, por lo que se consideró como variable independiente para caracterizar los sistemas de producción bajo naranja y en malla sombra.	(Barrera Rodríguez <i>et al.</i> , 2009). La vainilla requiere de agua, en mayor medida en etapas específicas de su ciclo fenológico, como es la etapa de crecimiento y desarrollo del fruto, de abril a junio, por lo que los cambios climáticos que se han presentado en los últimos años han perjudicado el cultivo.	(Barrera Rodríguez <i>et al.</i> , 2009). Existen productores que lo combinan con el riego por goteo, a fin de mantener la humedad que requiere la vainilla en el área de donde se alimenta la planta a través de su sistema radical.	(Barrera Rodríguez <i>et al.</i> , 2009). Los factores más importantes que determinan el buen desarrollo de las vainas de vainilla para los sistemas de producción bajo naranja son: la nutrición (21%), la humedad atmosférica (19%) y polinización (16%).
Manejo y Conservación de <i>Vanilla Planifolia</i> en Sistemas Agroforestales Tradicionales de la Huasteca Potosina (García, 2020).	(García, 2020) Es una orquídea trepadora hemiepífita que se caracteriza por un tallo flexible y hojas elípticas planas, desarrolla inflorescencias a partir de los brotes de las hojas y su fruto es alargado y dehiscente.	(García, 2020) Su ciclo de vida inicia a los dos años de crecimiento vegetativo, y durante el tercer año inicia la producción de las vainas de donde se obtiene la esencia comercial mundialmente conocida como vainilla.	(García, 2020) Dos aspectos fundamentales que influyen en la producción y productividad de la vainilla son la polinización y la suplementación de riego en la etapa más crítica del cultivo.	(García, 2020) Las poblaciones de vainilla en sistemas agroforestales se encuentran adaptadas a las fluctuaciones y cambios drásticos en el tiempo de la región, forman parte de agrobiodiversidad favorecida por los campesinos.
Nutrición de <i>Vanilla Planifolia</i> A. Post Estrés Abiótico. (Baca <i>et al.</i> , 2021)	(Baca <i>et al.</i> , 2021) la vainilla se adapta fácilmente con otras especies, tiene un sistema radicular superficial.	(Baca <i>et al.</i> , 2021) El ciclo del cultivo varía de acuerdo con el mantenimiento que recibe y puede ser de 3 a 10 años.	(Baca <i>et al.</i> , 2021) La época de siembra se da desde la primera semana de mayo a la mitad del mes de junio, este periodo se considera el más adecuado previo a que inicien las lluvias de temporal.	(Baca <i>et al.</i> , 2021) El valor de la vainilla depende de la calidad que el fruto ofrezca, calidad que está en relación directa con el tipo de suelo de la región productora, el clima.
Condiciones Climáticas y Microclimáticas en Sistemas de Producción de Vainilla ( <i>Vanilla Planifolia</i> Jacks. Ex Andrews) en México. (Parada Molina <i>et al.</i> , 2022)	(Parada Molina <i>et al.</i> , 2022) Debido a que la vainilla es un cultivo perenne, es recomendable realizar el seguimiento de las condiciones ambientales de manera permanente y evaluar ciclos productivos completos.	(Parada Molina <i>et al.</i> , 2022) En los sistemas de producción con un manejo más intensivo y sin la cobertura arbórea, la exposición a valores extremos de radiación ha ocasionado mayor susceptibilidad de las plantas en los periodos de sequía.	(Parada Molina <i>et al.</i> , 2022) Estos diversos sistemas de manejo de vainilla permiten regular y modular las condiciones térmicas, hídricas y la incidencia de la radiación, que influyen en la fotosíntesis y, por ende, en el desarrollo de este cultivo.	(Parada Molina <i>et al.</i> , 2022) Requiere una precipitación media anual de 1200 a 2500 mm, con dos a tres meses con déficit hídrico para estimular la floración.
Estudio fisiológico de <i>Vanilla planifolia</i> Andrews	(Vega, 2010) La <i>Vanilla planifolia</i> presenta rangos	(Vega, 2010) La raíz está constituida por un tejido esponjoso	(Vega, 2010) La importancia de los macros y microelementos	(Vega, 2010) Las epífitas habitan en condiciones muy

(Orchidaceae), cultivada en un sistema agroforestal en Ixtacomitán, Chiapas, México (Vega, 2010).	fotosintéticos correspondientes a una planta CAM y que tanto hojas jóvenes como viejas son fotosintéticamente activas.	llamado velamen que absorbe el agua que escurre por la corteza de los árboles.	en las plantas de <i>V. planifolia</i> no se han determinado y menos cuales son los niveles óptimos, medios, bajos o críticos.	inestables en cuanto, al suministro de agua y disponibilidad de nutrimentos, por ello han desarrollado mecanismos de almacenamiento de agua como son: succulencia, cutículas impermeables, tricomas foliares, hojas en forma de roseta para retener agua y fotosíntesis CAM.
Avances y tendencias en mejoramiento genético de vainilla. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 23(2). (Ramos & Iglesias, 2022).	(Ramos & Iglesias, 2022). Dentro del material cultivado de <i>V. planifolia</i> , este banco cuenta con algunos ejemplares del morfotipo “Oreja de Burro”, que se caracteriza por presentar vainas y hojas de mayor tamaño, y tallos más gruesos que el morfotipo comercial “Mansa”.	(Ramos & Iglesias, 2022). La alta susceptibilidad de la vainilla ha mostrado, a diferentes factores bióticos y abióticos, así como los problemas de caída prematura de frutos, los cuales afectan directamente la productividad y la rentabilidad del cultivo.	(Ramos & Iglesias, 2022). El impacto de la sequía es más fuerte si la planta se encuentra bajo condiciones de alta iluminación (63%), ya que se afecta el contenido de las clorofilas a, b, y total, así como de carotenoides, y se presenta disminución neta de la fotosíntesis.	(Ramos & Iglesias, 2022). Esta enfermedad es más frecuente en sistemas de cultivo tradicional con poca ventilación, sombra excesiva y abundante precipitación.
Uso de la Cáscara de Coco como Sustrato en <i>Vanilla sp.</i> (Santiago Pérez <i>et al.</i> , 2021).	(Santiago Pérez <i>et al.</i> , 2021). Permite analizar las variables de crecimiento en las especies de <i>Vanilla</i> que se estudiaron teniendo en cuenta que dichas variables dependían de el sustrato de coco donde la finalidad fue la mejor adaptación que se evidenciaba en el número de entrenudos, hojas, la altura, ancho.	(Santiago Pérez <i>et al.</i> , 2021). Los temas a tratar referente a la fenología son específicos ya que, se analiza especies de orquídea <i>Vanilla</i> en sustrato de coco como camas y una fertilización orgánica que indique el crecimiento de entrenudos altura de planta, largo y ancho de las hojas con el fin de identificar que especie tiene mejor adaptación en un lapso de tres meses.	(Santiago Pérez <i>et al.</i> , 2021). Para evitar competencia por nutrimentos y/o brotes de vectores o enfermedades que puedan hospedarse en las malezas aledañas a las plantas de vainilla, se realiza deshierbes manuales.	(Santiago Pérez <i>et al.</i> , 2021). Los requerimientos climáticos perfectos para el desarrollo de esta orquídea como son lugares con buena humedad y poca luminosidad otorgada por los árboles, aunque también se encuentran diversas especies distribuidas.

### 2.3 Importancia

Una de las especias de gran valor en el mundo es la vainilla debido a sus frutos poseedores de compuestos aromáticos (vainillina) ampliamente aprovechados por las industrias culinarias,

cosméticas, perfumeras, entre otras (Molineros, 2012). A pesar de que sus características organolépticas han sido fabricadas de forma sintética y resultan más económicas, es la segunda especia más valiosa y por el sabor popular en el mundo, del cual la principal fuente de extracción es la especie *V. planifolia* (Chambers *et al.*, 2019).

Así mismo como es de valiosa para el consumo lo es para los ecosistemas ya que es un reflejo del estado de los bosques, además de ser una opción de sembradío en zonas de reserva forestal (Osorio Mosquera, 2012). No todas las notas referentes a la vainilla resultan positivas ya que para el año 2005 se conoció que el total de especímenes silvestres de *V. planifolia* era de apenas 30, lo que la cataloga como especie en peligro de extinción en la naturaleza (Soto Arenas, 2006). Lo anterior señala la importancia que tiene para la preservación de acervos genéticos.

## **2.4 Usos**

Generalmente el uso de la vainilla se enfoca en el aprovechamiento de las capsulas fermentadas de las cuales su componente principal es la vainillina, siendo incorporada a alimentos como helados, postres, lácteos, en cosméticos, fragancias, no obstante, también ha sido considerada como una posibilidad de recuperación de ecosistemas, paisajes bioculturales y como una medida para los cambios climáticos (Castelán Culebro *et al.*, 2021).

## **2.5 Cultivo de vainilla**

### **2.5.1 Requerimientos edáficos y climáticos**

Requiere suelos sueltos con buena retención de humedad y buen drenaje, ricos en materia orgánico, sin embargo, dada su naturaleza no suele ser un factor de mayor relevancia (Damián Velázquez, 2004). Crece en altitudes desde los 600 msnm con temperatura optima que oscila en los 25°C, precipitaciones alrededor de los 1200 mm a los 2000 mm anuales y humedad relativa del 80% (Pérez, 2014 citado por Ordóñez en 2021), no obstante, se ha evidenciado presencia de *Vanilla* en la Orinoquía, en esta se presentan altitudes desde 50 msnm, donde *Vanilla phaeantha* Rchb F es una especie que se encuentra entre las especies priorizadas para la conservación de la Orinoquía (Camacho & Reyes, 2021).

## 2.5.2 Propagación

La propagación sexual natural es compleja debido a que los órganos reproductivos de la flor están aislados por una membrana denominada rostelo que imposibilita la polinización natural (Parra, 1984 citado por Alatorre, 2002). En general la propagación es vegetativa usando esquejes de tallos de la planta (presencia de yemas axilares). Para la selección del material vegetativo para propagar Nieto (2010), recomienda que sean tallos de al menos 1 cm de diámetro y aún no haya generado flor. Además, puede ser propagada por ápices radicales.

### 2.5.2.1 Propagación *in vitro*

La propagación *in vitro* es una herramienta de micropropagación con fines de minimizar tiempos de crecimiento y la preservación de germoplasma aprovechando al máximo el material vegetal usado, sin embargo, cada especie requiere un protocolo específico por las diferentes reacciones *in vitro* que presentará cada variable que interviene en el proceso (Lozano Rodríguez *et al.*, 2018). Diversos autores han creado metodologías de micropropagación a partir de ápices, yemas y nodos con la orientación a lograr obtener la formación de brotes y precállos o callos también denominados “protocorm like bodies” (Gätjens Boniche *et al.*, 2018) bajo diferentes medios como el sólido y líquido.

Con el propósito de mantener la diversidad genética del género y más específico de la especie *V. planifolia* también se han creado metodologías de germinación *in vitro* evidenciando germinación tardada y variable (Aguirre Medina, 2011). Otra razón de implementar esta herramienta es la de fitomejoramiento, ya sea por la propagación de las plántulas producto o la hibridación (Reyes López, 2018).

