

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**



**CENTRO DE POSTGRADOS**

**MAESTRÍA EN AGRONOMÍA MENCIÓN SISTEMAS  
AGROPECUARIOS**

**PROYECTO DE INNOVACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN AGRONOMÍA**

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL GÉNERO  
*Vanilla* EN EL ECOSISTEMA NAPO-PASTAZA DE LA  
AMAZONIA ECUATORIANA**

**Autor:** Wilfrido Juvenal de la Cruz Narváez

**Director:** Ing. Edison Samaniego, PhD.

**Codirector:** Ing. Sandra Soria, MSc.

**PUYO-ECUADOR**

**2018**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Yo, Wilfrido Juvenal de la Cruz Narváz con cédula de identidad 0601245137, declaro ante las autoridades educativas de la Universidad Estatal Amazónica, que el contenido del Proyecto de Innovación titulado: **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL GÉNERO *Vanilla* EN EL ECOSISTEMA NAPO-PASTAZA DE LA AMAZONIA ECUATORIANA”**, es absolutamente original, auténtico y personal.

En tal virtud y según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de Innovación y Desarrollo son de exclusiva responsabilidad del autor; y que los resultados expuestos pertenecen a la Universidad Estatal Amazónica.



Wilfrido Juvenal de la Cruz Narváz

**C.I. 0601245137**

**AUTOR**



Dr. C. Edison Cortez Ojeda, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



## UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

### Centro de Postgrados

#### AVAL

Quien suscribe Edison Samaniego, Director del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Innovación titulado: Caracterización morfológica del género *Vanilla* en el ecosistema Napo-Pastaza de la Amazonia ecuatoriana, a cargo de Wilfrido de la Cruz Narvárez egresado de la primera cohorte de la Maestría en Agronomía Mención Sistemas Agropecuario de la Universidad Estatal Amazónica.

Certifico haber acompañado el proceso de elaboración del Proyecto de Innovación, considero que cumple los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución por lo que se encuentra listo para ser sustentado.

Por lo antes expuesto se avala el Proyecto de innovación para que sea presentado ante la Dirección de Postgrado como forma de titulación de la Maestría en Agronomía Mención Sistemas Agropecuarios, y que dicha petición considere el mismo a fin de que tramite lo que corresponda.

Para que a si conste, firmo la presente a los 30 días del mes de octubre de 2018.

Atentamente,

Dr. C. Edison Samaniego Guzmán, PhD.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

## SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND



Oficio No. 073.1-IL-UEA-2018

Puyo, 17 de diciembre de 2018

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El trabajo de titulación correspondiente al ING. WILFRIDO JUVENAL DE LA CRUZ NARVÁEZ, con C.I. 0601245137, con el Tema: "**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL GÉNERO *Vanilla* EN EL ECOSISTEMA NAPO-PASTAZA DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA**", de la Maestría en Agronomía, Mención Sistemas Agropecuarios, Director de proyecto Dr. C. Edison Samaniego G. PhD, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 0%, Informe generado con fecha 21 de noviembre de 2018 por parte del director, conforme archivo adjunto.

Particular que comunico para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.

**ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .**



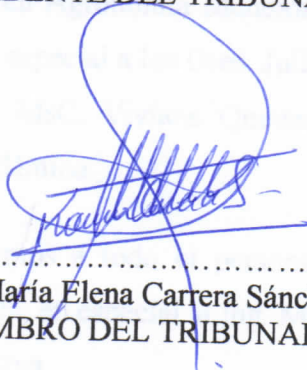
**EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y  
DESARROLLO CERTIFICA QUE:**

El presente trabajo: **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL GÉNERO  
*Vanilla* EN EL ECOSISTEMA NAPO-PASTAZA DE LA AMAZONIA  
ECUATORIANA”**, bajo la responsabilidad del egresado señor Wilfrido Juvenal de la  
Cruz Narváez, ha sido meticulosamente revisada, autorizando su presentación:

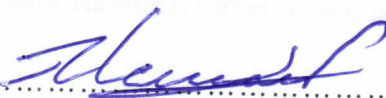
**MIEMBROS DEL TRIBUNAL**



.....  
Dr. Javier Domínguez Brito, PhD.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



.....  
Dra. Karina María Elena Carrera Sánchez, PhD.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



.....  
Dr. Reinaldo Demesio Alemán Pérez, PhD.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

# **AGRADECIMIENTOS**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi profundo agradecimiento a las autoridades de la Universidad Estatal Amazónica, por abrirme las puertas y permitirme establecer la investigación en su establecimiento.

Al personal administrativo y técnico del Centro de Postgrado, gracias a cada una de ustedes por su amistad y esmerada atención.

A mis asesores Javier Domínguez, Edison Samaniego, y Sandra Soria mi perdurable reconocimiento por su apoyo incondicional. Las llevaré siempre en mis recuerdos por sus sabias lecciones.

Miembros del tribunal Dres. Javier Domínguez Brito, Reinaldo Alemán y Carina Carrera por su valiosa contribución.

A todos los docentes de Maestría en Agronomía Mención Sistemas Agropecuarios de la Universidad Estatal Amazónica, en especial a los Dres. Julio Vargas Burgos, Carlos Bravo, Dunia Chávez, Reinaldo Alemán, MsC. Viviana Quevedo, Mercedes Asanza, por sus estrategias de aprendizaje en lo académico.

De igual manera mis agradecimientos a todo el personal de Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica, en especial al Ing. Marco Andino por su apoyo en la edificación del Banco de Germoplasma.

También quiero agradecer a los propietarios de fincas, Sres. Mario Sánchez, Wilfrido Soria, Mauricio Santamaría, Gloria Ramírez, Omar Tello, por toda su colaboración en la fase de investigación de campo

Finalmente, quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mi familia por su sacrificio y comprensión.

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Sandrita por su apoyo y motivación para alcanzar el éxito

A mis hijos Andrés, Francisco y Kevin fuente de inspiración para vencer obstáculos e iniciar nuevos desafíos.

Con amor

*Wilfrido*

## RESUMEN

El objetivo se fundamentó en caracterizar la diversidad genética del género *Vanilla* asociada al bosque nativo del ecosistema Napo-Pastaza de la Amazonia ecuatoriana, en esta zona existe uno de los ecosistemas más ricos en biodiversidad, que se ven amenazados varios recursos fitogenéticos a una erosión genética por actividades antrópicas. Debido a su importancia económica, social e industrial esta especie de orquídea en nuestro país no ha sido explorada. Para estimar la existencia de parientes silvestres se aplicó el método de transecto variable para lianas, en la caracterización de ejemplares se utilizó descriptores morfológicos y claves taxonómicas. Como estrategia de conservación del acervo genético se estableció un banco de germoplasma. A nivel de campo se registraron diez sitios de recolecta de formación vegetal nativa, donde coexisten en diferente estado fenológico una diversidad de catorce especímenes silvestres del género *Vanilla*. Al realizar el estudio multivariado en la matriz de correlación simple entre variables cuantitativas fue significativa en la discriminación según área foliar, longitud por ancho de hoja y diámetro del tallo. El análisis de componentes principales identificó que el 42,4% de la varianza explicada corresponde al ancho, área y longitud de hojas, datos que corroboran mediante el método de varianza máxima, donde se agrupan tres componentes que determinan la variabilidad morfológica de accesiones. El análisis de cluster y agrupamiento de Ward originó cuatro grupos de características morfológicas vegetativas similares. Se identificaron los genotipos de *Vanilla pompona*, *V. odorata*, *V. cribbiana* y dos géneros como posibles nuevas especies.

**Palabras Claves:** *Vanilla* spp., *Vanilla pompona*, vainilla, accesiones, diversidad genética, Amazonia



## ABSTRACT

The objective was based on characterizing the genetic diversity of the *Vanilla* genus associated with the native forest of the Eastern Cordillera of the Ecuadorian Amazon. In this area there is one of the ecosystems richest in biodiversity, whose plant genetic resources are threatened due to genetic erosion by anthropogenic activities. Due to its economic, social and industrial importance this species of orchid in Ecuador has not been explored. To estimate the existence of wild relatives, the variable transect method for lianas was applied; in the characterization of specimens: morphological descriptors and taxonomic keys were used. As a conservation strategy for the gene pool, a germplasm bank was established. At the field level, ten collection sites for native plant formation were recorded, where a diversity of fourteen wild specimens of the genus *Vanilla* coexist in different phenological stages. When performing the multivariate study in the simple correlation matrix for quantitative variables, it was significant in the discrimination according to leaf area, length by leaf width and stem diameter. The analysis of main components identified that 42,4% of the variance explained corresponds to the width of leaves, area and leaf length, data that corroborate by means of the maximum variance method, where three components are grouped that determine the morphological variability of accessions. The cluster analysis and grouping of Ward originated four groups of similar vegetative morphological characteristics. The genotypes of *Vanilla pompona*, *V. odorata*, *V. cribbiana* and two genera were identified as possible new species.

**Keywords:** *Vanilla* sp, *Vanilla pompona*, genetic diversity, Amazonian *Vanilla*

# TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
PROBLEMA CIENTÍFICO .....	2
HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	3
OBJETIVO GENERAL .....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
CAPÍTULO II.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
ORIGEN, IMPORTANCIA Y CLASIFICACIÓN DE LA VAINILLA .....	4
Origen.....	4
Importancia de la <i>Vanilla</i> spp.....	4
Taxonomía.....	5
DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA VAINILLA.....	6
PROPAGACIÓN DE VAINILLA .....	9
Micro propagación de plantas de vainilla.....	9
DIVERSIDAD DEL GÉNERO.....	9
HÁBITAT.....	10
EXTINCIÓN DE <i>V. planifolia</i> .....	11
COLECTA E IDENTIFICACIÓN DE GERMOPLASMA DE <i>vanilla</i> spp.....	11
CARACTERIZACIÓN DEL GERMOPLASMA .....	12
CONSERVACIÓN.....	13
Conservación <i>in situ</i> .....	14
DOCUMENTACIÓN.....	14
CAPÍTULO III .....	15
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
LOCALIZACIÓN .....	15
Características ecológicas.....	15
Macrotopografía .....	15
Geología.....	15