## 2.5.3 Siembra

Se deben establecer tutores como soporte para las plantas y aporte de sombra, por lo cual se pueden establecer diferentes sistemas que integren árboles, estos deben alcanzar entre 2 o 3 metros de altura. Uno de estos sistemas es el acahual o uso de vegetación secundaria, es menos tecnificado y en él destacan especies como el pichoco (*Eritrina sp.*) el piñón (*Jatropha curcas*), cocuite (*Gliricidia sepium*), chaca (*Bursera simaruba*) y marañón (*Anacardium occidentale*), en

sistemas semitecnificados se implementan especies como naranjo (*Citrus sinensis* L. Osbeck), cocuite o pichocho bajo monocultivo y como sistema intensivo se usa el de malla con 50% de luminosidad (Barrera Rodríguez *et al.*, 2009).

Los esquejes seleccionados para la propagación deben tener al menos 6 yemas, hojas entre 0,80 y 1,20 cm, para establecerlos preferiblemente realizar una grieta de 10 cm en dirección a la parte externa del tutor y agregar materia orgánica, en caso de plantas de vivero, realizar hueco de 20x10x10 cm, cubrir con materia orgánica y amarrar con fibra natural dejando entre 2 o 3 esquejes por tutor (Fundación Pachamama & GIZ, 2021).

#### **2.5.4 Requerimientos nutricionales y Fertilización**

La vainilla generalmente es fertilizada con el aporte de Materia Orgánica (M.O) no obstante dados los componentes de la M.O no se satisface por completo los requerimientos de la planta, que en mayor proporción necesita entre 2.34 a 5.64% de K, seguido de 1.1 a 2.43% de N, 0.16 a 0.43% de P, en cuanto a los micronutrientes más relevantes de 0.48 a 2.64% de Ca y 0.12 a 0.77% de Mg (Monnin & Perret, 2013). Para un cultivo de 6000 plantas/ha se requiere aplicar de forma mensual 4.32 kg/ha de N, 0.41 kg/ha de P, 6.0kg/ha de K, 1.5 kg/ha de Ca y 6.2kg/ha de Mg (Monnin & Perret, 2013), similar a los requerimientos de otras orquídeas.

Por otro lado, la fertilización orgánica está enfocada al uso de sustratos ricos en nutrientes como el vermicompost donde la degradación de estos es lenta lo que ralentiza la repuesta de la planta a este tipo de “abonados” (González Chávez *et al.*, 2018). Otro tipo de fertilización es la biológica donde suelen presentar hongos formadores de micorrizas como Orquidiode el cual es característica de la familia Orchidaceae (Alomía Aguirre, 2014), también se suele usar formulaciones con bacterias solubilizadoras de fósforo como *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum sp*, entre otras (Álvarez López, 2014).

#### **2.5.5 Cosecha y postcosecha**

La cosecha de vainilla se realiza a partir de las semanas 32-36 a partir de que la flor es polinizada o a raíz de índices de maduración del fruto cuando se presenta pérdida de firmeza y cambios de color de la epidermis (Saldívar Iglesias, 2015). Algunos productores de este fruto

debido a la fluctuación en los precios cosechan poco después de la semana 20, afectando significativamente el fruto ya que, aunque se reduzca el tiempo de cosecha solo hasta después de la semana 28 obtendrá propiedades significativas en calidad (Vargas Hernandez *et al.*, 2021).

En el manejo postcosecha se lleva a cabo la selección: frutos >12 cm; desinfección con hipoclorito de sodio al 1% y alcohol o por inmersión en agua no superior a los 70 °C; secado y sudado por 15 días; secado lento por 30 días con temperaturas alrededor de los 35°C y bien aireadas, acondicionamiento, empaquetado y almacenamiento de las vainas (Espinoza, 2014). Este proceso de secado también se le denomina curado o beneficiado, consiste en la deshidratación y fermentación del fruto para que adquiera las características organolépticas por las que es conocido (KelsoBucio *et al.*, 2013).

### **2.5.6 *Sistemas de recuperación de ecosistemas***

La recuperación de ecosistemas degradados y el cuidado de estos es un tema de amplio interés en el país tras el anuncio de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt en el 2020 donde advertía que más de la mitad de los ecosistemas colombianos se encuentran en riesgo por diversas causas de las cuales resalta la pérdida de hábitats y el cambio climático que se traduce a pérdidas de biodiversidad, así mismo se encuentran 36 ecosistemas en alto riesgo, 22 en estado crítico y 14 en peligro, de los 81 que conforman los continentales.

En la búsqueda de opciones para la recuperación de ecosistemas degradados se han creado diferentes herramientas, sin embargo, como lo menciona Vargas (2011) es necesario comprender que los ecosistemas son dinámicos; siempre y cuando no existan barreras o limitantes se recuperan por sí solos; en casos donde se ha perdido por completo el ecosistema original se denomina restauración asistida o activa y es intervenida; la capacidad de restauración está dada por diferentes factores dependiendo de las características del ecosistema y las causas que lo llevaron a la degradación; el éxito de la restauración también dependerá de razones económicas y políticas además de las propias biológicas.

Las causas de la degradación de los ecosistemas puede variar según el lugar y la vocación por ejemplo en algunas zonas rurales es común encontrar minería que provoca fragmentación de ecosistemas y el deterioro ambiental es evidente, en este mismo sentido una de las principales problemáticas que sufren los páramos es la locomotora minera basada en la explotación de

oro, carbón y agregados de construcción, lo que genera graves daños a ecosistemas estratégicos-sistemas de páramos (Rincón, 2015).

Otro ejemplo es el caso de las zonas urbanas donde la expansión ha modificado los procesos de erosión, escorrentía e infiltración y ha ocasionado un desgaste progresivo del suelo, agua y vegetación, principalmente de las zonas de ribera (Alvarado *et al.*, 2014). Esta misma causa ha generado un cambio en el uso de la tierra, que ha homogeneizado paisajes, así pues, la uniformidad del paisaje urbano ocasiona una pérdida de paisajes agropecuarios y forestales, de espacios abiertos, así como una degradación de los ecosistemas naturales que una vez dominaron el paisaje (Vargas *et al.*, 2011).

Mencionado anteriormente, se han creado herramientas que permiten la restauración ecológica dentro de los cuales se puede hallar el manejo del paisaje, en el cual se logra conservar biodiversidad lo que permite mejorar hábitats, recuperarlos y proteger servicios ambientales. Otra herramienta es la forestería análoga la cual según Hernández & Marroquín (2008) “es un proceso que trata de lograr un equilibrio entre el interés de conservar la biodiversidad y el interés económico, así se pretende que esas dos perspectivas no choquen e induzcan una competencia negativa”.

Es así como esta herramienta permite preservar y regenerar los ecosistemas, así mismo como producir alimentos, siendo la parte económica también beneficiada pues permite además comercializar los productos o los servicios resultantes (Hernández y Marroquín, 2008). Estas características resultan interesantes desde el punto de vista de la preservación de orquídeas silvestres y comerciales, siendo de interés el género *Vanilla*, el cual puede ser asociado desde vegetación propia del ecosistema hasta sistemas de tutorado con forestales no maderables o frutales donde destacan los cítricos (Trinidad, 2014; De la Peña & Illsley, 2001; Padilla, 2011; Bautista, 2014).

## **2.6 Marco de antecedentes**

A lo largo de la historia el hombre ha venido domesticando la vainilla con fines medicinales, gastronómicos, cosméticos. A partir de este proceso de domesticación el hombre ha generado mayor interés por esta planta exótica, generando procesos de investigación en los ámbitos de la biotecnología, la fisiología vegetal, la fenología, la polinización, la acumulación de

extractos en la vaina de la vainilla, asimismo como procesos de adaptación conservación y preservación de la especie. A continuación, se presentan investigaciones adelantadas en torno al problema abordado (Tabla 2).

**Tabla 2: Marco de antecedentes**

Titulo	Objetivo	Problema	Metodología	Resultado
Evaluación de la eficacia de dos enraizadores y dos sustratos en propagación de esquejes de vainilla ( <i>Vanilla sp</i> ) bajo invernadero, en la Parroquia El Triunfo (Castro & Robles, 2020).	Evaluar la eficiencia de dos hormonas enraizadoras y dos sustratos en la propagación de esquejes de <i>Vanilla sp</i> en condiciones de invernadero.	Considerando que la <i>Vanilla sp</i> ha presentado mayores inconvenientes en la fase inicial del cultivo, llevándose a cabo en la etapa de propagación, debido a esto se cuestiona si al momento de la aplicación de hormonas enraizadoras en la propagación de esquejes de <i>Vanilla sp</i> , sembrados sobre sustratos orgánicos en condiciones de invernadero puede incidir en la propagación.	Este estudio se realizó para determinar la eficiencia de dos tipos de enraizadores (Rooting y Hormonagro) y dos sustratos (Arboriente y Compost) en la propagación de esquejes de <i>Vainilla sp</i> bajo condiciones de invernadero, implementando 6 tipos de tratamientos y llevándose a cabo en El Triunfo, provincia de Pastaza.	Los resultados indican que los distintos sustratos que llevan compost tuvieron mayor influencia sobre el porcentaje de supervivencia, debido que este sustrato le aporta nutrientes esenciales en la etapa de propagación lo que facilitó el desarrollo del esqueje.
Evaluación del efecto de cinco sustratos y una dosis de Ácido $\alpha$ Naftalen-acético (ANA) en la propagación de esquejes de vainilla ( <i>Vanilla sp</i> ) (de la Cruz, <i>et al.</i> , 2014).	Evaluar el efecto en la propagación de esquejes de vainilla utilizando cinco tipos de sustratos y el ácido naftalen-acético.	Como influye el uso del ácido $\alpha$ naftalenacético (ANA) y cinco sustratos en las variables de crecimiento de la vainilla en condiciones de vivero.	La investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones, Postgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica, CIPCA, donde se implementaron cinco tipos de sustratos para enraizamiento y cuál de estos tenía un efecto positivo en la propagación asexual de la <i>Vanilla Sp</i> .	Al momento de implementar los distintos sustratos se pudo observar que el Sustrato arboriente (Sa), arroja mejores resultados en las variables de la longitud de los brotes, número de hojas y una influencia en las variables.
Estado nutricional y crecimiento vegetativo de las plantas de <i>Vanilla planifolia</i> Jacks afectadas por la	Evalúa el efecto del tipo de sustrato y su composición, teniendo en cuenta los factores de	Los requerimientos nutricionales son desconocidos, la fertilización aplicada y la interacción entre estos dos factores en	Este estudio se realizó en Sopetrán (Antioquia, Colombia), el diseño experimental	Loa resultados indican que el estado nutricional de las plantas de <i>Vanilla</i> y los efectos del tipo de sustrato orgánico

fertilización y la composición del sustrato orgánico (Osorio, <i>et al.</i> , 2014).	absorción y crecimiento de la fertilización aplicada. planta.	las plantas afectadas de <i>Vanilla</i> .	utilizado fue de parcelas divididas, el tipo de sustrato se asignó a las parcelas principales y los niveles de fertilización a las subparcelas para determinar las plantas de <i>Vanilla Planifolia Jacks</i> afectadas su composición del sustrato orgánico.	fueron significativos, pero no afectaron la longitud del brote y el peso seco. Por el contrario, los principales efectos del tratamiento de fertilización fueron significativos sobre la longitud del brote y el peso seco, pero no influyeron significativamente en el contenido de nutrientes de la hoja.
Efecto de materiales orgánicos, fertilizantes e inóculos Microbiales sobre el crecimiento y nutrición de plántulas de Vainilla ( <i>Vanilla planifol</i> (Osorio, 2012).	Evaluar el efecto de la aplicación combinada de materiales orgánicos y fertilizantes (químico o biológico) sobre la nutrición y el crecimiento de plántulas de vainilla.	El crecimiento y nutrición de plántulas de vainilla depende del tipo de sustrato orgánico (proporción de hojarasca, chips de madera, fibra de coco, vermicompost) utilizado para la raíz.	La evaluación individual y combinada de los sustratos (fibra de coco, chips de madera, vermicompost y hojarasca) en distintas proporciones.	Los resultados indican que hubo una interacción significativa de los sustratos y la fertilización le apporto el crecimiento significativamente a la planta por año cuando se aumentó las proporciones de chips de madera o fibra de coco al 75% y del 25 % de hojarasca.
Desarrollo inicial de la vainilla ( <i>Vanilla planifolia Andrews, orchidaceae</i> ) bajo diferentes usos de la Tierra y condiciones climáticas en Colombia (Arango & Moreno, 2011).	Evaluar las diversas especies de árboles tutores y densidades de siembra en la sabana del Caribe, Urabá, Magdalena Medio, cañón del río Cauca y eje cafetero.	Las condiciones para su adecuado establecimiento parecen influenciar su adecuado desarrollo como cultivo y no parecen estar completamente definidas; las partes altas no muestran mayor desarrollo, y provoca una desmotivación porque su proceso de fructificación será más lento.	Se establecieron parcelas para el monitoreo de la sobrevivencia y el crecimiento de árboles tutores y plantas de vainilla realizando una fertilización bimensual y poda para los tutores hasta lograr adecuar en sombrío y altura, en las áreas boscosas no fue necesaria la siembra de tutores. La fertilización y mantenimiento se llevó a cabo con residuos de la zona de estudio además de la fertilización foliar.	Se encontró que, durante la fase vegetativa inicial, el desarrollo de la vainilla no se vio afectado por el tipo de árbol tutor y/o la densidad de siembra; no obstante, sí se hallaron diferencias significativas entre zonas, de mayor altitud donde se logró una diferencia notable de su desarrollo.
Impacto en la sociedad del	El objetivo fue describir	Las principales causas de	Se seleccionaron 12 fincas en las	La capacitación constante de los

desarrollo del proyecto integrado del cultivo de vainilla orgánica en sistemas agroforestales, y su vinculación al sector agroalimentario (Paniagua Vásquez & Azofeifa, 2016).	importancia de la evolución del proyecto de vainilla orgánica en SAF como mecanismo de cambio en la sociedad y el sector agroalimentario.	problema son la deforestación, colectas excesivas de material para el establecimiento de nuevas plantaciones y a inadecuados manejos del cultivo	cuales se cultivaron 250 plantas procedentes del cultivo in vitro con. También se brindar una capacitación de las distintas variables del cultivo.	productores generando un impacto socioeconómico. Por el tiempo transcurrido de 9 años ejecución justificaron el rescate y conservación del germoplasma, generando modelos productivos basados en la agricultura orgánica, entre otros como la formación y legalización de la Asociación de Vainilleros Unidos de Costa Rica (APROVAINILLA)
Especies Priorizadas para la Conservación en la Región Orinoquia Colombiana (Caballero, <i>et al.</i> , 2013).	Como objetivo principal es priorizar a las especies de la región Orinoquia para su conservación y monitoreo.	El tráfico ilegal o legal de flora en la Orinoquia que contribuye a aumentar el peligro de extinción como la expansión de las fronteras agrícolas y la intervención de ecosistemas que es el fenómeno causante de la disminución y desaparición de especies en la Orinoquia.	La priorización de plantas para el desarrollo de estrategias de investigación y monitoreo, se priorizaron 73 especies de la Orinoquia.	A partir de la priorización de especies que se realizó se determina que los factores antrópicos que inhiben la instancia de material vegetal llevándolo a estar en peligro.
Estudio de Viabilidad económica de Vainilla ( <i>Vanilla phaeantha Rchb. F</i> ) para el departamento del Meta (Camacho & Reyes, 2021)	Establecer la viabilidad económica de la especie vainilla ( <i>Vanilla phaeantha Rchb F</i> ), como alternativa de producción agroecológica en el departamento del Meta, que sirva como herramienta de reconversión social a mujeres madres cabezas de familia víctimas del conflicto armado.	Sobre las mujeres que son víctimas de conflicto armado no se habla mucho, pero por medio de esta investigación se desea buscar una alternativa económica para suplir las necesidades de estas mujeres y se tienen como interrogante si la producción de vainilla ( <i>Vanilla phaeantha Rchb F.</i> ) puede ser una alternativa de producción económica para ser implementada en el	Se desea implementar la Vainilla ( <i>Vanilla phaeantha Rchb F</i> ) como una actividad económica, donde las mujeres desplazadas por el conflicto armado vean este cultivo como una alternativa económica donde la puedo explotar en el ámbito económico, pero teniendo en cuenta el mercado nacional e internacional donde establece el	Después de realizar la investigación oportuna nos arrojó que la Vainilla ( <i>Vanilla phaeantha Rchb F</i> ) si es alternativa con viabilidad económica, debido a sido muy pedida a nivel nacional e internacional por sus propiedades y los diferentes usos que se le pueden llegar a dar, como lo son en industria farmacéutica, gastronómica, perfumería y cosmética.

---

departamento Meta.	del	precio, la estrategia de venta y determinar los gastos y las condiciones para la comercialización del producto.
-----------------------	-----	--

---

## 2.7 Marco legal

### 2.7.1 Marco normativo ambiental en Colombia

La tabla 3 presenta un resumen general del desarrollo de las normativas en Colombia para la protección del medio ambiente y con ello la protección de especies de importancia ambiental, económica, ecológica, histórica y cultural.

**Tabla 3: Marco normativo ambiental en Colombia**

<b>NORMA</b>	<b>OBJETO DE PROTECCIÓN</b>	<b>OBJETO</b>
Ley Segunda de 1959	La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)	UICN, creada en 1948 con el fin de “influcidar, alentar y ayudar a los pueblos de todo el mundo a conservar la integridad y la diversidad de la naturaleza, y asegurar que todo uso de los recursos naturales sea equitativo y ecológicamente sustentable”
Ley 2811 de 1974	Protección del Medio Ambiente	Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente Señala que la preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social; y establece que se deberán tomar las medidas necesarias para conservar o evitar la desaparición de especies o individuos de la flora que por razones de orden biológico, genético, estético, socioeconómico o cultural deban perdurar.
Ley 45 de 1983	Patrimonio Mundial Cultural y Natural	Por la cual se aprueba la “Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural”, hecho en París el 23 de noviembre de 1972 y se autoriza al Gobierno Nacional para adherir al mismo.

---

Ley 99 de 1993	Creación del Ministerio Del Medio Ambiente	Ley Nacional General Ambiental de Colombia, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Ley 164 de 1994	Cambio climático	Por medio de la cual se aprueba la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992.

Fuente: Ministerio De Medio Ambiente

A continuación, se presenta la normativa que rigen los procesos de conservación y preservación de especies de interés ambiental, económica, ecológica, ornamental, gastronómico, farmacéutico, histórica y cultural en Colombia (Tabla 4).

### 2.7.2 Marco normativo de protección de especies amenazadas en Colombia

**Tabla 4: Marco normativo de protección de especies amenazadas en Colombia**

<b>NORMA</b>	<b>OBJETO DE PROTECCIÓN</b>	<b>OBJETO</b>
Resolución 213 de 1977.	Especies protegidas.	el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables-INDERENA, estableció la protección especial de las orquídeas, entre otras especies, a través de la veda en todo el territorio nacional del aprovechamiento, transporte y comercialización.
Ley 17 de 1981.	Especies protegidas.	Que a nivel internacional las orquídeas silvestres se encuentran protegidas por la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES)
Ley 17 de 1981 Resolución 956 del 19 de mayo de 2010.	Reconociendo que la fauna y la flora silvestres, en sus numerosas, bellas y variadas formas constituyen un elemento irremplazable de los sistemas naturales de la tierra, tienen que ser protegidas para esta generación y las venideras.	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.
ley 165 de 1994.	conservación de especies amenazadas.	Promueve la conservación in situ señalando que se debe recuperar

		<p>las especies amenazadas y establecer y mantener la legislación y reglamentación necesaria para la protección de especies y poblaciones amenazadas. En relación con la conservación ex situ dispone que cada Parte adoptará las medidas destinadas a la recuperación y rehabilitación de las especies amenazadas y a la reintroducción de éstas en sus hábitats naturales en condiciones apropiadas.</p>
<p>Resolución 0584 de 2002.</p>	<p>Especies vegetales en peligro crítico.</p>	<p>En la cual se declararon las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional, declaración que se fundamentó en la información consignada en la serie "Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia". Dicha resolución fue modificada por esta entidad a través de la Resolución 0572 de 2005, con el objeto de adicionar especies al listado de especies silvestres amenazadas.</p>
<p>Resolución 383 del 23 de febrero de 2010.</p>	<p>Especies vegetales en peligro crítico.</p>	<p>Que teniendo en cuenta los datos publicados en el Libro Rojo de Orquídeas, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, mediante Resolución 383 del 23 de febrero de 2010, declaró las especies que se encuentran amenazadas en el territorio nacional, dentro de las cuales se incluyeron en el listado 207 especies de orquídeas, de las cuales; 6 especies se encuentran En Peligro Crítico, 64 especies En Peligro, 137 especies están es categoría de Vulnerables, 56 especies Casi Amenazadas, otras 56 especies en Preocupación Menor y 56 especies con Datos Insuficientes.</p>

### 2.7.3 Marco normativo nacional e internacional las orquídeas silvestres

En el plano nacional e internacional las orquídeas silvestres se encuentran protegidas con la normatividad vigente respecto a vedas, especímenes, productos forestales y de flora silvestre; como se muestra a continuación en la tabla 5.

**Tabla 5: Marco normativo nacional e internacional las orquídeas silvestres**

<b>NORMA</b>	<b>OBJETO DE PROTECCIÓN</b>	<b>OBJETO</b>
Resolución 0213 de 1977	Musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, así como lama, capote y broza y demás especies y productos herbáceos o leñosos como arbolitos, cortezas y ramajes que constituyen parte de los hábitats de tales especies.	Veda en todo el territorio nacional el aprovechamiento, transporte y comercialización de las especies, y las declara plantas y productos protegidos. Se exceptúan de la veda los arbustos, arbolitos, cortezas, ramajes y demás productos de los cultivos de flores y de plantas explotadas comúnmente como ornamentales, procedentes de plantaciones artificiales en tierras de propiedad privada.
Resolución 0801 de 1977	Helecho macho, Palma boba o Palma de helecho (Familias: Cyatheaceae y Dicksoniaceae; géneros Dicksonia, Cnemidaria, Cyatheaceae, Nephelea, Sphaeropteris y Trichipteris).	Veda de manera permanente en todo el territorio nacional, el aprovechamiento, comercialización y movilización de la especie y sus productos, y la declara planta protegida
Ley 1333 del 2009	Prohíbe atentar contra los recursos naturales que estén en una categoría en peligro de extinción.	Artículo 7, con sus numerales 6 y 11, donde se declara que está prohibido: “atentar contra aquellos recursos naturales declarados en alguna categoría de amenaza o en peligro de extinción, o sobre los cuales existe veda, restricción o prohibición”. En dicha Ley se define el concepto de especie amenazada como “aquella que ha sido declarada como tal por los tratados o los convenios internacionales aprobados y ratificados por Colombia o que haya sido declarada en alguna categoría de amenaza por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial”.

Fuente: ministerio del medio ambiente/dirección general de ecosistemas.