Zonas de colecta .....	16
TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	16
MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	16
1. Determinación de la diversidad de especímenes del género <i>Vanilla</i> .....	16
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ACCESIONES DE VAINILLA.....	17
2. Descripción morfológica de <i>Vanilla</i> spp. ....	17
2.1. Descripción de variabilidad genética.....	18
2.2. Identificación taxonómica de germoplasma de vainilla .....	18
3. Evaluación de la capacidad de adaptación de accesiones de <i>Vanilla</i> spp. en el banco de germoplasma.....	19
TRATAMIENTO DE DATOS.....	19
Operacionalización de variables:.....	19
ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	20
Análisis de variables morfológicas.....	20
RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES .....	21
Recursos humanos .....	21
Equipamiento y materiales .....	21
CAPÍTULO IV .....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
DETERMINACIÓN DE DIVERSIDAD DE ESPECIES DE <i>Vanilla</i> .....	22
Características morfológicas de accesiones de <i>Vanilla</i> spp.....	24
Análisis de componentes principales.....	27
Análisis cluster conglomerados jerárquicos .....	30
CARACTERIZACIÓN DE <i>Vanilla</i> spp.....	33
EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE ACCESIONES DE <i>Vanilla</i> spp. EN EL BANCO DE GERMOPLASMA .....	40
CONCLUSIONES.....	44
RECOMENDACIONES .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descriptores morfológicos para caracterización de <i>Vanilla</i> spp. ....	17
Tabla 2. Variables respuesta de caracterización morfológica del género de vainilla .....	20
Tabla 3. Localización del género <i>Vanilla</i> (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018) .....	22
Tabla 4. Estado fenológico silvestre del género <i>Vanilla</i> . (piedemonte del ecosistema Napo- Pastaza, 2018).....	26
Tabla 5. Matriz de correlación simple entre caracteres morfológicos en germoplasma <i>Vanilla</i> spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018) .....	26
Tabla 6. Varianza total explicada de extracción de análisis de las componentes principales en la caracterización morfológica de germoplasma de <i>Vanilla</i> spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018). .....	28
Tabla 7. Matriz de componente rotado de características morfológicas de <i>Vanilla</i> spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018). .....	29
Tabla 8. Acciones para conservación de germoplasma de vainilla en el CIPCA. ....	40
Tabla 9. Matriz de proximidades de acciones de <i>Vanilla</i> spp. en banco de germoplasma del CIPCA.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Raíces de vainilla (Palimbe-Canelos, 2018). Fuente: el autor.....	6
<i>Figura 2.</i> a) Planta de vainilla, b) Tallos y hojas de vainilla (Palimbe-Canelos, 2018). Fuente: el autor .....	7
<i>Figura 3.</i> a) Flor de vainilla, b) Frutos de vainilla (Palimbe-Canelos, 2018). Fuente: el autor .....	8
<i>Figura 4.</i> Zonas de colecta de especímenes de <i>Vanilla</i> spp. Fuente: el autor .....	16
<i>Figura 5.</i> Características morfológicas de <i>Vanilla</i> spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018). Fuente: el autor.....	24
<i>Figura 6.</i> Observaciones reproductivas de accesiones del género <i>Vanilla</i> . (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018) .....	25
<i>Figura 7.</i> Esquema de sedimentación de extracción por componentes principales de las características morfológicas de <i>Vanilla</i> spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018).....	28
<i>Figura 8.</i> Dispersión de nueve variables morfológicas vegetativas de <i>Vanilla</i> spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018) .....	30
<i>Figura 9.</i> Dendograma de diversidad genética de 14 accesiones de <i>Vanilla</i> spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018) .....	30
<i>Figura 10.</i> Estructuras reproductivas de <i>V. odorata</i> . (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018). Fuente: el autor.....	33
<i>Figura 11.</i> Estructuras reproductivas de <i>V. pompona</i> . (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018). Fuente: el autor.....	35
<i>Figura 12.</i> Estructuras vegetativas y reproductivas de <i>V. cribbiana</i> . (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018). Fuente: el autor .....	36
<i>Figura 13.</i> Estructuras reproductivas de <i>Vanilla</i> sp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018 Fuente: el autor .....	38
<i>Figura 14.</i> Estructuras vegetativas de <i>Vanilla</i> sp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018). Fuente: el autor.....	39
<i>Figura 15.</i> Dendograma de cinco accesiones de vainilla, construido a partir de seis variables cuantitativas.....	42

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La vainilla *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews es una orquídea de la familia Orquidácea que se encuentra en forma silvestre en regiones húmedas tropicales, cuyo centro de origen se sitúa en México por conservar la mayor diversidad genética de importancia biológica y comercial (Soto y Cribb, 2010).

El género *Vanilla* está conformado por aproximadamente 110 especies de las cuales 15 producen aroma, entre las que se destaca la *V. planifolia* con el 70 % de la producción mundial, reconocida por su perfil aromático y alta concentración de vainillina. lo que la posiciona como uno de los legados agrobiológicos más importantes el en ámbito cultural, biológico, económico y comercial en el mercado internacional (García, 2014).

La distribución natural de esta especie comprende México, América Central y selvas de América del Sur (Soto y Cribb, (2010). Ecuador considerado como país megadiverso tiene la mayor diversidad de orquídeas endémicas a nivel mundial (Jiménez, 2014), donde *V. planifolia* fue registrada en las provincias de Esmeraldas, Morona Santiago, Orellana y Sucumbíos según la base de datos (TROPICOS, 2018), motivo suficiente para considerar estas regiones como fuente natural de variación genética (Bory et al., 2008).

A pesar de su importancia en la industria alimenticia Delgado-Alvarado (2018) describe, que en la actualidad estas plantas en su hábitat están expuestas a interacciones bióticas y abióticas complejas, que a lo largo del proceso evolutivo han contribuido a una acentuada erosión genética producida por factores de origen social, económico y político. Para solucionar los problemas de erosión genética de especies de vainilla, varios países han implementado estrategias de conservación para preservar genotipos silvestres y cultivados (Azofeifa, Panigua y García, 2014).

En conservación de recursos fitogenéticos en bancos germoplasma Demey (2008) explica, que son herramientas básicas para proteger la erosión genética. Además, permite definir patrones de variación en programas de mejora genética por sus características promisorias o susceptibilidad a condiciones bióticas o abióticas. Estos estudios han demostrado la urgente necesidad de preservar los recursos genéticos de *V. planifolia* (Bory, Grisoni, Duval, y Besse, 2008).



La información sobre la taxonomía del género *Vanilla* Reina-Rodríguez (2011) manifiesta que es escasa, incompleta con identificaciones erróneas. Aunque existen estudios morfológicos es poco el trabajo en cuanto a anatomía vegetativa, biología floral, propiedades genéticas y fitoquímicas. Se podría confrontar que la identificación de especie silvestre está correlacionada a la floración efímera asociada generalmente a la cima del dosel del bosque, variación vegetativa y hábito de crecimiento hemiepífito. Además, algunas especies son muy raras, con poblaciones escasas, y perennes que solamente florecen cuando hayan alcanzado un tamaño considerable (López-Trabanco y Orta-Pozo, 2012).

En Ecuador en especial a la Amazonia, en la literatura consultada no se encontró reportes de especies silvestres identificadas que coexistan en el bosque primario; es probable que en la amazonia exista parientes silvestres de *V. planifolia*, así como nuevas especies aún no registradas, con posibles características fitoquímicas de interés comercial. Es necesario iniciar un proceso sistemático de exploración, caracterización, identificación, recopilación de información, propagación, conservación de la diversidad genética y variación de sus poblaciones como lo exponen (León, 2006; Tapia et al., 2018).

Tapia et al. (2018) proponen en un caracterización morfológica el uso de descriptores de cultivos para valorar, describir, y discriminar germoplasma. Estos pueden ser botánicos-taxonómicos, morfo-agronómicos, de tipo cualitativos o cuantitativos, aplicados para hacer referencia a la forma, estructura o comportamiento de un espécimen.

En agronegocios sobre vainilla en Ecuador, se conoce que en Santo Domingo de los Tsáchilas la empresa Vainuz posee tres hectáreas en producción con tendencias al mercado internacional, mientras que en la amazonia la asociación indígena Kallari en la provincia de Napo, abastece vainilla orgánica para uso en chocolatería con oferta al mercado nacional e internacional. En virtud de lo señalado, se plantea el problema científico y su hipótesis:

## **PROBLEMA CIENTÍFICO**

¿La necesidad de determinar la diversidad de especímenes del género *Vanilla* que habitan en el piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza de la Amazonia ecuatoriana en el periodo febrero a junio 2018?

## **HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

Existe una diversidad genética de especímenes del género *Vanilla* en cuatro ecosistemas del piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza de la Amazonia ecuatoriana.

## **OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar la diversidad del género *Vanilla* asociada al bosque nativo húmedo mediante descriptores morfológicos en el piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza de la Amazonia ecuatoriana.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la diversidad de especies del género *Vanilla* en el bosque nativo y áreas intervenidas en el piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza.
- Caracterizar morfológicamente las accesiones de *Vanilla* spp. localizadas en el piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza.
- Evaluar la capacidad de adaptación de accesiones de *Vanilla* spp., en el banco de germoplasma del Centro de Investigaciones, Posgrado y Conservación Amazónica de la Universidad Estatal Amazónica.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### ORIGEN, IMPORTANCIA Y CLASIFICACIÓN DE LA VAINILLA

##### Origen

De acuerdo a los datos históricos las primeras noticias que se tienen de la *V. planifolia* datan de los años 1427-1440, por la cultura Maya en Mesoamérica, quienes desarrollaron los primeros métodos de curado del fruto de poblaciones silvestres. Luego su cultivo en sistemas agroforestales en la parte norte costera del estado de Veracruz y Puebla, específicamente de la zona conocida como el Totonacapan. El uso que los aztecas le dieron fue como aromatizante para el chocolate, bebida demandada por la nobleza azteca (ASERCA, 2002; Toledo et al., 2003).

Soto y Cribb (2010) confirman que *V. planifolia* es nativa de las regiones húmedas tropicales del sureste de México y América Central, que además se encuentra en forma silvestre en las selvas de América del Sur. Posteriormente, tras la conquista del pueblo Azteca por los españoles al mando de Hernán Cortés, la vainilla fue introducida a Europa en la década de 1530. Esta especie empezó a formar parte de los jardines botánicos de España, Alemania, Francia e Italia. Estos últimos eran líderes de las especies y las fragancias, para luego ser desplazada a Madagascar e Indonesia (Longino y Colwell, 2011; Cruz y Meléndez, 2018).

La *Vanilla* es un género con distribución pantropical con 110 especies distribuidas en todos los continentes excepto en Australia. La mayoría se encuentran en América tropical, seguida por el sudeste de Asia y Nueva Guinea, África, las islas del Océano Índico y el Pacífico (Bory et al., 2008; Gigant et al., 2011). No todas son aromáticas, solo se reconocen 15 variedades con esta característica, (Soto-Arenas, 2009); el mayor número de están reportadas en el continente americano (Flores Jiménez et al., 2017).

##### Importancia de la *Vanilla* spp.

Solamente existen tres especies dentro del género *Vanilla* de importancia económica a nivel mundial: *V. planifolia*, *Vanilla tahitensis* y *V. pompona*. De estas, *V. planifolia* es la especie más importante debido a su impacto económico, ecológico y social en las regiones

de producción. En primer lugar económico, al ser la segunda especia más cara del mundo después del azafrán; (Ranadive, 2005; Osorio, 2012), que gobierna el mercado de los saborizantes de alimentos debido a sus características aromáticas más popular del mundo, requeridas por la industria cuya demanda duplica la oferta actual de producción (Soto, 1999; Bello-Bello et al. 2015; AGROPRODUCTIVIDAD, 2016).

Ranadive (2005) considera su presencia como un valor ecológico por reflejar el estado de salud de los bosques como reservorio de variación genética, además la posibilidad de ser establecida para conservación y valorización de los bosques como un producto forestal no maderable (Herrera-Cabrera et al., 2012).

Desde el punto de vista social el cultivo de la vainilla no requiere de grandes extensiones de terreno para obtener altos ingresos económicos con el empleo de mano de obra familiar (Ramírez, Rapidel, y Matthey, 1999; Osorio, 2012). Igualmente, el beneficiado y comercialización de los frutos cosechados se puede realizar en las comunidades, dando valor agregado a la cadena de producción como alternativa de una agricultura sustentable (Azofeifa et al., 2014).

Díez-Gómez (2014) describe que frutos curados del género *Vanilla*, principalmente *V. planifolia* contienen una variedad de compuestos naturales, siendo la vainillina la más importante. Tales compuestos confieren una fragancia y sabor muy apetecido para la cocina gourmet, cosmética, medicina y perfumería. Por esto, la producción de frutos en cantidad, calidad y tamaño es la clave de la productividad del cultivo de vainilla.

## **Taxonomía**

El nombre vainilla término español hace alusión al parecido del fruto con una vaina de las leguminosas. El nombre latín *planifolia* significa hoja plana en alusión a las hojas anchas y planas de la planta (Montero, 1996). La clasificación botánica según (Govaerts, 2003; Gigant et al., 2011) es:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

Division: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Liliidae

Orden: Orchidales

Familia: Orchidaceae

Género: *Vanilla*

## DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA VAINILLA

**Raíces:** La planta presenta dos tipos de raíces, las que brotan de los nudos introducidos en la tierra denominadas primarias, las secundarias o adventicias que brotan de los nudos de la parte aérea que son glabras, café-verdosas de 2,5 - 3 mm de grosor por 3 mm de ancho, que se sostiene sobre el tronco de los árboles tutores hasta llegar al dosel (Figura 1). Esto permite la acumulación de varias formas de vida, como líquenes, briofitas, insectos entre otros, lo que hace que genere y atrape materia orgánica y retenga el agua, que al escurrir por la corteza atrapa los iones provenientes de la materia orgánica, para ser asimilados por las raíces de la vainilla. La planta ancla sus raíces sobre la hojarasca y materia orgánica en descomposición que permite la formación de simbiosis con micorrizas y otras interacciones con microorganismos del suelo (Díez-Gómez, 2014; Castro Bobadilla, 2008).



*Figura 1.* Raíces de vainilla (Palimbe-Canelos, 2018). Fuente: el autor

El sistema de raíces de la vainilla es superficial pubescentes de 1,4 - 1,6 mm de grosor, requiere un sustrato liviano, rico en materiales orgánicos, poroso, que les permita a las raíces expandirse sin encontrar humedad excesiva (Fouché y Jouve, 1999).

La planta de vainilla es una orquídea del bosque tropical, de hábito hemiepífita (Fouché y Jouve, 1999), perenne herbácea, terrestre, trepadora de tallo monopódico carnosos, flexible, frágil, glabros, cilíndrico, simple o ramificado de color verde oscuro brillante, que puede llegar a medir hasta 50 m de longitud, de uno a dos cm de diámetro, formado por

entrenudos de 10 - 15 cm de longitud, siendo más cortos y delgados en plantas jóvenes, lo mismo que en la base y punta de los tallos (Figura 2a), considerando que el tamaño y la forma de las estructuras vegetativas varían de acuerdo a la edad y posición de los tallos (Montero, 1996).



*Figura 2.* a) Planta de vainilla, b) Tallos y hojas de vainilla (Palimbe-Canelos, 2018). Fuente: el autor

**Hojas:** Hojas de color verde claro a oscuro, con brillo en estado joven, alternas paralelinerves, planas, gruesas, rígidas flexibles, suculentas persistentes, sésiles o subsésiles de peciolo corto algo torcido que forma una canaladura de 12 - 18 mm de largo, 7 - 9 mm de ancho, oblongas, elípticas a ovadas, agudas o acuminadas, de 9,5 - 25,0 cm de largo y 3,5 - 8,0 cm de ancho con una base obtusa o redondeada dependiendo de la variedad. Generalmente están dirigidas hacia abajo, excepto en la punta del tallo, contienen un jugo viscoso igual al del tallo (Castro Bobadilla, 2008). Se disponen de manera alterna a lo largo del tallo acompañados de una yema, y una raíz adventicia en el lado opuesto (Figura 2b). La hoja es una estructura importante, dado que su morfología es útil para la identificación de la especie de vainilla (Vargas y Gámez, 2014).

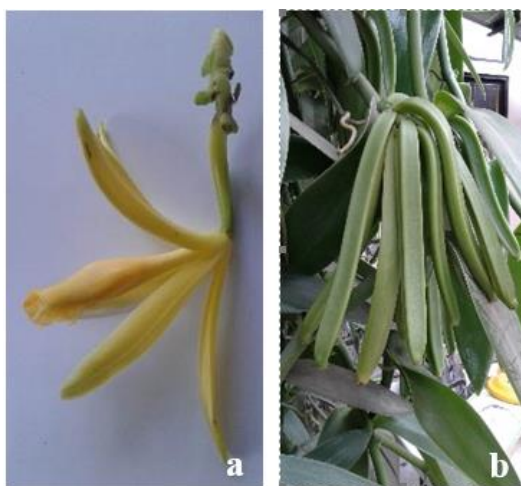
**Flores:** Las flores se presentan en inflorescencia o racimos axilar o terminal de las hojas, rara vez subterminal, de flores efímeras, generalmente grandes vistosas de forma candelabiforme (Figura 3a), de 8,5 - 26,5 cm de largo; sépalos y pétalos similares, labelo entero o trilobado, Ovario arqueado en la base, la parte superior recta, liso, blanco en la base, el resto verde, con nectarios extraflorales de 40 - 57 mm de largo, 3,5 - 4 mm de grosor (Soto-Arenas y Dressler 2003). La planta llega a tener de 10 a 15 racimos de flores, compuesto cada uno por más de 10 flores individuales. Dependiendo de la especie son de



color aperlado, blanco amarillento algunas veces de fragancia fuerte que se abren de uno a tres cada mañana, pero mueren por las tardes (Vargas y Gámez, 2014).

Según Fouché y Jouve (1999) la distribución de las inflorescencias está fuertemente asociada con la arquitectura de la planta, que se expresa de acuerdo con gradientes morfogenéticos. En general, las primeras flores aparecen de dos a tres meses después del tercer año de plantando, cada planta florece por un mes. Cada inflorescencia tiene solo una flor abierta, y una flor dura solo un día. Una planta de vainilla tiene de 10 - 12 inflorescencias por año o incluso más si es vigorosa.

Sánchez (2014) afirma que en la mayoría de las orquídeas la flor es resupinada, el ovario es inferior el labelo libre y separado de la columna, aunque generalmente se enrolla hacia arriba a lo largo de sus márgenes formando un falso tubo, en todas las especies los márgenes del labelo están fusionados en todo su largo para formar el tubo floral.



*Figura 3.* a) Flor de vainilla, b) Frutos de vainilla (Palimbe-Canelos, 2018). Fuente: el autor

Fruto: Es una cápsula, larga, ligeramente triangular, dehiscente, de sección transversal ligeramente triangular redondeada en sus vértices, carnosa cuando está verde, amarillo a café a medida que madura, de 15 - 25 cm de largo por 10 - 15 mm de diámetro (Figura 3b). En su interior contiene una gran cantidad de semillas negras subglobosas (Montero, 1996). De ella se obtiene la vainillina, sustancia considerada como el saborizante más popular del mundo (Bello-Bello et al., 2015).

En estudios sobre características morfológicas de vainilla Nieto (2010), las vainas maduras de calidad pesan de 15 - 30 g y mide de 12 - 24 cm de largo, aunque llegan a 35 - 38 g, una

planta saludable puede producir de 1,5 - 2,0 kg. de vainilla verde al año, que en la práctica 35 - 40 frutos conforman un kilogramo.

## **PROPAGACIÓN DE VAINILLA**

En experiencias de reproducción de vainilla Hernández (2011) explica:

Que se se propaga de forma asexual por medio de esquejes de plantas altamente productivas que no han producido frutos, por lo menos deben tener tres yemas viables para la producción de brotes, que constituirán la nueva planta. Normalmente se utilizan de 6 a 8 nudos que fluctúan entre 80 a 120 cm de longitud con un centímetro de diámetro. Esquejes de mayor tamaño aceleran el crecimiento de sus brotes y entraran más rápido a floración, sin embargo, cuando se plantan se dificultan su manejo y tienen un precio más alto.

### **Micro propagación de plantas de vainilla**

Se han desarrollado diferentes metodologías de micro propagación para *V. planifolia*, muchas de estas están enfocadas a la producción de brotes a partir de ápices, nodos y yemas axilares por medio de micro estacas, o bien a partir de ápices radicales; en tanto que otras metodologías han generado la inducción de callos como un medio para la reproducción clonal y obtención de plantas de esta especie (Acuña, Montero y Torres, 2018) determinaron que la combinación de medio líquido y medio sólido favorece la multiplicación de brotes en *V. planifolia*.

## **DIVERSIDAD DEL GÉNERO**

En estudios de diversidad del género de *Vanilla* Flores et al. (1999) reporta que, ha sido estudiada en tres distintas épocas, las dos primeras revisiones consideran que son incompletas difícil de utilizar por contenido de errores, que los interesados enfrentan dificultades prácticas en la identificación de especies, además la imposibilidad de conseguir material vegetativo o reproductivo fértil o en estado de madurez para una correcta diferenciación de caracteres morfológicos.

Estudios recientes realizados por Soto-Arenas y Cribb (2010), plantearon una clasificación para el género *Vanilla* teniendo en cuenta su fácil reconocimiento a partir de caracteres morfológicos basados en estructuras reproductivas, pero con poca evidencia de su monofilia teniendo en cuenta que en algunos casos pueden ser paraliféticos. La

clasificación propuesta es de 20 grupos siendo el primer grupo la vainilla mexicana, el segundo grupo la *Vanilla parviflora* entre otros como:

De acuerdo a sus características morfológicas vegetativas y reproductivas (Soto-Arenas y Cribb, 2010) proponen las siguientes agrupaciones de interés:

**Grupo V. *planifolia*.** Plantas con o pocas hojas. Hojas coriáceas suculentas. Inflorescencia axial, labelo con o carente de callo penicilado. Columna unida al labelo usualmente más de la mitad de su longitud, antera ventral algo paralela, lóbulos estigmáticos emergentes con una superficie ventral lisa o frecuentemente vellosa. Con una distribución pantropical, las especies de América de Sur tienen un callo apical conectado con el callo penicilado, en el medio del labelo hileras de papilas, el ápice del labelo generalmente recurvado. En este grupo están *Vanilla odorata*, *V. planifolia*, *Vanilla ribeiroi*, *V. tahitiensis* y *Vanilla uncinata*.

**Grupo *Vanilla hostmanii*:** Flores grandes, usualmente blancas con un labelo amarillo-naranja; labelo con venas engrosadas, que irradian desde la mitad distal, que puede ser algo verrugosa (verrugas redondeadas y aplanadas); inflorescencia con brácteas dísticas; ovario, sépalos, y pétalos con gránulos, muy vistosos en algunas especies; superficie del labelo pulverulenta-papilosa en algunas especies. Distribución extendida en América Tropical, excepto para la India Occidental. Las especies incluidas son: *Vanilla cribbiana* y otras.

**Grupo V. *pompona*:** Hojas muy suculentas; tallo grueso, xerofítica; labelo más liso, excepto por el callo penicilado, cojín ligeramente engrosado que sale desde el callo penicilado hasta el ápice; flores fuertemente fragantes, amarillas con labelo naranja; frutos gruesos trígono, parecidos a un banano. Distribución extendida en América Tropical excepto para la India Occidental. Las especies incluidas aquí son *Vanilla calyculata*, *Vanilla chamissonis*, *Vanilla columbiana*, *Vanilla grandiflora*, *Vanilla pompona*

## HÁBITAT

*V. planifolia*, se distribuye en climas cálido húmedos con una precipitación de 2 300 mm de lluvia al año, mayor a los 3 000 mm indican que es muy poco probable su desarrollo, temperatura media anual de 25,1 °C. El hábitat más característico son las selvas con alta humedad relativa, suelo con buen drenaje y materia orgánica, pH entre 6,0 y 6,9, buen contenido de calcio y potasio. En referencia al tamaño poblacional es extraordinariamente

rara, incluso en sitios bien conservados las estimaciones de su densidad la sitúan en un individuo cada 2-10 km<sup>2</sup>, o un individuo cada 4 km<sup>2</sup> (Soto-Arenas, y Solano-Gómez, 2007).

## **EXTINCIÓN DE *V. planifolia***

Bory et al. (2008) refiere la fuerte presión de selección a nivel mundial sobre la especie *V. planifolia* ha generado una disminución en la variabilidad genética, reduciendo genes de importancia agroecológica. Por tal motivo *V. planifolia* en la actualidad se encuentra en severo peligro de extinción en la naturaleza, debido principalmente a la deforestación, excesiva recolección para establecimiento de nuevas plantaciones y a un pobre manejo del cultivo.