## CAPÍTULO III

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 Ubicación geográfica del área de estudio

Para el desarrollo del objetivo número uno, que corresponde a la identificación del género *Vanilla*, en estado silvestre, se realiza observación de reconocimiento en dos transectos en la vereda Lourdes del municipio de Villavicencio, a partir de información aportada por la comunidad respecto a la presencia de especímenes con características similares a la *Vanilla*.

La vereda Lourdes, hace parte del corregimiento 6 del municipio de Villavicencio, estando conformada por 160 personas entre hombres, mujeres, niños y personas de la tercera edad y cuya actividad comercial se centra en la producción agrícola, ganadera y avícola, además del desarrollo presentado en los últimos años en turismo. La vereda posee un relieve quebrado, que va desde los 650 hasta los 950 msnm, con pendientes pronunciadas, susceptibles a la erosión por la intervención antropomorfa realizada, con una precipitación anual aproximada de 4000 mm y una temperatura promedio de 28°C (grados centígrados), según datos de IDEAM, 2023 (Figura 1)

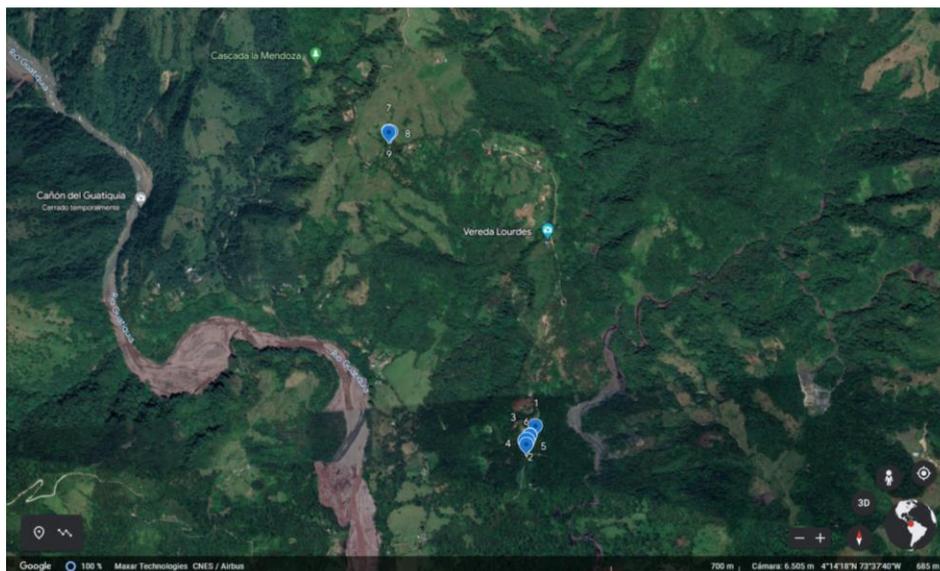


Figura 1: Ubicación puntos de muestreo

El otro espacio geográfico en donde se desarrollaron los objetivos 2 y 3, correspondió a las instalaciones de la granja agroecológica UNIMINUTO, la cual está ubicada, en la vereda Barcelona del municipio de Villavicencio, entre los  $4^{\circ} 04' 07''$  N de latitud y  $73^{\circ} 35' 05''$  W de longitud, a 387 msnm y contando con una precipitación anual de 3.000 a 4.000 mm, una temperatura promedio entre  $23^{\circ}\text{C}$  a  $30^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa de 76% a 85% (figura 2). Según la herramienta VIAM de CORMACARENA, la granja agroecológica se encuentra ubicada en un sector de uso agropecuario ecoeficiente, zonas forestales productoras, siendo apta para la agricultura y ganadería sustentable.

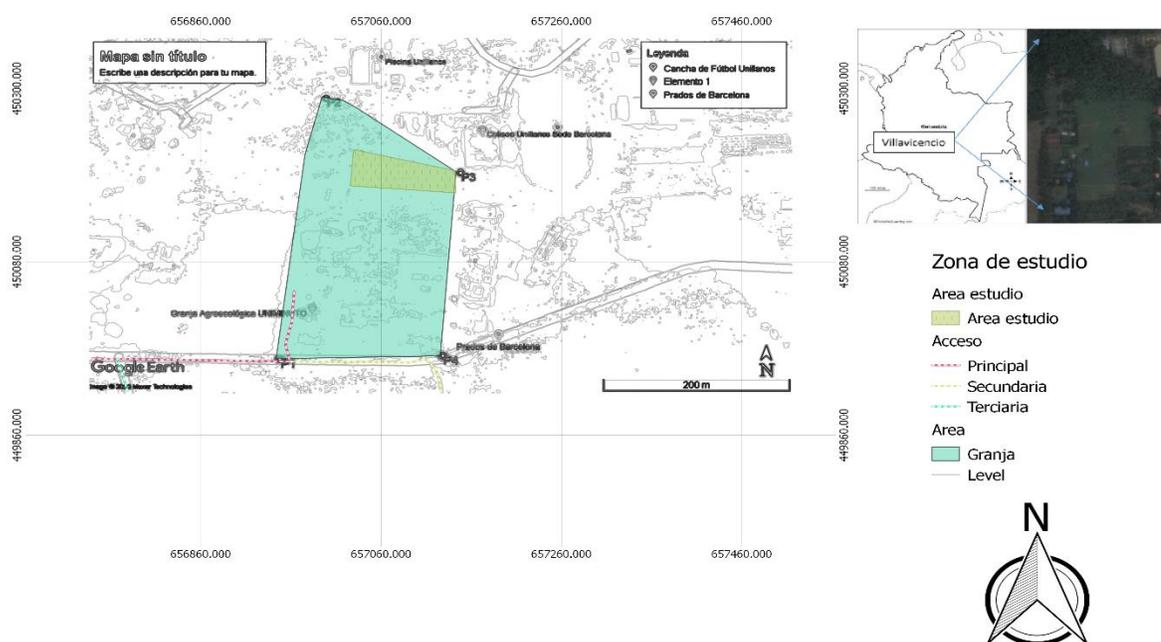


Figura 2: Ubicación área de estudio granja agroecológica UNIMINUTO.

## 3.2 Materiales y Métodos

### 3.2.1 Identificación espécimen silvestre

Para determinar la presencia e identificación del género *Vanilla* en la vereda Lourdes del municipio de Villavicencio, se partió de la información brindada por los lugareños, quienes reportaron no solo olor a vainilla en determinada época del año, sino además la presencia de especímenes vegetales con características similares a los de la familia Orchidaceae, en un

fragmento de sotobosque cerca de una vivienda y en un área aledaña a un suceso de remoción en masa sobre la vía de la vereda.

A partir de lo anterior, desde enero del 2022 hasta el mes de marzo del 2023, a través del enfoque cualitativo, se realiza observación de campo, utilizando el diseño de muestreo aleatorio simple por medio de dos transectos en un área de 167 metros cuadrados para el primero y de 1.119 metros cuadrados para el segundo, dentro de la zona reportada por la comunidad, según lo sugiere Bolfor, *et al.* (2000).

La colecta del material vegetal, se realiza atendiendo las indicaciones del Herbario Llanos de la Universidad de los Llanos, lugar donde se destina la custodia de este espécimen, en atención a lo indicado en el concepto técnico #04793 que se deriva de la resolución número 0870 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, por la cual se otorga permiso para la recolección de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación a la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Se aclara que, por disponibilidad de material vegetal, fueron prensados cuatro muestras (esquejes) de 60 cm de largo cada uno, y entregados al herbario, sin preservante alguno, a los 15 días de su recolección. Una vez identificada la especie y recopilado el material vegetal, cada dos meses se verifica el desarrollo fisiológico de los especímenes donantes del material.

### **3.2.2 Porcentaje de Prendimiento y efecto de la aplicación de dos fertilizantes foliares**

La investigación para el desarrollo de estos objetivos, es de enfoque cuantitativo y tipo experimental, toda vez que se evalúa la incidencia del uso de dos tipos de fertilizantes foliares en el prendimiento y crecimiento de un espécimen silvestre de *Vanilla sp* asociada a cultivo agroecológico compuesto por naranja valencia (*Citrus sinensis*), lima acida Tahití (*Citrus x latifolia*) y mandarina arrayana (*Citrus reticulata B*), razón por lo cual se establecen dos tratamientos (Fertilizante Orgánico y Fertilizante Comercial) comparado con un tratamiento testigo, correspondiente a plantas no fertilizadas en su periodo de cultivo. Cada tratamiento contó con 28 repeticiones.

#### **3.2.2.1 Preparación del umbráculo**

Para lo anterior, se recolectaron de las plantas madre, esquejes de 10 a 15 cm de longitud, asegurando de dos a tres entrenudos por cada uno, dejando a temperatura ambiente y con baja

luminosidad durante dos días, con el fin de permitir la cicatrización del corte. Para el proceso de prendimiento, se acondicionó un umbráculo de 24 m<sup>2</sup>, con una reducción del 50% de la intensidad lumínica, según lo recomendado por (Espinoza, 2014), considerando que la *Vanilla* requiere un óptimo de luz entre los 10.8 a 32.3 lumen/m<sup>2</sup>. Igualmente, se consideró la ubicación del umbráculo de norte a sur frente a la rotación solar, con el fin de mantener condiciones de humedad relativa óptimas (80%) (Espinoza, 2014).

En cuanto al sustrato a utilizar para el establecimiento de esquejes, éste se preparó a partir de suelo de bosque recolectado en la zona donde se colectó el material vegetal con hojarasca y sustrato comercial para orquídeas, en proporción de 60% de suelo, 20% de hojarasca y 20% de sustrato comercial, llenando bolsas de polipropileno recuperado de un kilogramo de capacidad (Tabla 6).

**Tabla 6: Composición de sustrato artesanal para orquídeas**

Mezcla	Proporción
Mantillo de bosque, hojarasca, sustrato comercial.	6: 2: 2

Los esquejes fueron sembrados, uno por bolsa, a una profundidad de 5 cm, previa desinfección por inmersión con una solución al 10% de Microorganismos Eficientes (EM). El material vegetal fue dejado en prendimiento por 72 días, mientras se preparaba el sitio definitivo en el cultivo tutor, realizando labores culturales y de riego dependiendo de las necesidades de los esquejes. Como complemento nutricional fue aplicada solución de té de cáscara de banano diluido en agua con periodicidad quincenal, utilizando para ello el método de aspersión foliar (Apaza, 2022). El 100% del material vegetal desarrolló raíces y primordios foliares.

### 3.2.2.2 Asociación con cítricos

Después del proceso de propagación y adaptación de esquejes en el umbráculo, se procedió a trasplantar los esquejes de *Vanilla sp* al cultivo agroecológico de cítricos. Para este proceso, el sustrato utilizado para el establecimiento se preparó a partir de suelo de bosque recolectado en la zona donde se colectó el material vegetal con hojarasca, material orgánico de una paca biodigestora

y sustrato comercial para orquídeas, los cuales se mezclaron en proporción de 20% de suelo, 30% de hojarasca, 30% de paca biodigestora, 20% de sustrato comercial (Tabla 7).

**Tabla 7: Composición de sustrato artesanal para trasplante de orquídeas a campo**

Composición de sustrato artesanal para orquídeas	
Mezcla	Proporción
Mantillo de bosque, paca biodigestora, hojarasca, sustrato comercial.	2: 3: 3: 2

Para la siembra, se realizaron orificios en el suelo de 25 cm<sup>3</sup> cerca a los árboles de cítricos que actúan como tutores, en estos puntos se aplicó el sustrato elaborado y se sembraron los esquejes enraizados de *Vanilla sp* a una distancia de 10 cm del tallo del forófito, colocando como tutor fibra sintética, con el fin de inducir a la especie a adherirse a los árboles de cítricos para su sustento. En general fueron sembradas de 3 - 2 esquejes por cada árbol de cítrico. Posteriormente se delimitó para evitar daños mecánicos en los esquejes de *Vanilla* cuando se realizaban las labores culturales y de cosecha de los cítricos que actuaron como tutor. Se aclara que no se logró el registro de datos climáticos del cultivo debido a la disponibilidad de los elementos de medición.