En cambio (Delgado-Alvarado, 2018), reporta que en la naturaleza las plantas están expuestas a interacciones bióticas y abióticas complejas que, a lo largo del proceso evolutivo, han funcionado como presiones de selección que favorecieron la adaptación y diversificación de su metabolismo secundario, con ello la variación cualitativa y cuantitativa en el patrón de acumulación de compuestos fitoquímicos.

La mejor forma de perpetuar los recursos genéticos de *V. planifolia* sería conservar en su hábitat natural; sin embargo, muchos de estos sitios están fragmentados, alterados y generalmente asociados a zonas de alta población (Azofeifa et al., 2014).

El mismo autor manifiesta que es imperante tomar medidas a corto plazo para disminuir la pérdida acelerada del acervo genético primario del género *Vanilla* a nivel mundial. El manejo sustentable y la conservación se conviertan en estrategias para preservar las especies. Para cultivar vainilla sustentablemente, se necesita conocer el estado actual de la diversidad genética de las especies silvestres y cultivadas para mantener la mayor cantidad de accesiones en bancos de germoplasmas de *Vanilla* spp.

## **COLECTA E IDENTIFICACIÓN DE GERMOPLASMA DE *Vanilla* spp.**

Para una identificación fiable de colectas a partir de descriptores morfológicos Gigant et al. (2011) sugiere que se deben observar variaciones de caracteres vegetativos y florales, que

en ocasiones es imposible de determinar por la característica efímera de las flores, bajas densidades poblacionales y floración sincrónica (Soto-Arenas, 1999).

Esta problemática se complica por factores de ubicación en el dosel (Acevedo et al., 2001), la inaccesibilidad de muestreo en muchos sitios de colecta, material disponible en herbarios (Soto-Arenas, 1999). Dichos factores dificultan el proceso de identificación *in situ* de la especie. Por tal motivo, en caso de encontrarse plantas con inflorescencias en las colectas se recomienda tomarse el tiempo necesario para caracterizar cualitativamente y cuantitativamente las estructuras florales, así como describir la ubicación en el dosel, la condición de sombra o iluminación y la vegetación asociada. Además, cada nuevo registro de germoplasma de vainilla colectado debe ubicarse a través de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) como lo sugiere Azofeifa et al. (2014), quienes recomiendan que, para caracterizar genotipos de vainilla se deben coleccionar uno o varios esquejes de la muestra sin comprometer la supervivencia de las plantas, y luego trasladar el material vegetal a áreas acondicionadas para simular las condiciones óptimas de crecimiento de *Vanilla* spp.

## **CARACTERIZACIÓN DEL GERMOPLASMA**

Según lo descrito por Azofeifa et al. (2014), no hay trabajos concluyentes sobre descriptores que permitan una identificación clara y correcta de las especies de vainilla dentro del género. De hecho, *Vanilla* spp., es considerado un grupo taxonómico complejo al mostrar un modo de reproducción uniparental (crecimiento vegetativo) y poliploidía. Estos tienen profundos efectos sobre la organización de la diversidad biológica que se han descrito como responsables para definir taxones discretos, estables y coherentes.

La caracterización morfológica de recursos filogenéticos es un procedimiento que nos permite medir y conocer la variabilidad genética del genoma de una población, diferenciar taxonómicamente las plantas, y seleccionar los descriptores morfológicos más adecuados, confiables y discriminantes para su evaluación (Hernández-Villareal, 2013).

En la colección y caracterización *in situ* del género *Vanilla* en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad de la Universidad Estatal Amazónica en Ecuador, realizada por Sánchez (2015) concluye que:

En la prospección realizada del género *Vanilla* en el bosque primario se pudo colectar tres tipos de plantas con características morfológicas diferentes, por color, tamaño, grosor de hojas, raíz, tallo, sin poder encontrar plantas en estado de floración. Las características particulares de cada tipo de planta encontrada y las condiciones del ambiente (*in situ*), permiten asumir que podría tratarse de tres especies diferentes del género *Vanilla*.

## CONSERVACIÓN

Debido a la importancia en términos ecosistémicos de la *Vanilla* a nivel mundial; la existencia de germoplasma de especies silvestres y cultivadas, con contenidos de vainillina de algunas especies con valores porcentuales por encima de la calidad más alta, preexiste la posibilidad de asociar cultivos de vainilla con árboles forestales, como una alternativa económica y ecológicamente adecuada para un modelo de desarrollo de conservación del patrimonio natural y de crecimiento económico (Azofeifa et al., 2014).

En Ecuador, en el año 2003, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (GTZ), el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología (DENAREF), plantearon resolver algunas de las facetas de erosión genética a nivel de nichos agroecológicos de colecciones de germoplasma de la Amazonía y costa ecuatoriana. Donde consta la vainilla como: *V. planifolia*, país de origen Ecuador, desarrolladas en la Estación Experimental Napo Payamino (EENP) y Estación Experimental Tropical Pichelingue (EETPi) (INIAP, 2003).

Según Herrera-Cabrera et al. (2012) para la conservación de recursos fitogenéticos sugieren:

Establecer bancos de germoplasma para reducir la pérdida de diversidad genética de especies silvestres, cultivadas, variedades mejoradas como, una solución de erosión genética de las especies de vainilla, y que se convierta en una alternativa viable para preservar genotipos existentes. Sin embargo, la información disponible sobre las características fitoquímicas a nivel genético que definen la calidad aromática de cada especie es nula



### **Conservación *in situ***

Aumentar el conocimiento de la biodiversidad de un país rico en recursos naturales y culturales, como el nuestro, y contribuir al desarrollo sostenible de los recursos naturales. Hunter y Heywood (2012) propone la conservación *in situ* como el único método práctico actualmente disponible para conservar una gran variedad de ecosistemas, especies y genes actualmente vulnerables, amenazados o en peligro. Además de permitir la subsistencia de especies diferentes y la coevolución de los sistemas biológicos, para el sostenimiento de los bienes que satisfacen los requerimientos cotidianos de las poblaciones locales, como los alimentos, el forraje y las medicinas. Que involucra una serie de procedimientos y acciones que se deben emprender.

### **DOCUMENTACIÓN**

Según Rincón y González (2016) la diversidad genética de plantas útiles y sus parientes silvestres que ha sido recolectada deben ser situadas en bancos de germoplasma, de esta manera se encuentra a disposición del personal técnico que lo desee. Para que dicho germoplasma sea usado eficientemente por los programas de mejoramiento, debe existir información sobre las características más importantes, así los usuarios pueden seleccionar eficientemente el germoplasma que lo requieran.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **LOCALIZACIÓN**

La investigación se desarrolló en comunidades de cultura mestizas y kichwas de Misahualli, Arosemena Tola, Santa Clara, de la provincia de Napo; Puyo y Canelos de Pastaza, Ecuador; entre latitudes de 01°03'15" a 01°34'10" Sur y longitudes de 77°39'42" a 77°45'30" Oeste.

#### **Características ecológicas**

Ecológicamente está ubicada en el pie de monte de la cordillera Oriental de los Andes, a una altitud de 435 a 940 msnm, con precipitaciones mayor a 4 500 mm en la zona de Puyo, temperaturas de 21,2 a 25 °C, humedad relativa entre 80 y 90% (INAMHI, 2018)

Según Holdridge (1966) y Cañadas (1983), en el mapa bioclimático y ecológico del Ecuador la zona de estudio se identifican dos formaciones ecológicas: bosque muy húmedo Pre-Montano (bmh-PM) en Santa clara-Arosemena Tola y bosque pluvial-Pre Montano (bp-PM) para Puyo-Canelos.

#### **Macrotopografía**

Según el análisis de información cartográfica del MAGAP-SENPLADES-MAE (2014), el área de colecta tiene un macro relieve de Piedemonte Periandino, con relieves planos a ondulado, de inclinación baja, disectada por una red de drenajes naturales, con uso y cobertura del suelo en su mayoría de bosque intervenido para la actividad agropecuaria.

#### **Geología**

Los sitios de estudio se caracterizan por una formación geológica Mera, Chambira, Arajuno y depósitos Aluviales, perteneciente a los periodos geológicos del Mioceno y Plioceno. en referencia a su taxonomía el suelo se ubica en el Orden Inceptisol para la parte alta y Entisol parte baja (MAGAP, 2014).

## Zonas de colecta

La colecta y caracterización morfológica de la diversidad genética de especies silvestres o cultivadas del género *Vanilla* se ejecutó en cuatro zonas del bosque nativo y secundario perennifolio de la Amazónica ecuatoriana. Zona 1, Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica, Organización Kallari - Misahualli. Zona 2, comunidad San Pedro. Zona 3, comunidad de Cajabamba 2 y Samasunchi del cantón Santa Clara. Zona 4, predios urbanos y rurales del cantón Pastaza (Figura 4). En las siguientes coordenadas geográficas de referencias espaciales WGS84.

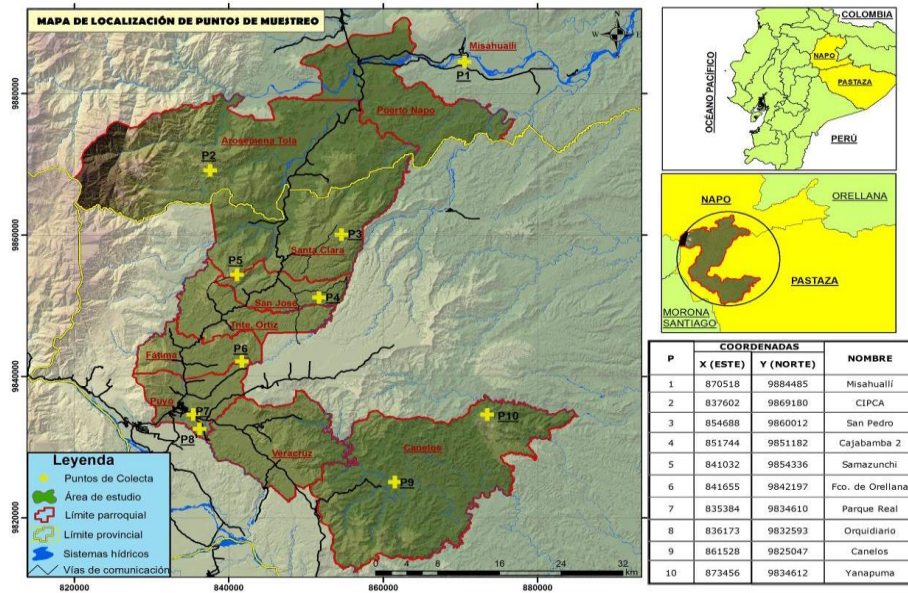


Figura 4. Zonas de colecta de especímenes de *Vanilla* spp. Fuente: el autor

## TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para obtener información y evidencias de biodiversidad genética del género *Vanilla*, en la Amazonia ecuatoriana se aplicó el tipo de investigación exploratoria y descriptiva.

## MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

### 1. Determinación de la diversidad de especímenes del género *Vanilla*

Para la evaluación de la diversidad genética silvestre de *Vanilla* spp. en una formación vegetal nativa o secundaria del bosque húmedo siempreverde piemontano, se utilizó el método de transectos variables sugerido por Mostacedo (2000) para lianas y otras especies.

Este método consistió en coleccionar, muestrear y registrar el número, distancia y distribución de especímenes a lo largo del transecto, según el diseño utilizado (Anexo 1). La línea gruesa central indica la senda a partir, en la cual se muestreó ambos lados. El largo fue de 2 000 m x 10 m, subdividido en superficies iguales de 2 000 m<sup>2</sup> cada 200 m de longitud.

## CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ACCESIONES DE VAINILLA

### 2. Descripción morfológica de *Vanilla* spp.

La caracterización morfológica de especímenes (Tabla 1) se realizó en base a descriptores botánicos propuestos por (Soto-Arenas y Dressler, 2010; Rojas y Padulosi, 2013) y, características morfológicas sugeridas por Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), los cuales incluyen caracteres vegetativos y reproductivos (Franco, y Hidalgo 2003; Tapia et al., 2018).

Tabla 1. Descriptores morfológicos para caracterización de *Vanilla* spp.

Descriptores cualitativos		Descriptores cuantitativos
Tipo de crecimiento	Color de ovario	Número individuos en transecto
Hábito de crecimiento	Forma de labelo	Altura de planta
Forma del tallo	Color de labelo	Diámetro del tallo
Color del tallo	Color de frutos	Distancia internodal
Tipo de tallo	Forma de fruto	Número de ramas primarias
Fisonomía del tallo	Reacción a plagas	Grosor de hojas
Forma de hoja	Condición biológica	Longitud de hojas
Forma ápice de hoja	Parientes silvestres	Ancho de hojas
Color lámina de hoja	Estado fenológico	Área foliar
Fisonomía de hoja		Longitud de flor
Tipo de hoja		Longitud de sépalos
Tipo de peciolo		Ancho de sépalos
Color de flor		Longitud de pétalos
Fragancia de flores		Ancho de pétalos
Ápice de flor		Longitud de Ovario
Forma ápice sépalo		Grosor de Ovario
Forma de sépalos		Longitud de labelo
Color de sépalos		Cantidad racimos
Forma de pétalos		Cantidad flores por racimo
Color de pétalos		Cantidad frutos por racimo
Ápice de pétalos		Peso cápsulas o frutos
Forma del ovario		Longitud y diámetro de frutos

## **2.1. Descripción de variabilidad genética**

Para conocer y medir la variabilidad de especímenes del género vainilla se realizaron salidas de campo en el periodo comprendido entre febrero a junio 2018. En cada sitio del transecto se recorrieron 2 km a través de senderos, parcelas y caminos. Dependiendo del número de plantas encontradas se colectaron entre dos y cinco ejemplares vivos de cada morfotipo de vainilla, como lo sugiere (Jiménez et al., 2017).

Se registraron datos de condiciones biológicas, topografía, suelo, clima, tipos de muestra y la ubicación del sitio de muestreo mediante georreferenciación (GPS, marca Garmin Etrex 20x) de las coordenadas y alturas para ser interpuestos a un sistema de información geográfica (ArcGis.10.3) para la obtención de mapas de distribución del género. Las observaciones se concentraron en formularios modificados (Anexo 2) de datos de pasaporte para cultivos múltiples de accesiones de parientes silvestre de vainilla, publicado por Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO/Biodiversity V.2.1 (Alercia, 2015), y la Guía para el manejo y conservación de los recursos fitogenéticos del Ecuador (Tapia et al., 2018).

Los datos (Anexo 3) de los descriptores de caracterización morfológica cualitativos y cuantitativos de la diversidad de especímenes de vainilla colectados propuestos por (Soto y Dressler, 2010; Rojas y Padulosi, 2013) se evaluó los morfotipos de plantas adultas. El tipo y hábito de crecimiento, altura de planta, forma del tallo, diámetro del tallo, distancia internodal. Longitud, ancho de las hojas. El área foliar con imágenes escaneadas en un escáner marca Epson L210 y el programa de procesamiento de imágenes de código abierto ImageJ diseñado para imágenes científicas multidimensionales. Longitud, diámetro y Peso de frutos. Color de tallos, hojas, flores y Frutos mediante el uso de Cartas de Color para Tejidos Vegetales (Munsell). Características de las estructuras florales, número de flores y frutos por inflorescencia. Categorías de variables fisonómicas de bosques. Para las variables cualitativas o categóricas de tallo, hojas y flores se empleó datos dicotómicos y politómicos, como sugiere (Franco y Hidalgo 2003; Tapia et al., 2018).

## **2.2. Identificación taxonómica de germoplasma de vainilla**

Para la identificación taxonómica del género *Vanilla* spp., *in situ* se diferenciaron mediante descriptores morfológicos vegetativos, reproductivo y claves taxonómicas propuesto por (Soto-Arenas y Dressler. 2010; Koch et al., 2013), y experiencias de (Hurtado, 2012).

### **3. Evaluación de la capacidad de adaptación de accesiones de *Vanilla* spp. en el banco de germoplasma**

Para uso, manejo y conservación del Acervo genético de parientes silvestres del género *Vanilla* se colectó uno o varios esquejes sin comprometer la supervivencia de las plantas *in situ* probados por Soto y Ramos (2017), para luego trasladar el material vegetal clasificado a un lugar artificial acondicionado con mallas Raschel de polisambra de color negro al 50% de sombreado de tamaño 12 x 30 y 1,40 m de altura, para simular las condiciones óptimas de crecimiento en altura, temperatura y humedad.

En la plantación de la diversidad genotípica se utilizaron esquejes de 80 cm de longitud, como sostén, tallos de bambú en una densidad de 2m x 2m, incorporación de un sustrato poroso, liviano rico en materiales orgánico acorde a las sugerencias de (Fouché y Jouve, 1999). Cada accesión fue constituida por cinco repeticiones, dejando dos plantas por sitio y un espacio para nuevas accesiones.

Considerando los datos de pasaporte y morfotipos como lo proponen (Reyes et al., 2014) se estableció el banco de germoplasma para la conservación de accesiones, ubicado en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica CIPCA, de la Universidad Estatal Amazónica, situado en la región Amazónica ecuatoriana, de la Provincia de Napo, Cantón Arosemena Tola; en la vía Puyo – Tena km. 44, a una altura de 580 msnm. Latitud 01°18' S y Longitud 77°53' W.

A los 90 días se evaluaron seis características morfológicas para la determinación de la adaptación de las accesiones de vainilla. Se midió la altura de la planta, diámetro del tallo, ancho y largo de hoja, número de hojas y número de tallos, en cada una de las accesiones de las especies establecidas en el banco de germoplasma.

## **TRATAMIENTO DE DATOS**

### **Operacionalización de variables:**

Variables cuantitativas y cualitativas (Tabla 2) para asumir los cálculos en la caracterización morfológica del género *Vanilla*.

Tabla 2. Variables respuesta de caracterización morfológica del género de vainilla

N.º	Variables cualitativas	Tipo	N.º	Variables cuantitativas	Tipo
1	Tipo de crecimiento	Nominal	1	N.º individuos en transecto	Discreta
2	Hábito de crecimiento	Nominal	2	Altura de planta	Continua
3	Forma del tallo	Nominal	3	Diámetro del tallo	Continua
4	Color del tallo	Nominal	4	Distancia internodal	Continua
5	Tipo de tallo	Nominal	5	Número de ramas	Discreta
6	Fisonomía del tallo	Nominal	6	Grosor de hojas	Continua
7	Forma de hoja	Nominal	7	Longitud de hojas	Continua
8	Forma ápice de hoja	Nominal	8	Ancho de hojas	Continua
9	Color lámina de hoja	Nominal	9	Área foliar	Continua
10	Fisonomía de hoja	Nominal	10	Longitud de flor	Continua
11	Tipo de hoja	Nominal	11	Longitud de sépalos	Continua
12	Tipo de peciolo	Nominal	12	Ancho de sépalos	Continua
13	Color de flor	Nominal	13	Longitud de pétalos	Continua
14	Fragancia de flores	Nominal	14	Ancho de pétalos	Continua
15	Ápice de flor	Nominal	15	Longitud de Ovario	Continua
16	Ápice de sépalo y pétalos	Nominal	16	Grosor de Ovario	Continua
17	Forma de sép. y pétalos	Nominal	17	Longitud de labelo	Continua
18	Color de sépalos y pétalos	Nominal	18	Cantidad racimos	Discreta
18	Forma del ovario	Nominal	19	Cantidad flores por racimo	Discreta
20	Color de ovario	Nominal	20	Cantidad frutos por racimo	Discreta
21	Forma de labelo	Nominal	21	Peso cápsulas o frutos	Continua
22	Color de labelo	Nominal	22	Longitud y Ø de frutos	Continua
23	Color de frutos	Nominal	-	-	-
24	Forma de fruto	Nominal	-	-	-

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### Análisis de variables morfológicas

De la información generada en la caracterización morfológica de la diversidad genética de germoplasma de *Vanilla* spp, se aplicó un análisis multivariado mediante el análisis de agrupamiento de Ward (1963), de este modo se midió el grado de asociación entre pares de características mediante el coeficiente de correlación simple. Para una transformación lineal sobre las variables originales, el análisis de componentes principales y, para construir el agrupamiento o dendograma se aplicó la distancia euclidiana al cuadrado mediante conglomerados a través de la técnica de agrupamiento jerárquico; según lo proponen en datos de caracterización de recurso fitogenéticos propuesto por Franco y Hidalgo (2003). En el estudio se utilizó el Software IBM SPSS Statistics versión 25.

## **RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES**

### **Recursos humanos**

Los recursos humanos de control y estudio de la investigación son: director de trabajo de titulación, Codirector de trabajo de titulación, responsable del trabajo de titulación, personal de bioestadística, colaboradores de prospecciones de campo, y propietarios de áreas de estudio.

### **Equipamiento y materiales**

Vehículo, Computadora, Impresora, escáner, Internet, cámara digital, GPS, tijeras de podar, madera dura, tablas de encofrado, sustratos orgánicos, alambre galvanizado, mallas Raschel de polisombra al 50%, grapas, tensores, varillas de hierro, piola de nylon, impermeables machetes, botas de caucho, mapas de las zonas, lápices, etiquetas, marcadores, bolsas de papel, copias, materiales de ferretería, materiales de oficina, libreta de campo, palas, vernier, flexómetro, impresiones, fotografías, y esquejes de especímenes de vainilla.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### DETERMINACIÓN DE DIVERSIDAD DE ESPECIES DE VAINILLA

Se registraron diez sitios de recolecta de especímenes silvestres del género *Vanilla* procedentes de predios con formación vegetal nativa o secundaria del bosque húmedo siempreverde de pie de monte de la cordillera Oriental de los Andes de Napo y Pastaza de la región Amazónica ecuatoriana.

Catorce especímenes silvestres fueron colectados para estudio de caracterización morfológica de la diversidad genética del género *Vanilla* en la Amazonia ecuatoriana, correspondientes a diferentes localidades de la provincia de Pastaza y Napo (Tabla 3). El código asignado para accesión consta de tres letras iniciales para el nombre del país de origen (ECU) (Alercia, 2015), seguido de una codificación estandarizada los dos primeros de la izquierda al código de provincia, dos centrales al cantón, dos de la derecha a la cabecera de parroquias urbanas o rurales (INEC, 2018). Seguido de dos letras mayúsculas del lugar colectado y dos últimas del o propietarios de uso la tierra.

Tabla 3. Localización del género *Vanilla* (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018)

Código de espécimen	Provincia	Localidad	Género <i>Vanilla</i> sp.	Condición biológica
ECU-160150-JB-OT	Pastaza	Puyo-J. Botánico	1	Silvestre
ECU-160150-UEA-HU/WC	Pastaza	Puyo	2	Silvestre
ECU-160150-PUYO-WC				
ECU-160150-OR-CM-MS	Pastaza	Puyo-F. Orellana	1	Silvestre
ECU-160150-PR-WS	Pastaza	Puyo-Parque Real	1	Sembrado
ECU-160152-CAN-MS	Pastaza	Canelos-Palimbe	1	Silvestre
ECU-160152-CAN-GR	Pastaza	Canelos-Yanapuma	1	Silvestre
ECU-160152-CAN-GR/MS				
ECU-160351-SAM-AS	Pastaza	Samasunchi	2	Silvestre
ECU-160351-SAM2-AS				
ECU-160351-CAJ-AT	Pastaza	Cajabamba 2	1	Silvestre
ECU-160150-CIPCA1-UEA	Napo	CIPCA-UEA	2	Silvestre
ECU-150950-CIPCA2-UEA				
ECU-150155-MIS-KALL	Napo	Misahualli-Río Napo	1	Silvestre

Puyo fue la parroquia con mayor número de individuos, seguido de Canelos y Arosemena Tola. Esto indica que son lugares favorables para el desarrollo de plantas de vainilla

silvestre como lo describen Flores et al. (2017), y resultados de Soto-Arenas y Cribb (2010), que la vainilla se encuentra en forma silvestre en las selvas húmedas del bosque tropical de América del Sur.