Una vez establecido el cultivo de *Vanilla*, se procede a definir el plan de fertilización correspondiente a cinco aplicaciones con dos fuentes de fertilizante foliar (orgánico y comercial), en un lapso de 15 días de distancia entre ellas; con el fin de evaluar el efecto sobre la fisiología de las plantas bajo las siguientes hipótesis:

H1: Fertilizante comercial tiene un efecto mayor que el orgánico influyendo en la respuesta fisiológica de *Vanilla sp*.

H2: Fertilizante orgánico tiene un efecto mayor que el comercial influyendo en la respuesta fisiológica de *Vanilla sp*.

H0: Fertilizante comercial y el orgánico no influyen en la respuesta fisiológica de *Vanilla sp*.

### 3.2.2.3 Variables

En este trabajo se evaluaron variables independientes y dependientes para evidenciar el efecto de los fertilizantes en el crecimiento de las plantas de *Vanilla sp*, a continuación, en la tabla 8 se describe las variables e indicadores.

**Tabla 8: Variables, indicadores y unidad de medida**

<b>Variables</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>Variables independientes</b> Factores involucrados en la nutrición de la orquídea	Fertilización	Dosis	ml/L
<b>Variables dependientes</b> Respuesta fisiológica de la orquídea en todo el proceso de crecimiento	Crecimiento	Longitud Raíces Número Hojas	milímetros Número Número

*Fuente: los autores, 2022*

### 3.2.2.4 Población y muestra

#### 3.2.2.4.1 Población

Se trabajó con tres unidades experimentales cada una con 28 repeticiones para un total de 84 plantas de *Vanilla* en todo el experimento.

#### 3.2.2.4.2 Muestra

Por tratarse de un estudio de tipo experimental, para la medición de las variables seleccionadas (longitud radicular y número de hojas) se utilizó todas las plantas que conforman la unidad experimental para un total de muestreo de 84 plantas. Estas mediciones fueron realizadas antes de la aplicación de las dosis de los tratamientos establecidas cada quince días.

Para la medición radicular, con una reglilla milimétrica, se tomó el registro de longitud expresado en milímetros al 100% de las raíces adventicias en cada planta e igualmente se realiza el conteo del número de hojas por cada planta. Los datos son sistematizados y presentados como promedio

### 3.2.3 *Diseño experimental*

El diseño experimental correspondió a un diseño completamente aleatorio, en donde a tres tratamientos (Con fertilizante orgánico, Con fertilizante comercial y No aplicación de fertilizante) con 28 plantas asignadas al azar, se les realizó cinco aplicaciones quincenales en dosis definidas en la tabla 9.

**Tabla 9. Diagrama de tratamientos y dosificación**

Diagrama de tratamientos y dosis	
Tratamientos	Dosificación
T0	10 L/ H <sub>2</sub> O
T1	500 ml/L fertilizante orgánico
T2	100 ml/l fertilizante comercial

Fuente: Autoría propia

Estas dosificaciones se establecieron respecto a los estándares de aplicación manejadas comercialmente, por ende, la dilución de estas mismas. El método de dosificación es el siguiente.

T0 testigo. No se realizaron aplicaciones de fertilizante.

T1 500 ml/L. En 10 L de agua se diluyó 500 ml del purín orgánico (composición a base de plantas cola de caballo, *Equisetum arvense L* y Moringa, *Moringa oleífera*)

T2 100 ml/L. En 10 L de agua se diluyó 100 ml de insumo comercial (florecer orquídeas de 500 ml marca Confiabonos)

Las diluciones se mantuvieron en el transcurso del tiempo, por cuanto el purín orgánico continuo en su proceso de maduración, ajustando así mismo sus componentes nutritivos. Estas aplicaciones se realizaron cada 15 días de acuerdo con el cronograma planteado.

### 3.3 **Análisis estadístico**

Para analizar los efectos de los tratamientos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía tipo GLM, siendo el nivel de confianza del 95% y el criterio de significancia de  $p < 0.05$ . Identificada diferencia entre tratamientos, los datos se sometieron a prueba de Tukey para confirmar dicha diferencia. Los análisis estadísticos fueron realizados usando el programa STATGRAPHICS 19.

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados identificación del espécimen silvestre

La realización de los transectos permitió identificar en nueve puntos especímenes vegetales con similitud al género *Vainilla*, razón por la cual se realiza la colecta y preservación del material para ser entregado al herbario de destino. La tabla 10 se presentan las coordenadas geográficas y la altura sobre el nivel del mar (msnm) de estos puntos de muestreo.

**Tabla 10: Coordenadas geográficas y msnm de puntos de muestreo**

Punto de muestreo	Latitud	Longitud	Altitud
1	4°14'11''N	73°37'18''W	665 m
2	4°13'57''N	73°37'17''W	609 m
3	4°13'47''N	73°37'28''W	609 m
4	4°14'06''N	73°37'37''W	661 m
5	4°13'55''N	73°37'41''W	679 m
6	4°14'12''N	73°37'28''W	753m
7	4°15'05''N	73°37'54''W	947 m
8	4°14'50''N	73°37'42''W	929 m
9	4°14'39''N	73°37'53''W	884 m

El material vegetal fue colectado entre junio y julio del 2022, disponiendo solamente de tallos y hojas, en dicho momento. Por lo anterior, el herbario la clasifica como *Vanilla sp*, sin lograr acercamiento a la especie (Anexo 1). Soto Arenas (1999) citado por Molineros (2012) expone que, con solo material vegetal, en el género *Vanilla*, no es posible realizar una identificación taxonómica debido a su variabilidad en las características vegetativas.

Es importante destacar que para los meses de enero y febrero de 2023, en los puntos muestreados se encontraron plantas con inflorescencias, hacia las partes más elevadas del tutor, Su fotografía fue ingresada al portal Naturalista.co el cual hace referencia a que podría corresponder a *Vanilla Odorata*, la cual según Molineros (2012) pertenece al grupo de *V. panifolia* que se caracterizan por poseer flores verdosas, con un callo apical conectado con el callo penicilado en el medio del labelo por hileras de papilas y con el ápice del labelo generalmente recurvado. A este

grupo pertenece igualmente *V. appendiculata*, *V. bahiana*, *V. cristagalli*, *V. denticulata*, *V. dubia*, *V. dungsii*, *V. fimbriata*, *V. helleri*, *V. insignis*, *V. phaeantha*, *V. planifolia*, *V. ribeiroi*, *V. schwackeana*, *V. tahitiensis* and *V. uncinata*.

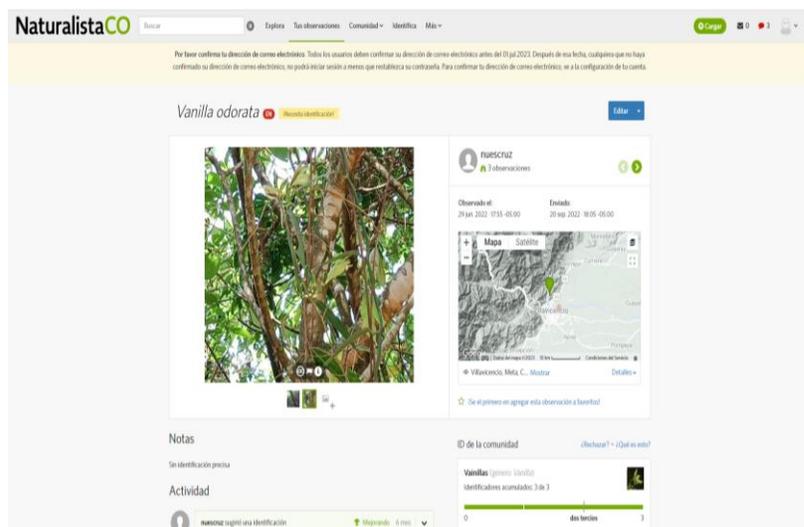


Figura 3. Reporte Naturista.co

Este hallazgo, reviste importancia ya que, según lo indicado por Flanagan, Chavarriaga & Mosquera-Espinosa (2018) esta especie reviste importancia por su potencial de cultivo y comercialización como especie aromática silvestre y por su valor, para ser usada como patrón de especies comerciales como el taxón *Vanilla x tahitiensis* (*Vanilla planifolia* y *Vanilla odorata*) por su resistencia al fusarium y presencia de características organolépticas y agronómicas favorables.



**Figura 4: Seguimiento fotográfico. Fotografía 1 y 2 estado en el mes de junio-julio 2022; Fotografía 3 y 4 Estado en enero – febrero 2023**

#### **4.2 Porcentaje de Prendimiento y efecto de la aplicación de dos fertilizantes foliares**

En el proceso de propagación y adaptación de esquejes *ex situ* de *Vanilla sp* silvestre colectada en la vereda Lourdes, se obtuvieron los siguientes resultados:

En el porcentaje de prendimiento, el experimento inicio con una totalidad de 84 ejemplares de *Vanilla sp*, presentando un porcentaje de prendimiento del 53% en los ejemplares sin aplicación de fertilizante (T0), 75% en los ejemplares que fueron fertilizados con la solución orgánica(T1) y del 85% en los ejemplares fertilizados con el producto comercial (T3). Según Díez (2015) y Santiago (2021), en un cultivo de *Vanilla*, en el proceso de trasplante puede presentar una pérdida hasta del 5% de las plantas, muy lejano a lo reportado en este experimento, aunque las mejores respuestas fueron presentadas en el tratamiento con fertilizante comercial (T2), seguido del tratamiento con fertilizante orgánico (T1). Las pérdidas fueron atribuidas a la incidencia de un verano en los meses de septiembre y octubre que generaron incrementos de temperatura y brillo solar, que provocaron estrés hídrico y afectación en la disponibilidad de nutrientes, en especial en

el tratamiento que no contó con adición de nutrientes (Tabla 11). Olivares (2010), en una investigación realizada con *Vanilla panifolia*, referencia la importancia de las condiciones para el prendimiento y desarrollo de esta especie, siendo la distribución uniforme de la sombra, un adecuado drenaje, abundante materia orgánica (pH entre 6 – 7) y la distribución de la precipitación, condiciones fundamentales para el éxito de este cultivo. De igual manera, el mismo autor indica que Sánchez y Parra en el año 1988, han recomendado el uso de esquejes mayores a un metro en esta etapa, lo cual acortaría el periodo juvenil del cultivo y por lo tanto disminuye los porcentajes de pérdida. La anterior, muy contrario a lo previsto en esta investigación, en donde además del uso de esquejes no mayores a 20 cm, las condiciones de drenaje, riego y sombra no fueron uniformes.