Durante colectas las plantas presentaron un patrón de distribución agrupada, que varió en función de estratos del dosel y sotobosque de 1 - 15 plantas con buenas a regulares características en calidad y salud de planta; esto significa que a menor altitud existe mayor probabilidad de agrupamiento de especímenes de una misma especie, como lo describen Montañez et al. (2010).

Como sucede con todos los organismos vivos que se desarrollan en condiciones naturales, una población de individuos está bajo una constante interacción dinámica de adaptación de factores bióticos y abióticos, de acuerdo con las necesidades de sobrevivir (Franco y Hidalgo 2003), lo cual permite señalar que la zona de Canelos, con el mayor grado de agrupamiento es el nicho natural del género de *Vanilla*.

En referencia al tamaño poblacional fue de un mínimo de una planta por 20 000 m<sup>2</sup>, este valor difiere con lo señalado por Soto-Arenas y Solano-Gómez (2007), cuando manifiestan que la presencia de la vainilla es extraordinariamente rara, incluso en sitios bien conservados las estimaciones de su densidad la sitúan en un individuo cada 2 - 10 km<sup>2</sup>, o un individuo cada 4 km<sup>2</sup>.

En colectas de enero a julio *in situ* de especímenes silvestres de *Vanilla* spp. en estado de madurez fisiológica se encuentran adheridas a varias especies (forófitas) arbóreas o arbustivas de 6 m a más de 25 m de altura, la frecuencia más alta fue el estado vegetativo con el 35,7%, seguido del estado vegetativo con capsulas tiernas 28,6 %, vegetativo con floración y capsulas tiernas 14,3% y vegetativo con floración capsulas maduras, y vegetativa con floración el 7 %. Este comportamiento se atribuye específicamente a las condiciones genéticas, edad y hábitat de cada zona; condición que difiere a lo demostrado por Martínez y Acosta (2013), que es posible encontrar individuos hasta 10 m de altura con DAP (diámetro altura del pecho) de 20 cm.

El número promedio de plantas por sitio de muestro es de 1 a 12, una planta en la accesión ECU-150950-CIPCA2-UEA y ECU-160351-SAM2-AS, doce plantas en la ECU-160351-CAJ-AT, el resto con valores intermedios.

En relación a la altura de planta sobre el tutor fue la mínima de 200 cm en la ECU-160150-UEA-HU-WC y el valor más alto para la ECU-160152-CAN-GR-MS con 1 450 cm ubicada en la zona de Canelos. Este efecto coincide con Montero (1996), que reporta que tallos de vainilla pueden llegar a medir hasta 50 m de longitud, dependiendo del tamaño del tutor y la forma de las estructuras vegetativas con la edad y posición de tallo.

### Características morfológicas de accesiones de *Vanilla* spp.

Las hojas, flores y frutos de cinco especímenes diferenciados de *Vanilla* spp. silvestres (Figura 5), caracterizados morfológicamente variaron en color, forma y tamaño. Las hojas de menor tamaño el espécimen **D** con registro de accesión ECU-150155-MIS-KALL con 17,8 cm de largo por 1,7 cm de ancho. Especímen **B** de 19,2 cm x 7,7 de la accesión ECU-160150-JB-OT y ECU-160351-SAM2-AS, las de mayor tamaño de 26,8 cm x 6,4 el espécimen **E** con el código ECU-160150-OR-CM-MS, ECU-160150-PUYO-WC y ECU-150950-CIPCA2-UEA; el resto entre valores intermedios.

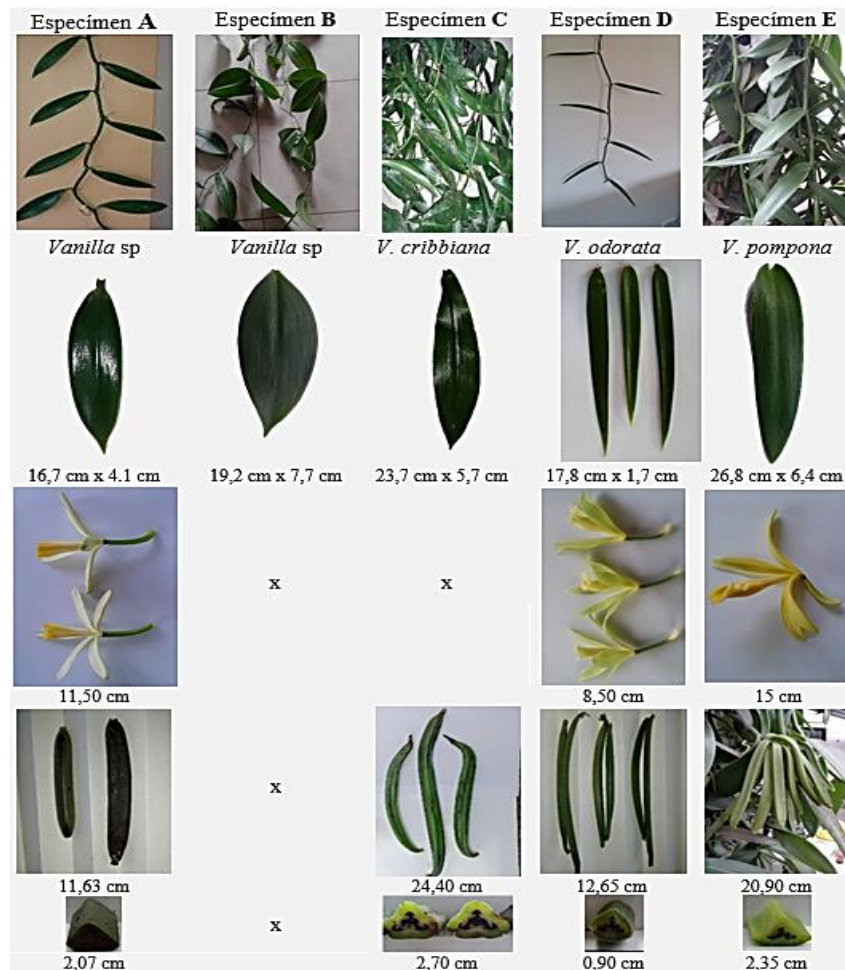


Figura 5. Características morfológicas de *Vanilla* spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018). Fuente: el autor.

En tamaño de flor el espécimen **A** medió 11,5 cm, **D** 8,50, **C** con 15 cm de largo. En longitud de fruto correspondió el espécimen **C** con un promedio de 24,4 cm, en diámetro del fruto el espécimen **E** el 46,7 % de plantas no presentaron fructificación, 26,7 % con cuatro frutos y un fruto el 6,7 %.

Para Jiménez et al., (2017) las condiciones para el desarrollo vegetativo y calidad de frutos de cada especie es su perfil bioclimático, que al estar en forma silvestre tienen una escasa floración, frutos de (1 en 100 o 1 000) flores; además concuerda que el nivel de aromas florales las abejas euglosinas tiene una baja visita, como resultado una escasa producción de frutos (Villanueva et al., 2017).

Según las características morfológica de las poblaciones de plantas silvestres de *Vanilla* spp. se atribuye a la variabilidad genética, presión a los cambios climáticas, interacción biológica planta-suelo, perturbaciones antropogénicas (Franco y Hidalgo, 2003), categorías fisionómicas del bosque en altura, densidad y vigor, flores efímeras, inadecuada polinización derivada por su aroma en atraer polinizadores naturales o estos son muy escasos (Figura 6) comparada con polinización intervenida.

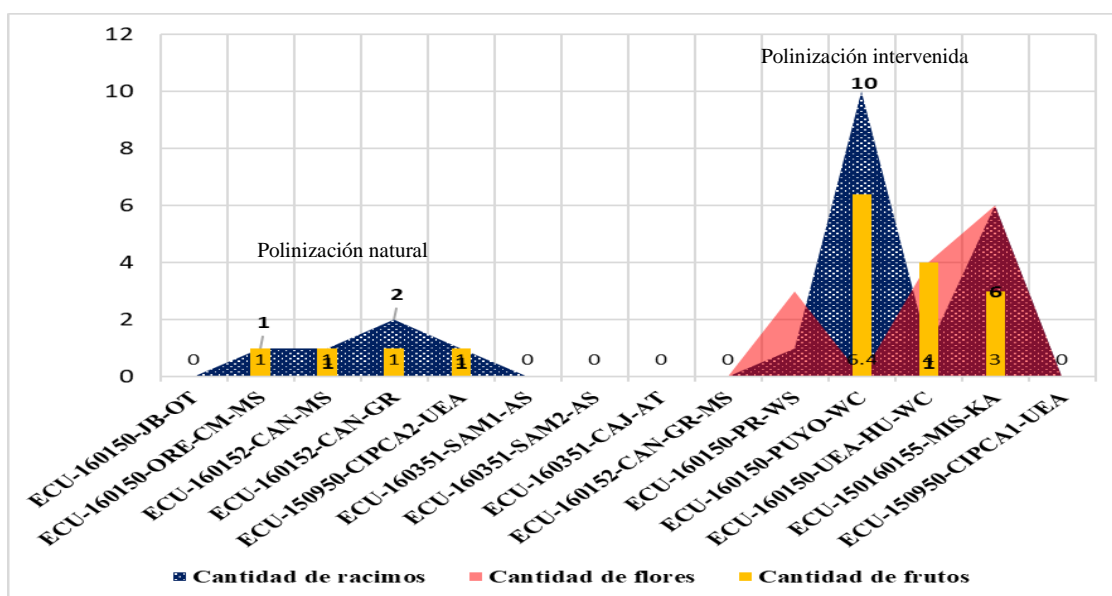


Figura 6. Observaciones reproductivas de accesiones del género *Vanilla*. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018)

Por otra parte, León (2000) indica que las plantas silvestres están sometidas a factores ambientales que actúan solos o en asocio en las características morfológicas de planta silvestre o cultivada. El impacto de estos induce variaciones en la estructura genética lo que resulta un espécimen con distintos grados de supervivencia entre los de mayor

variación son el tallo y hojas (Soto-Arenas y Cribb, 2010). Resultados que son confirmados para el estado fenológico (Tabla 4) vegetativo-fructificación 53,3 %, vegetativo 40,0 % y vegetativo-floración con el 6,7 %.

Tabla 4. Estado fenológico silvestre del género *Vanilla*. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018)

Estado fenológico	Frecuencia	Porcentaje
Vegetativo-fructificación	8	53,3
Vegetativo	6	40,0
Vegetativo-floración	1	6,7
Total	15	100,0

En general el comportamiento de la planta de vainilla es de un hábito hemiepipíta como lo describen Fouché y Jouve (1999), tipo perenne, trepadora, tallo monopódico simple o ramificado carnoso, cilíndrico de color verde oscuro flexible, con raíces terrestres y aéreas, con variada dirección de sus hojas; características morfológicas que no diferenciaron a lo definido por Montero (1996).

La matriz de correlación simple del grado de asociación entre par de características morfológicas cuantitativas (Tabla 5), matizan 12 coeficientes significativos. Se determinó que los coeficientes mayores a 0,40 corresponden a las asociaciones que representan a estándares naturales de variación como lo sugiere Franco y Hidalgo (2003).

Tabla 5. Matriz de correlación simple entre caracteres morfológicos en germoplasma *Vanilla* spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018)

Características	N° E	A P	D T	D I	G H	L H	A H	Á F	N° R P
N° especímenes	1,000								
Altura planta	,264	1,000							
Diámetro tallo	-,092	,205	1,000						
Distancia internodal	,138	,199	<b>,465</b>	1,000					
Grosor hojas	<b>-,407</b>	-,114	<b>,709</b>	,214	1,000				
Longitud hojas	-,165	,325	<b>,751</b>	,370	<b>,640</b>	1,000			
Ancho hojas	-,248	<b>,042</b>	,189	,002	-,032	<b>,490</b>	1,000		
Área foliar	-,158	,310	<b>,661</b>	,314	,350	<b>,873</b>	<b>,779</b>	1,000	
N° ramas primarias	-,047	-,056	<b>,662</b>	<b>,677</b>	,345	,219	,000	,268	1,000

La correlación positiva más alta correspondió al área foliar y longitud de hoja ( $r = 0,873$ , seguida por su ancho de hoja ( $r = 0,779$ ), y diámetro del tallo ( $r = 0,661$ ); Longitud de hoja con diámetro de tallo ( $r = 0,751$ ) asimismo con grosor de hoja ( $r = 0,640$ ), esta con diámetro del tallo ( $r = 0,709$ ), con una correlación negativa con el número de especímenes encontrados en campo ( $-0,407$ ); la asociación número de ramas de ramas con distancia internodal ( $r = 0,677$ ), ésta a su vez con diámetro del tallo ( $r = 0,662 - 0,465$ ); ancho y longitud de hojas ( $r = 0,490$ ).

Esto explica que los descriptores morfológicos en área, longitud y ancho de hojas son importantes con efecto discriminatorio para la identificación de la variabilidad y diversidad genética del género *Vanilla*, como lo afirma Gigant et al. (2011). Para una identificación fiable de colectas a partir de descriptores morfológicos se deben observar variaciones de caracteres vegetativos y florales, que en ocasiones es imposible de determinar por la característica efímera de flores, bajas densidades poblacionales y floración sincrónica (Soto, 1999).

Los resultados de las observaciones coinciden con Vargas y Gámez (2014), los que manifiestan, que la morfología de la hoja es útil para la identificación del género de vainilla. Mientras que Rodríguez-Covarrubias (2012), manifiesta que los datos florales son los que se consideran de mayor peso para determinar especies en la familia Orchidaceae.

### **Análisis de componentes principales**

La varianza agrupada en cada componente principal es diversa y estrecha en su ordenamiento. El primer componente demuestra el 42,396 % de la variabilidad morfológica total del germoplasma de *Vanilla* spp., segundo 18,601 %, tercero 16,961 %, hasta que toda la varianza explicada permanece distribuida diferentemente hasta el noveno componente (Tabla 6). Según Cliff, 1987 (citado en Franco y Hidalgo, 2003) indica que se deben considerar como aceptables cuyos valores propios explique el 70% de los principales factores de variabilidad.

Asumiendo lo descrito por Cliff (1987), en el análisis de datos se asumiría los tres primeros componentes que en asociación muestran más del 77 % de la varianza total. Condición que coincide con el criterio de Kaiser (1960) que, demuestra para la discriminación de las componentes principales los valores propios sean  $\geq 1$  (Franco y Hidalgo, 2003). Según los

criterios señalados se han estimado tres factores que acumulan el 77,9 % de la varianza explicada.

Tabla 6. Varianza total explicada de extracción de análisis de las componentes principales en la caracterización morfológica de germoplasma de *Vanilla* spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018).

Comp onente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	3,816	<b>42,396</b>	42,396	3,816	42,396	42,396	2,736	30,394	30,394
2	1,674	<b>18,601</b>	60,997	1,674	18,601	60,997	2,727	30,303	60,698
3	1,527	<b>16,961</b>	<b>77,958</b>	1,527	16,961	77,958	1,553	17,261	77,958
4	,917	10,190	88,148						
5	,562	6,240	94,388						
6	,366	4,067	98,456						
7	,075	,837	99,292						
8	,044	,485	99,777						
9	,020	,223	100,000						

En la Figura 7 de los componentes de sedimentación, se retienen tres autovalores asociados mayores que uno, que explican en resumen el total de la información; mientras decrecen los autovalores, éstos expresan una baja variabilidad o son similares entre ellos, o posiblemente carezcan de importancia.

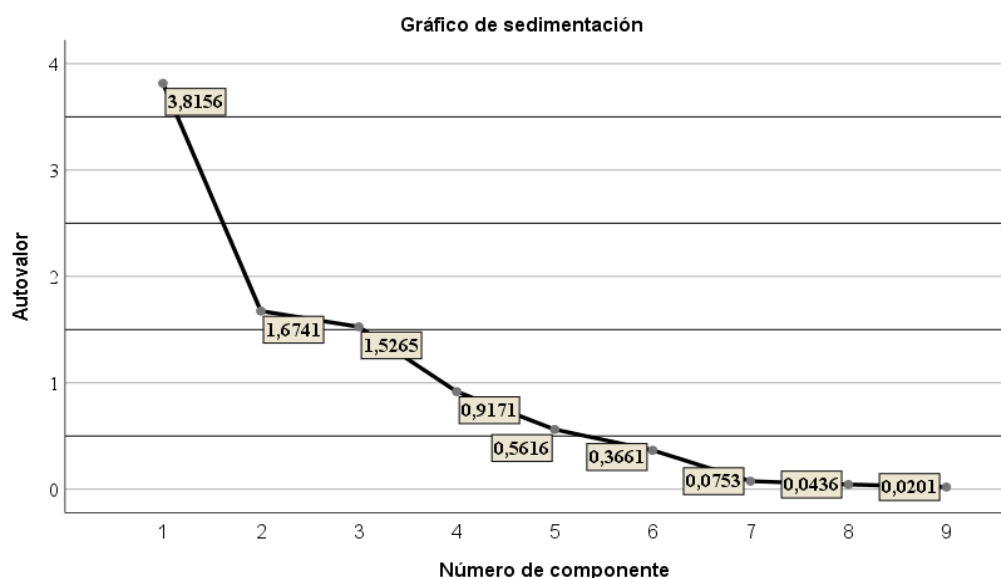


Figura 7. Esquema de sedimentación de extracción por componentes principales de las características morfológicas de *Vanilla* spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018)

Del análisis factorial en la matriz de componentes rotados (Tabla 7), mediante el método de varianza máxima se agrupan tres componentes:

El componente uno, agrupa las variables área foliar, ancho y longitud de hojas, lo que significa que están altamente relacionadas e influyen en la diferenciación morfológica de especímenes silvestres del género *Vanilla* spp., las observaciones realizadas concuerdan con Vargas y Gámez (2014) al indicar que la morfología de la hoja es útil para la identificación de la especie de vainilla.

Tabla 7. Matriz de componente rotado de características morfológicas de *Vanilla* spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018).

Matriz de componente rotado <sup>a</sup>			
Características morfológicas	Componente		
	1	2	3
Área foliar	<b>,933</b>	,299	
Ancho de hojas	<b>,847</b>	-,187	
Longitud de hojas	<b>,817</b>	,460	
Número de ramas primarias		<b>,861</b>	
Diámetro de tallo	,462	<b>,805</b>	
Distancia internodal		<b>,784</b>	,299
Grosor de hojas	,262	<b>,617</b>	-,561
Número de individuos por transecto	-,248		<b>,802</b>
Altura de planta	,365		<b>,699</b>

El componente dos, agrupa en su orden cuatro variables, número de ramas primarias, diámetro de tallo distancia internodal y grosor de hojas, información relevante de menos peso, para describir variaciones morfológicas en estado vegetativo del género de vainilla, como lo confirman Bory, Grisoni, Duval, y Besse (2008).

El componente tres, agrupa las variables número de individuos por transecto y altura de planta y se atribuye a que están relacionadas a factores ambientales y genéticos con distintos grados de supervivencia (Soto-Arenas y Cribb, 2010), condición que induce una variabilidad de especímenes colectados del género *Vanilla*, considerando que, estos últimos descriptores morfológicos son de bajo peso o de carácter distintivo en la discriminación para evaluar plantas (Hernández-Villareal, 2013).

En trabajos concluyentes de Bory et al. (2008); Soto-Arenas y Cribb (2010) demuestran que la clasificación taxonómica en el género *Vanilla* se basa en la variación morfológica en estados vegetativos con atributo al estado floral.

Para establecer cuales descriptores morfológicos demuestran asociación entre especímenes de vainilla en el espacio rotado (Figura 8), que intervienen en identificación de diversidad genética del género *Vanilla* spp., corresponde área foliar, ancho y longitud de hojas al



primer componente; número de ramas primarias, diámetro de tallo, distancia internodal y grosor de hojas al segundo componente, y, número de individuos por transecto, altura de planta al tercer componente.

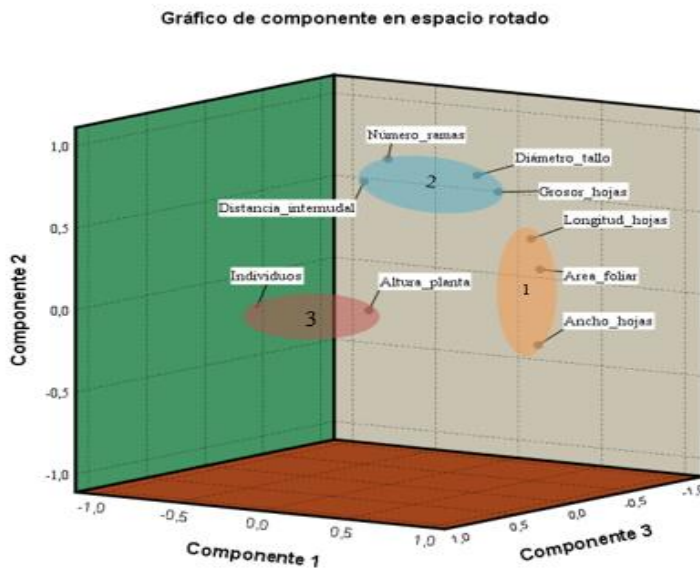


Figura 8. Dispersión de nueve variables morfológicas vegetativas de *Vanilla* spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018)

### Análisis cluster conglomerados jerárquicos

Mediante el método de agrupamiento de Ward y Distancia euclídea al cuadrado, de 14 especímenes silvestres de vainilla colectados en la Amazonía ecuatoriana, en función de nueve características morfológicas cuantitativas *in situ* (Anexo 4, Figura 9) originó cuatro agrupaciones con sus respectivos especímenes de discriminación.