**Tabla 11: Promedio de prendimiento de orquídeas *Vanilla sp***

TRATAMIENTOS	# Plantas Iniciales	# Plantas finales	# Plantas muertas	% Prendimiento
T0	28	15	13	53%
T1	28	21	7	75%
T2	28	24	4	85%

En cuanto al desarrollo radicular en los diferentes tratamientos, la tabla 12 presenta la longitud alcanzada por las raíces que se desarrollan desde los entrenudos durante los diferentes tiempos de muestreo, datos presentados como promedio de la longitud en centímetros. En la prueba estadística ANOVA realizada con las mediciones obtenidas al final del ensayo, se puede observar que existe diferencia estadística entre tratamientos ya que  $p$  es mayor a 0,05 (0.006). La prueba de Tukey confirma la diferencia significativa existente entre los tres tratamientos, lo anterior indica que, bajo las condiciones dadas, el uso de fertilizantes foliares orgánicos o comerciales incide en el crecimiento radicular de *Vanilla sp.*, obteniendo en este caso mejor respuesta con el fertilizante comercial a pesar de que autores como Chiriboga, (2015) exponen las bondades del uso de purines orgánicos, como promotores de la actividad fisiológica y estimuladores del desarrollo radicular, en cuanto al aumento y fortalecimiento de la base de la raíz en la producción de Orquídeas.

**Tabla 12: Crecimiento promedio radicular (mm)**

Tratamientos	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 75
T0	6,4	8	10,7	16	32 <sup>a</sup>
T1	9,6	12	16	24	48b
T2	19,4	24,25	32,3	48,5	97c

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	2392,00478	2	1196,00239	9,90971489	0,0068386	4,45897011
Repeticiones	4395,34267	4	1098,83567	9,10462075	0,00450304	3,83785335
Error	965,519111	8	120,689889			
Total	7752,86656	14				

Datos en el día 75 con letras diferentes (a, b, c), demuestra diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), según prueba de Tukey

Los resultados obtenidos en el desarrollo foliar (número de hojas presentes), se presentan en la tabla 13, representados como en número de hojas por planta en el momento del muestreo. Ahora bien, el ANOVA realizado en el día 75, indica diferencia significativa entre tratamientos, ya que  $p$  fue mayor a 0,05 (0.0068). La prueba de Tukey confirma que, al igual que con el desarrollo radicular, existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo nuevamente el tratamiento con fertilizante comercial el que alcanzó el mejor desempeño, lo cual evidencia que probablemente la dosis o la disponibilidad de nutrientes del fertilizante orgánico no fue la indicada.

**Tabla 13: Seguimiento del desarrollo foliar por semana**

Tratamientos	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Día 75
T0	8,4	10,5	14	21	42 <sup>a</sup>
T1	12,6	15,75	21	31,5	63b
T2	25,2	31,5	42	63	126c

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	3985,28433	2	1992,64217	9,90971489	0,0068386	4,45897011
Repeticiones	7486,35067	4	1871,58767	9,30769231	0,00420084	3,83785335
Error	1608,63733	8	201,079667			
Total	13080,2723	14				

Datos en el día 75 con letras diferentes (a, b, c), demuestra diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), según prueba de Tukey

Es importante indicar que, en términos de ecoeficiencia fisiológica, en un estudio realizado por Díez (2015) con la especie *Vanilla panifolia*, determinó requerimientos de iluminación intermedia para su eficiencia fotosintética, al ser una planta CAM (Metabolismo Ácido de las Crasuláceas), su metabolismo se ve afectado ante periodos prolongados de sequía, a pesar de que responde rápidamente al mejoramiento de esta condición, y que la fertilización química y el uso de microorganismos benéficos favorecen su crecimiento vegetativo siendo altamente sensible al tipo de sustrato de crecimiento. Lo anterior, sumado al tamaño del esqueje utilizado en esta investigación, podría justificar los resultados obtenidos en esta investigación, en donde la distribución de la sombra no fue uniforme en todas las plantas y se presentaron periodos de sequía.

Ahora bien, respecto al tipo de fertilizante, los resultados muestran que las plantas de *Vanilla odorata*, fueron afectadas positivamente con la aplicación foliar de fertilizante con diferencias estadísticas significativas, siendo el compuesto comercial el que generó mayor crecimiento en raíces y número de hojas, lo cual se podría atribuir al balance en el aporte de elementos mayores (N 0,3%, P 2% y K 0,3%) y menores (Fe 0.09%, Ca 0.05%, Zn 0.08%, S 0.01%, B 0.06%, Mg 0.05% y otros microelementos 0.06%) según lo reporta la casa comercial en el productos utilizado. En el caso del purín, elaborado con el extracto vegetal de *Moringa oleífera* y *Equisetum arvense*, esta investigación no cuenta con el análisis de laboratorio en donde se identifique el contenido de nutrientes aportados para realizar comparación frente al fertilizante comercial, sin embargo, se encuentran referentes que exponen la importancia de estas dos especies en producción agroecológica, tal y como lo expresan Gutiérrez y colaboradores (2021), quienes indican que el extracto de hoja de moringa (*Moringa oleífera*), además de contribuir al crecimiento de las plantas por su aporte nutricional, es un repelente de plagas y enfermedades. Igualmente, Lawal, *et al.*, (2021) reporta un contenido de N 1.645%, P 0.10% y K 1.93% para *Moringa oleífera*. Referente a Cola de Caballo (*Equisetum arvense L*) en purín, se le atribuye además del fortalecimiento de los tejidos celulares de las plantas, previniendo enfermedades generadas por hongos, el estímulo del crecimiento y su actuación como fertilizante y bioestimulante al ser utilizado en el suelo (Arango Giraldo, 2020).

Ahora bien, analizando los resultados obtenidos, en donde el desempeño del fertilizante orgánico fue menor, podríamos inferir que haya sido afectado por el contenido y disponibilidad de nutrientes, además del aporte de microorganismos benéficos, lo cual pudo estar generado por

el almacenamiento al que fue expuesta la solución y por las condiciones ambientales del cultivo, tales como temperatura (23 a 30°C) y humedad (76 -85%), generadas por la ubicación geográfica en que se encuentra; condiciones diferentes a las encontradas en la zona boscosa de la vereda Lourdes. Igualmente, es importante resaltar que, Osorio (2012) indica como el sustrato orgánico (fibra de coco, chip de madera) utilizado en el cultivo de *Vanilla*, es más importante para el estado nutricional y crecimiento de la planta, que la fertilización misma; ya que factores como la porosidad, aireación y contenido hídrico, permiten un mayor crecimiento de las raíces en el suelo, favoreciendo el aprovechamiento de la concentración de Fe en el sustrato, el cual tiene una mayor influencia en la absorción de P por esta especie y por ende en su crecimiento.

## CONCLUSIONES

- Se identifica la presencia probable de *Vanilla odorata* en la vereda Lourdes del municipio de Villavicencio, siendo una especie con potencial de cultivo y comercialización por sus características organolépticas y agronómicas manejada como especie silvestre o como patrón de un híbrido. Lo anterior, expone su favorabilidad en procesos de conservación ex situ, circa situ e in situ.
- En esta especie se identifica una alta capacidad para la propagación vegetativa, lo que facilitaría procesos de multiplicación de material vegetal, que se podría potencializar con el uso de soluciones que favorezcan el crecimiento de la raíz y la mejora de los niveles de absorción de nutrientes y agua.
- En el proceso de propagación ex situ de la *Vanilla*, se evidencia la necesidad de realizar procesos de adaptación a las nuevas condiciones agroambientales, y el uso de esqueje de mayor longitud, para favorecer la formación de rizogénesis y brotes y de acortar la etapa de crecimiento vegetativo, de tal manera que al llevar al sitio definitivo los porcentajes de prendimiento no sobrepasen los límites económicos esperados (95%). En las condiciones de la Granja UNIMINUTO, los porcentajes de prendimiento fueron del 53% para el tratamiento sin aplicación de fertilizante (T0), del 75% en los ejemplares que fueron fertilizados con la solución orgánica(T1) y del 85% en los ejemplares fertilizados con el producto comercial (T3), generados posiblemente por las condiciones de suelo y clima.
- En cuanto a la incidencia de los fertilizantes foliares, en este ensayo, la *Vanilla sp* responde mejor al uso de fertilización comercial ( $P>0.05$ ) en cuanto a crecimiento radicular (T2: 97 mm) y número de hojas (T2: 126). Sin embargo, el fertilizante orgánico, también presentó diferencias significativas ( $P>0.05$ ) en crecimiento radicular (T1: 48 mm) y número de hojas (T1: 63) frente al tratamiento que no obtuvo fertilización.
- Otras investigaciones reportan mayor importancia a la sombra, el drenaje y al tipo de sustrato para la respuesta fisiológica de *Vanilla planifolia* que a la fertilización misma. Por lo anterior, se hace necesario evaluar este tipo de variables, que permitan una mejor respuesta en el crecimiento de la planta de *Vanilla odorata*.

## RECOMENDACIONES

- Establecer banco de germoplasma in situ o circa situ que favorezca la conservación y aprovechamiento de esta especie por la comunidad del corregimiento 6 de Villavicencio.
- Continuar con el monitoreo de los especímenes identificados en campo, con el fin de recopilar la información necesaria que permita establecer un plan de manejo de esta especie.
- El material dispuesto en asociación con el cultivo de cítricos en la Granja UNIMINUTO requiere de monitoreo y ejecución de labores agronómicas que permitan un desarrollo favorable, siendo incluida en la planificación de la producción agrícola de la finca.
- Se requiere contar con herramientas y equipos portables que permitan el monitoreo constante de las condiciones ambientales en los cultivos establecidos, lo cual ofrecerá información necesaria para la correlación con los resultados obtenidos.
- Es necesario que en próximas investigaciones se cuente con el recurso o los medios necesarios que permita identificar los contenidos de elementos de las soluciones de fertilizantes orgánicos experimentales (Análisis bromatológico), permitiendo con ello, la identificación del aporte nutricional a evaluar.

## REFERENCIAS

Abutaha, M. M., El-Khouly, A. A., Jürgens, N. y Oldeland, J. (2021). Mapeo predictivo de la diversidad vegetal en un entorno árido de montaña (Gebel Elba, Egipto). *Ciencia aplicada de la vegetación*, 24(2), e12582. [Predictive mapping of plant diversity in an arid mountain environment \(Gebel Elba, Egypt\) - Abutaha - 2021 - Applied Vegetation Science - Wiley Online Library](#)

Aguirre-Medina, J. F. (2011). GERMINACIÓN DE SEMILLA Y OBTENCIÓN DE PLÁNTULAS DE *Vanilla planifolia* Andrews EN CONDICIONES in vitro. *Agro Productividad*, 4(2). <https://mail.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/574>

Alatorre, C. F. (2002). Estudio morfo génico e histológico del híbrido *Vanilla planifolia*, *Vanilla pompona* Schiede obtenido in vitro. Tesis. Bach. Agr. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 86 p.

Alomía Aguirre, Y. (2014). *Hongos micorrízicos en Vanilla sp. (Orchidaceae) y su potencial para la germinación de semillas*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21630>

Alvarado, V., Bermúdez, T., Romero, M., & Piedra, L. (2014). Plantas nativas para el control de la erosión en taludes de ríos urbanos. *Spanish Journal of Soil Science: SJSS*, 4(1), 99-111.

Álvarez-López, Claudia, Osorio-Vega, Walter, Díez-Gómez, María Claudia, & Marín-Montoya, Mauricio. (2014). Caracterización bioquímica de microorganismos rizosféricos de plantas de vainilla con potencial como biofertilizantes. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 226-241. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-13212014000200002&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212014000200002&lng=en&tlng=es).

Alves Do Nascimento, T., Da, M., Furtado, S. C., Pereira, W. C., Fajardo, F., Antolin Barberena, V., Fajardo Villela, F., & Barberena, A. (2019). *Vanilla bahiana* Hoehne (Orchidaceae): studies on fruit development and new perspectives into crop improvement for the *Vanilla planifolia* group. *Biota Neotropica*, 19(3), 20180696. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0696>

Apaza Calle, M. A. (2022) Efecto de las frecuencias de aplicación del té de cáscara de plátano en dos densidades de siembra en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) en la Estación Experimental Patacamaya (Doctoral dissertation). <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/29731>

Arango Giraldo, A. M. (2020) Identificación de plantas bioactivas de uso tradicional por los campesinos del municipio de Pensilvania caldas con potencial para desarrollar bioinsumos. En:

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/35788/Amarangogi.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Arango, D. A., & Moreno, F. (2011). Desarrollo inicial de la vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews, Orchidaceae) bajo diferentes usos de la tierra y condiciones climáticas en Colombia. In Congreso Forestal Latinoamericano (pp. 1-17). Lima, Perú: Cámara Nacional Forestal.  
[http://www.cnf.org.pe/secretaria\\_conflat/memorias/DOCUMENTO%20MESAS/MESA%204/Diego%20Andres%20Arango.pdf](http://www.cnf.org.pe/secretaria_conflat/memorias/DOCUMENTO%20MESAS/MESA%204/Diego%20Andres%20Arango.pdf)

Baca, A. R., Cabrera, R. R., Muñoz, S. A. G., Ramírez, F. J. P., & Nathan, L. C. A. (2021). Nutrición de *Vanilla planifolia* A. post estrés abiótico. *Revista Biológico-Agropecuaria* Tuxpan, 9(1), 142–152.  
<https://revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/347/383>

Barrera-Rodríguez, A. I., Herrera-Cabrera, B. E., Jaramillo-Villanueva, J. L., Escobedo-Garrido, J. S., & Bustamante-González, Á. (2009). Caracterización de los sistemas de producción de vainilla (*Vanilla planifolia* A.) bajo naranjo y en malla sombra en el Totonacapan. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(2), 199-212.  
<https://www.redalyc.org/pdf/939/93912989008.pdf>

Bautista Santiago, J. (2014). Caracterización de la polinización y fitosanidad en tres sistemas de cultivo de vainilla, en Papantla y Coatzintla, Veracruz.  
<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/42609/BautistaSantiagoJuan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BOLFOR; Mostacedo, Bonifacio; Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia. En  
<http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>

Caballero, M. G., González, M., Pérez, K., Miranda, L. M., Lima, F. A. C., Peña, R. G., ... & Castillo, S. M. E. (2013). Especies Priorizadas para la Conservación en la Región Orinoquia Colombiana.  
[https://ipt.biodiversidad.co/biota/rtf.do?r=ad\\_2014\\_001&v=1.0](https://ipt.biodiversidad.co/biota/rtf.do?r=ad_2014_001&v=1.0)

Camacho León, C. P., & Reyes Umaña, L. A. (2021). *Estudio de Viabilidad económica de Vainilla (Vanilla phaeantha Rchb. F) para el departamento del Meta* (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).  
<https://hdl.handle.net/10656/12944>

Castelán-Culebro, S., Silva-Rivera, Velázquez-Rosas, N. (2021). Caxi Xánath: recurso biocultural para recuperar el Totonacapan. *El jarocho cuántico*.  
<https://www.uv.mx/citro/files/2021/01/Jarocho-16-Vainillapdf.pdf>

Castro Hurtado, K. E., & Robles Pinta, S. Y. (2020). Evaluación de la eficacia de dos enraizadores y dos sustratos en propagación de esquejes de vainilla (*Vanilla sp*) bajo invernadero, en la Parroquia El Triunfo (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica). [T.AGROP.B.UEA.1132.pdf](https://repositorio.uea.edu.ec/handle/document/1132)

Cervantes Castillo, A., Lima Morales, M., Delgado Alvarado, A., Herrera Cabrera, B. E., Arévalo Galarza, G. A., Soto Hernández, R. M., ... & Arévalo Galarza, M. (2018).

Calidad de frutos vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) procedente de la Huasteca Potosina, México. *Nova scientia*, 10(21), 360-378.

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-07052018000200360&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-07052018000200360&script=sci_arttext)

Chambers, A., Moon, P., de Verlands Edmond, V., Bassil, E., & Valdes, D. (2019). Cultivo de vainilla en el sur de Florida: HS1350, 11/2019. *EDIS*, 2019(6), 8-8. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS135000.pdf>

Chiriboga, H., Gómez, G., Andersen, J., Competitividad, P. I., de Cadenas Agrícolas, S., Productividad, P. I., ... & de Sanidad Agropecuaria, P. H. (2015). Manual Abono orgánico sólido (compost) y líquido (biol) bioinsumo para mejorar las propiedades fisicoquímicas de los suelos. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/2648>

Coronel Rodríguez, M., & Gómez Curiel, O. (2018). Utilización de productos con denominación de origen del sur sureste de México. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/1945>

Damirón-Velázquez, R. (2004). La vainilla y su cultivo. *Dirección General de Agricultura y Fitosanitaria. Gobierno del Estado de Veracruz. S/p.*

De la Cruz, W., Brito, J. D., & Viruliche, L. D. (2014). Evaluación del efecto de cinco sustratos y una dosis de Ácido  $\alpha$ . Naftalen-acético (ANA) en la propagación de esquejes de vainilla (*Vanilla sp*). *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 3(3), 198-220. [Evaluación del efecto de cinco sustratos y una dosis de Ácido  \$\alpha\$ . Naftalen-acético \(ANA\) en la propagación de esquejes de vainilla \(\*Vanilla sp\*\) - Dialnet \(unirioja.es\)](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5144444)

De la Peña, G., & Illsley, C. (2001). Los productos forestales no maderables: su potencial económico, social y de conservación. *Ecológica*, 27, 1-6. <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-27-numero-2/1593-sobre-los-arboles-el-mejor-lugar-para-cultivar-vainilla>

Díez Gómez, M. (2015). *Ecofisiología de la vainilla *Vanilla planifolia* Andrews. Trabajo de doctorado.* Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2015. En: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54409>

Díez Gómez, M. C. (2015). *Ecofisiología de la vainilla *Vanilla planifolia* Andrews (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).* <https://oatd.org/oatd/record?record=oai%3Awww.bdigital.unal.edu.co%3A49347>

Espinoza, J. E. (2014). *Efecto de la radiación ultravioleta de onda corta (UV-C) en la calidad fitosanitaria de la vainilla (*Vainilla tahitensis*)* (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2014). <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3144>

Flanagan, N. S., Chavarriaga, P., & Mosquera-Espinosa, A. T. (Eds.). (2018). Conservation and sustainable use of *Vanilla* crop wild relatives in Colombia. *Handbook of Vanilla science and technology*, 85-109.

Flanagan, N. S., OSPINA-CALDERÓN, N. H., AGAPITO, L. T. G., Mendoza, M., & MATEUS, H. A. (2018). A new species of *Vanilla* (Orchidaceae) from the North West

Amazon in Colombia. *Phytotaxa*, 364(3), 250-258.  
<https://www.mapress.com/pt/article/view/phytotaxa.364.3.4>

Flores Jiménez, Á., Reyes López, D., Jiménez García, D., Romero Arenas, O., Rivera Tapia, J. A., Huerta Lara, M., & Pérez Silva, A. (2017). Diversidad de *Vanilla* spp. (Orchidaceae) y sus perfiles bioclimáticos en México. *Revista de Biología Tropical*, 65(3), 975-987. [Diversidad de \*Vanilla\* spp. \(Orchidaceae\) y sus perfiles bioclimáticos en México \(redalyc.org\)](https://redalyc.org)

Fundación Pachamama y GIZ. (2021). Guía para el Manejo de la Vainilla Amazónica: Sistema Chakra. Quito, Ecuador. <https://www.pachamama.org.ec/wp-content/uploads/2021/12/guia-vainilla-amazonica-1.pdf>

Gamboa-Gaitán MA (2014) Vainillas colombianas y su microbiota. II. Diversidad, cultivo y microorganismos endófitos. *Universitas Scientiarum* 19(3): 287-300 doi: 10.11144/Javeriana.SC19-3.vcmd EN:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/unsc/v19n3/v19n3a10.pdf>

García, K. L. T. (2020). Manejo y conservación de *Vanilla planifolia* en sistemas agroforestales tradicionales de la Huasteca Potosina. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI. [DCA1TGK202001.pdf](https://www.researchgate.net/publication/354610963_Capitulo_4_Agricultura_digital_urbana_en_Colombia_ten)

García, R. A. La vainilla (2009). *REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA*, 2. <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol22num1/articulos/vainilla/index.html>

Gätjens-Boniche, O., Acuña-Matamoros, C. L., Montero-Carmona, W., Díaz, C., & Torres, S. (2018). Propagación masiva y formación de callos protocórmicos de vainilla a partir de ápices radicales. *Polibotánica*, (45), 157-180. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-27682018000100157](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682018000100157)

Gómez-García, V. a. l. e. n. t. i. n. a., & Bonilla-Leaño, J. S. (2020). Gefersoon Bravo-España. [Documento Base \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/354610963_Capitulo_4_Agricultura_digital_urbana_en_Colombia_ten)

González-Chávez, MC, Carrillo-González, R., Villegas-Monter, A., Delgado-Alvarado, A., Perea-Vélez, SY, & Herrera-Cabrera, BE (2018). USO DE VERMICOMPOST PARA LA PROPAGACIÓN DE ESTACAS DE VAINILLA (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews). *Agroproductividad*, 11(3), 22-28. <https://acortar.link/xTyrbs>

Gutiérrez, C. E. C., Guzmán, M. C. V., Mena, R. A. M., Gómez, S. P. M., Velosa, Y. A. S., Millán, Y. P., & Casadiego, Y. A. S. (2021). ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA URBANA PERIURBANA Y SU CONTRIBUCIÓN EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE COLOMBIA. *Libros Universidad Nacional Abierta ya Distancia*, 1-217. En:  
[https://www.researchgate.net/profile/Ramon-Mosquera-Mena/publication/354610963\\_Capitulo\\_4\\_Agricultura\\_digital\\_urbana\\_en\\_Colombia\\_ten](https://www.researchgate.net/profile/Ramon-Mosquera-Mena/publication/354610963_Capitulo_4_Agricultura_digital_urbana_en_Colombia_ten)

[dencias y desafios httpshemerotecaunadeducoindexphpbookarticleview50474860/links/614249507d081355ccef028f/Capitulo-4-Agricultura-digital-urbana-en-Colombia-tendencias-y-desafios-https-hemerotecaunadeduco-indexphp-book-article-view-5047-4860.pdf](http://hemerotecaunadeducoindexphpbookarticleview50474860/links/614249507d081355ccef028f/Capitulo-4-Agricultura-digital-urbana-en-Colombia-tendencias-y-desafios-https-hemerotecaunadeduco-indexphp-book-article-view-5047-4860.pdf)

Hernández, R. V., & Marroquín, K. E. (2008). La forestería análoga como alternativa para el desarrollo rural y la conservación ambiental: el caso de Finca Buenaventura, Pacayitas, Turrialba, Costa Rica. <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/Geografiasocioeconomica/Geografiarural/38.pdf>

IDEAM, U. (2018). La variabilidad climática y el cambio climático en Colombia. Bogotá: IDEAM. Available online at: [variabilidad 636602741696419023.pdf \(andi.com.co\)](http://variabilidad.636602741696419023.pdf(andi.com.co))

IDEAM. 2023. Cartas Climatológicas - Medias Mensuales Aeropuerto Vanguardia (Villavicencio). En: <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/villao/temperatura.htm>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2020). En Colombia, más de la mitad de sus ecosistemas se encuentran en riesgo. <http://www.humboldt.org.co/es/actualidad/item/1489-en-colombia-mas-de-la-mitad-de-sus-ecosistemas-se-encuentran-en-riesgo>

JIMÉNEZ, M. F. C., & MELÉNDEZ, N. M. (2018). *El sostén de la vainilla*. 2018-07-06-MCruz-NMartinez-El-sosten-de-la-vainilla.pdf (cicy.mx)

KelsoBucio, Henry Arturo, Reyes López, Delfino, Cruz Palacios, María Isabel, Villegas Rodríguez, Isaac, Rodríguez Morales, Beremundo, Pascual Ramírez, Fermín, Mamadou Bâ, Khalidou, Magaña Hernández, Francisco, & Huerta Gómez, Israel. (2013). Beneficiario semi-mecanizado de vainilla. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(Supl. 1). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-00542013000500005&lng=es&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542013000500005&lng=es&tlng=pt).

Lawal, O. O., Yusuf, T. M., Aliyu, O. M., Oloake, A., Subair, S. K., & Nofiu, N. B. (2021). FERTILIZANTE DE MORINGA-CÁSCARA DE PLÁTANO-TALLO DE MAÍZ Y MODELADO DEL RENDIMIENTO DE GRANOS. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24, 28. En: [https://www.researchgate.net/profile/Nofiu-Nofiu/publication/349105418\\_RESPONSE\\_OF\\_MAIZE\\_Zea\\_mays\\_L\\_VARIETIES\\_TO\\_MORINGA-BANANA\\_PEEL-MAIZE\\_STALK\\_FERTILIZER\\_AND\\_GRAIN\\_YIELD\\_MODELLING\\_RESPUESTA\\_DE\\_VARIEDADES\\_DE\\_MAIZ\\_Zea\\_mays\\_L\\_AL\\_FERTILIZANTE\\_DE\\_MORINGA-CASCARA\\_DE\\_PLATANO-/links/60204657299bf1cc26ae7625/RESPONSE-OF-MAIZE-Zea-mays-L-VARIETIES-TO-MORINGA-BANANA-PEEL-MAIZE-STALK-](https://www.researchgate.net/profile/Nofiu-Nofiu/publication/349105418_RESPONSE_OF_MAIZE_Zea_mays_L_VARIETIES_TO_MORINGA-BANANA_PEEL-MAIZE_STALK_FERTILIZER_AND_GRAIN_YIELD_MODELLING_RESPUESTA_DE_VARIEDADES_DE_MAIZ_Zea_mays_L_AL_FERTILIZANTE_DE_MORINGA-CASCARA_DE_PLATANO-/links/60204657299bf1cc26ae7625/RESPONSE-OF-MAIZE-Zea-mays-L-VARIETIES-TO-MORINGA-BANANA-PEEL-MAIZE-STALK-)

[FERTILIZER-AND-GRAIN-YIELD-MODELLING-RESPUESTA-DE-VARIEDADES-DE-MAIZ-Zea-mays-L-AL-FERTILIZANTE-DE-MORINGA-CASCARA-DE-PLATANO.pdf](#)

Lopes, E. M.; Linhares, R. G.; de Oliveira, L.; Castro, R. N.; Souza, G. H. M. F.; Koblitz, M. G. B.; Cameron, L. C.; Macedo, A. F. (2019). *Vanilla bahiana*, a contribution from the Atlantic Forest biodiversity for the production of *Vanilla*: A proteomic approach through high-definition nanoLC/MS. *Food Research International*, 120: 148-156.

Lozano-Rodríguez, M. A., Menchaca-García, R. A., Alanís-Méndez, J. L., & Pech-Canché, J. M. (2018). Cultivo in vitro de yemas axilares de *Vanilla planifolia* Andrews con diferentes citocininas. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 4(6), 1153-1165. <https://acortar.link/QpsM5s>

Luis-Rojas, S., Ramírez-Valverde, B., Díaz-Bautista, M., Pizano-Calderón, J., & Rodríguez-López, C. (2020). La producción de vainilla (*Vanilla planifolia*) en México: análisis y pronóstico. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(1), 175-187. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i1.2065>

Macas Sarango, R. R. (2019). *Propagación de vainilla Vanilla tahitensis en diferentes medios de cultivo in vitro* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil). <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39128/1/Macas%20Sarango%20Romel%20Romario.pdf>

Molineros, FH. 2012. Caracterización morfológica y filogenia del género *Vanilla* en el distrito de Buenaventura-Valle del Cauca (Colombia). Trabajo de investigación como opción de grado. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. En: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20333/7508006.2012.pdf?s>

Monnin, M. E., & Perret, J. (2013). Absorption of nutrients and growth of *Vanilla* (*Vanilla planifolia*). *Tierra Tropical: Sostenibilidad, Ambiente y Sociedad*, 9(1), 29-37. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153138905>

Nieto, P. (2010). Caracteres morfológicos de vainilla utilizados por el agricultor en la selección de material reproductivo en cuatro municipios del Tononacapán-México. *Postgrado de Estrategia para el Desarrollo Agrícola Regional. Puebla. Documento recuperado el*, 5.

Olivares Soto, H. M. (2010). *Sombra artificial y aplicación de thidiazurón en el crecimiento y fisiología de la vainilla (Vanilla planifolia Andrews)* (Master's thesis). En: [http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/252/Olivares\\_Soto\\_H\\_M\\_MC\\_Fructicultura\\_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/252/Olivares_Soto_H_M_MC_Fructicultura_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ordóñez Encalada, D. A. (2021). *Desarrollo de protocolo en la obtención de vitroplantas de Vanilla tahitensis para elongación radicular y caulinar* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil). [Tesis]. Repositorio institucional de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/56320>

Osorio Mosquera, A. (2012). *Efecto de materiales orgánicos, fertilizantes e inóculos microbiales sobre el crecimiento y nutrición de plántulas de vainilla (Vanilla planifolia Jacks)*. Repositorio de la Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10958>

Osorio, N. W. (2014). Manejo de nutrientes en suelos del trópico. Editorial Medellín, Colombia: L. Vieco SAS, 411. <https://biblat.unam.mx/hevila/Cuadernoactiva/2018/no10/12.pdf>

Paniagua-Vásquez, A., & Azofeifa, J. B. (2016). Impacto en la sociedad del desarrollo del proyecto integrado del cultivo de vainilla orgánica en sistemas agroforestales, y su vinculación al sector agroalimentario. *Universidad en Diálogo: Revista de Extensión*, 6(2), 23-40. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo/article/view/8796/10090>

Parada-Molina, P. C., Pérez-Silva, A., Cerdán-Cabrera, C. R., & Soto-Enrique, A. (2022). Condiciones climáticas y microclimáticas en sistemas de producción de vainilla (*Vanilla planifolia*). En *Vista de las condiciones climáticas y microclimáticas de los sistemas de producción de vainilla* (pp. 48682–48682). <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v33n2/2215-3608-am-33-02-00007.pdf>

Ramos-Castellá, A. L., & Iglesias-Andreu, L. G. (2022). Avances y tendencias en mejoramiento genético de vainilla. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(2). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol23\\_num2\\_art:2339https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/2339/964](https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2339https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/2339/964)

Reyes-López, D. (2018). ACLIMATACIÓN DE HÍBRIDOS INTRAESPECÍFICOS DE *Vanilla planifolia Jacks.* ex Andrews, OBTENIDOS in vitro. *Agro Productividad*, 9(11). <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/848>

Rincón, L. N. G. (2015). Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo. *Ingeniare*, (19), 127-136. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/530>

Román Miranda, M. L., Mora Santacruz, A., & González Cueva, G. A. (2016). Sistemas agroforestales con especies de importancia maderable y no maderable, en el trópico seco de México. *Avances en investigación Agropecuaria*, 20(2). <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2016/mayo/5.pdf>

Saldívar-Iglesias, P. (2015). CULTIVO DE VAINILLA (*VANILLA PLANIFOLIA JACKSON*). <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/66693>

Santiago Pérez, J. J., López Ochoa, G. R., Enríquez García, F., Juárez Lucas, P., & Rodríguez Hernández, J. M. (2021). Uso de la cascara de coco como sustrato en *Vanilla* sp. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 9(2), 157–167.

<https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v9i2.372>

<https://www.revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/372/420>

Soto Arenas, M. A. (2006). La vainilla: retos y perspectivas de su cultivo. *Biodiversitas*, 66(2), 9.

Soto-Arenas M.A. 1999. Filogeografía y recursos genéticos de las vainillas de México. Instituto Chinoin AC. Informe Final SNIB-CONABIO. 106 p. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfJ101.pdf>

Trinidad Garcia, K. L. (2014). Caracterización agroecológica de la Vainilla (Vainilla spp.) en la huasteca potosina. *REPOSITORIO NACIONAL CONACYT*. <http://ninive.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3885>

Vainilla Aroma Chocó, (2019) Aportes al reconocimiento de las vainillas silvestres en los territorios colectivos de comunidades afrodescendientes del municipio de Bahía Colano – Chocó. Serie 1 *Vainillas silvestres*. [https://semillasdeidentidad.org/apc-aa-files/1f259bed1a8f08fd512a90f1ead532fa/cartilla-vainilla\\_2019.pdf](https://semillasdeidentidad.org/apc-aa-files/1f259bed1a8f08fd512a90f1ead532fa/cartilla-vainilla_2019.pdf)

Vargas, M. R., Castro, L. P., Chacón, R. V., Monge, R. M., & Obando, F. N. (2011). EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA DE UN ECOSISTEMA URBANO: EL CASO DE LA ICROCUENCA DEL RÍO PIRRO, HEREDIA, COSTA RICA. *Revista Geográfica de América Central*, 2(47), 41-69. <https://www.redalyc.org/pdf/4517/451745770002.pdf>

Vargas-Hernandez, J., de Lourdes Arévalo-Galarza, M., Delgado-Alvarado, A., Osorio-García, C., Villegas-Monter, Á., & Zavaleta-Mancera, H. A. (2021). Características del fruto de vainilla verde y beneficiada cosechados a diferente edad. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 7(1). <http://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/256>

Vázquez Trujillo, K. (2020). *Caracterización de la cadena de suministro y viabilidad económica de producción de la vainilla: Metodología y caso de estudio* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). [1080315167.pdf](https://repositorioinstitucional.uaem.mx/bitstream/handle/1080315167/1080315167.pdf) ([uanl.mx](http://uanl.mx))

Vega, J. P. (2010). Estudio fisiológico de *Vanilla planifolia* Andrews (Orchidaceae), cultivada en un sistema agroforestal en Ixtacomitán, Chiapas, México (Doctoral dissertation, El Colegio de la Frontera Sur). [https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1891/1/100000049302\\_documento.pdf](https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1891/1/100000049302_documento.pdf)

## ANEXOS

### Anexo 1: Constancia de depósito



UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA Y QUIMICA  
HERBARIO LLANOS

LA SUSCRITA DIRECTORA DEL HERBARIO LLANOS  
HACE CONSTAR:

Que la profesora Natalia Andrea Romero Dávila identificada con el número de cédula 35.254.258 de Fusagasugá, depositó en nuestra colección cuatro ejemplares los cuales se colectaron bajo la Resolución 0870 del 2014. A continuación, se relacionan los especímenes:

Numero de colección	Taxon
01	<i>Vanilla sp</i>
02	<i>Vanilla sp</i>
03	<i>Vanilla sp</i>
04	<i>Vanilla sp</i>

Se expide en Villavicencio a los 25 días del mes de noviembre del año 2022.

**LUZ STELLA SUAREZ SUAREZ**  
Directora herbario LLANOS