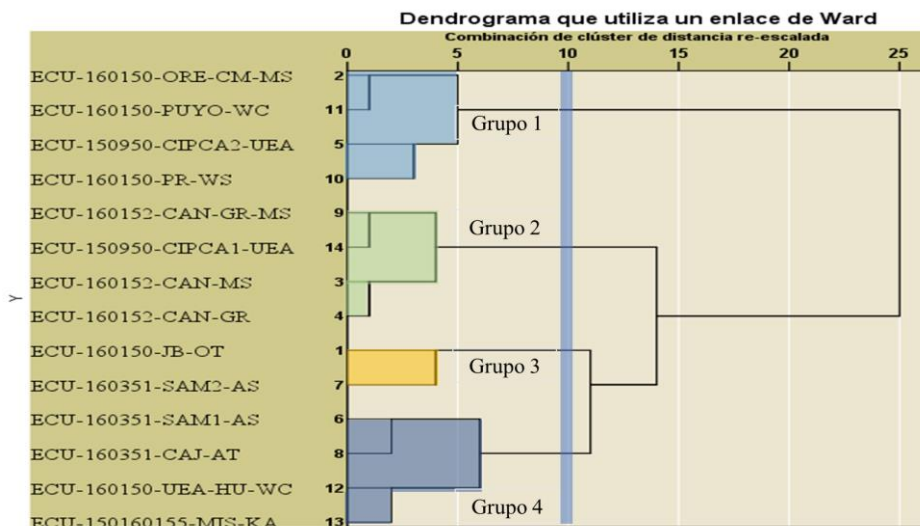


Figura 9. Dendrograma de diversidad genética de 14 accesiones de *Vanilla* spp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018)

La Agrupación 1 está formada por cuatro especímenes 2,11, 5 y 10 de características morfológicas silvestres semejantes, que corresponden a la especie *V. pompona*. Este grupo tiene el distintivo de tallos lisos, rectos, carnosos, cilíndricos de 1,05 - 1,90 cm, de crecimiento herbáceo ramificado, entrenudos 8 - 16 cm, color verde oscuro a claro. Hojas dísticas verde oscuras a verde pálido con grosor 0,2 - 0,3 cm, carnosas de 16 - 38 cm de longitud por 4,9 - 9,5 cm de ancho, oblongolanceoladas, ápice agudo, quebradiza, de base sésil, área foliar 24,72 - 126,97 cm<sup>2</sup>. Inflorescencia mayor a 10 flores. Flores efímeras con fragancia, se abren de 1-2 por tiempo, 15 cm de largo, color amarillo más intenso al interior del labelo. Ovario 5,1 - 6,5 cm de largo, 0,7 - 8,0 cm de ancho, color té verde, arqueado, de forma triangular, liso. Según las características demostradas tienen similitud con lo expuesto por Soto-Arenas y Cribb (2010), y al cuadro comparativo de similitud de especies de vainilla demostrado por Rodríguez-Covarrubias (2012).

La agrupación 2 está formada por cuatro especímenes 9, 14, 3 y 4 con distancias entre (4,318 - 4,796) (Anexo 4, Figura 8) de características morfológicas de similitud a *V. cribbiana*; caracterizada por tener tallo circular, semirrecto, liso, color verde oscuro con brillo, diámetro 0,60 - 1,20 cm, distancia internodal 5,50 - 19,70 cm, Hojas subsésiles, oblonga lanceoladas, acuminadas, suculentas, verde oscuro, 0,10 cm de grosor, 3,82 - 16,30 cm de longitud, 4,6 - 8,90 cm de ancho, área promedio 133,28 cm<sup>2</sup>. Frutos verdes, 28,40 cm de largo, sección transversal 2,17 cm de ancho, subangulosos, pedúnculo 0,8 cm x 5,5 cm de largo, aromáticos y dehiscentes al madurar. Valores que se acercan a los resultados expuestos por Soto-Arenas y Cribb (2010) en la clave para la especie y subespecie de *V. cribbiana*. La variabilidad demostrada en grosor de tallo y hojas se atribuye a la interrelación bioclimática, genética, y erosión antrópica, como lo expone Villanueva-Viramontes et al. (2017) en el estudio de la *V. planifolia* silvestre y sus parientes en México.

La agrupación 3 está constituida por especímenes de *Vanilla* spp., 1 y 7 con distancia de 12,638 (Anexo 4, Figura 8), se caracterizan de un tallo cilíndrico de 0,42 cm, distancia internodal 9,6 cm, color verde a verde claro, sin brillo, tipo suculento, hemiepífita. Hojas oblongas, coriáceas blandas de 19,28 cm longitud x 7,73 cm de ancho, grosor 0,39 cm, área foliar 102,7 cm<sup>2</sup>, color verde a verde oscuro sin brillo. Las observaciones permiten conocer que cada especie de vainilla tiene un perfil bioclimático para su desarrollo vegetativo, reproductivo y genético, como afirma Flores Jiménez et al. (2017b).

La agrupación 4 está compuesta por cuatro especímenes 6, 8, 12, y 13 con distancia entre 5,560 - 6,081 (Anexo 4, Figura 8), con características biológica silvestre del bosque húmedo tropical, hemiepífita, comportamiento fenológico diferente, debido a la edad y posición de los tallos (Montero, 1996), además influenciada por factores genéticos y ambientales (Reina-Rodríguez, 2011) las características morfológicas con respecto a la forma del tallo son cilíndricos, trepadores, crecimiento monopodial, perennes y poco ramificados.

Para las accesiones ECU-160351-SAM1-AS y ECU-160152-CAN-GR-MS, se atribuye a la especie *V. cribbiana* por encontrarse valores muy cercanos a lo descrito por Soto-Arenas y Cribb (2010), en referencia al diámetro del tallo y longitud y ancho de hojas. Para el caso de la accesión ECU-160150-UEA-HU-WC, con característica morfológica reproductivas muy peculiares no comparte aproximaciones con la guía de identificación taxonómica propuesta por estos autores, posiblemente se trate de una nueva especie.

En referencia al diámetro del tallo y longitud y ancho de hojas. Para el caso de la accesión ECU-160150-UEA-HU-WC, con característica morfológica reproductivas muy peculiares no comparte aproximaciones con la guía de identificación taxonómica propuesta por Soto Arenas y Cribb (2010), posiblemente se trate de una nueva especie.

La accesión ECU-150160155-MIS-KA identificada como *V. odorata*, estaría acreditada por la diferenciación con el resto, por tener hojas lanceoladas fuertemente acuminadas de 17,78 cm de longitud x 1,7 cm de ancho, área foliar 22,556 cm<sup>2</sup>, que se caracterizan de un tallo subcilíndrico de 0,42 cm, distancia internodal 9,6 cm tienen un distintivo común con lo anotado por Rodríguez-Covarrubias (2012), y Koch et al. (2013). Por tener una floración sucesiva de 1 a 2 abiertas por tempo, color verde blanquecina, fragancia débil, ovario redondo, liso de 0,3 mm de espesor. Sépalos oblongolanceolado, ápice agudo, redondeado base atenuado subanguloso, cóncavo 4,7 - 5,4 x 0,8 - 0,83 cm. Pétalos oblongolanceolado, carnosos, ligeramente caliptrados, base atenuada, cóncavo, 4,6 cm de largo x 0,7 cm de ancho. Frutos estrechamente cilíndricos, verde oscuro, 17,5 de largo, 0,8 - 1 cm de espesor, fuertemente fragantes, aroma similar a la de *V. planifolia*, como lo describe Soto-Arenas y Cribb (2010) para la especie de *V. odorata*.

## CARACTERIZACIÓN DE *Vanilla* spp.

Mediante el análisis de descriptores morfológicos vegetativos y reproductivos de *Vanilla* spp. se determinó las especies para la Amazonia ecuatoriana:

### *V. odorata*

El espécimen ECU-150155-MIS-KALL silvestre (Figura 10), colectado de las playas del río Napo Misahualli Ecuador a 435 msnm, de suelos de topografía plana de textura arenosos de color pardusco con acumulación orgánica de bosque de dosel ralo, planta de crecimiento herbáceo ramificada, hemiepífita de cuatro metros de altura en promedio, con parientes silvestres hasta 30 m de distancia.

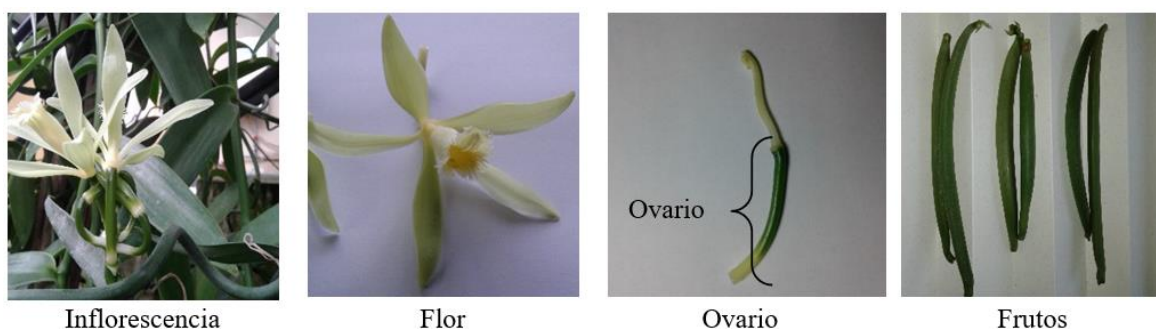


Figura 10. Estructuras reproductivas de *V. odorata*. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018). Fuente: el autor

Tallo recto cilíndrico de 0,40 - 0,75 cm de diámetro, distancia internodal 7,80 - 15,5 cm, color verde oscuro (5G6/8) con brillo de tipo carnosos. Hojas dísticas, lanceoladas a ensiformes 13,70 - 22,20 cm largo x 1,20 - 2,20 cm de ancho, acuminadas con brillo, subsésiles 0,2 cm de grosor, área foliar promedio 22,56 cm<sup>2</sup>, color verde oscuro (5G6/8), de tipo suculenta, inflorescencia lateral. Flores de 8,5 cm de largo sin fragancia, se abren recíprocamente de 1 a 2, efímeras, viscosas de color té verde a verde pálido al exterior, al interior del labelo amarillento.

Ovario cilíndrico, curvado ventralmente de color verde oscuro con base color blanco, longitud 3,57 x 0,42 cm de diámetro. Sépalos lanceolada subacuminados de color té verde a verde pálido, longitud 5,20 x 1,10 cm de ancho. Pétalos color té verde a verde pálido de 4,70 cm longitud x 1,00 cm de ancho, subacuminados con una vena central definida. Labelo en forma de trompeta, ápice irregular fimbriado de 4,25 cm de longitud x 1,22 cm

de ancho, amarillento en su interior. Frutos de color verde oscuro subcilíndricos con 4,58 g de peso, 15,65 cm de longitud x 0,90 cm de ancho en promedio.

Del análisis morfológico este espécimen corresponde a *V. odorata* por encontrarse dentro de los valores taxonómico de Soto-Arenas y Cribb (2010), correspondiente al grupo 5 de *V. planifolia*, por ser de flores verdosas, labelo cóncavo que en especies de América de Sur tienen un callo apical conectado con el callo peniciliado en el medio del labelo por hileras de papilas, ápice del labelo generalmente recurvado (Hurtado (2012)). Esta especie se diferencia por tallos delgados, hojas angostas lanceoladas, fuertemente acuminadas, con flores pequeñas de color blanco verdosas similar al color de té verde, observaciones que coinciden con la información de Soto-Arenas (2009).

Es probable que parte de la variación observada en *V. odorata* pueda ser el resultado del flujo genético con *V. planifolia* (Lubinsky et al., 2008). Comparando con la distribución geográfica esta especie probablemente tiene una distribución desde México hasta Argentina (Soto-Arenas, 2009). En Ecuador-Guayaquil con el nombre bejuquillo o vainillita, en la Amazonia coexiste en forma silvestre al margen del río Napo (Anexo 5).

### ***V. pompona***

Los especímenes silvestres (ECU-160150-OR-CM-MS, ECU-160150-PUYO-WC, ECU-160150-PR-WS) recolectados de la zona de Puyo del cantón Pastaza, mientras que ECU-150950-CIPCA2-UEA del Centro de Investigaciones, Posgrado y conservación de la Universidad Estatal Amazónica de Ecuador (Anexo 5a) con formación vegetal secundaria de dosel muy ralo o agrupado del bosque húmedo siempreverde piemontano, entre 570 a 750 msnm, suelos del Orden Inceptisol para la parte alta y Entisol parte baja (MAGAP, 2014) de topografía Ondulada del 11-15 %, textura franco arenoso, de color amarillo arcillo en el horizonte B, coexistiendo plantas de crecimiento hemiepífita herbáceo ramificada, de 0,6 a 3 m de altura en promedio, con parientes silvestres cercanos de 10-1000 m de distancia.

Este grupo de especímenes (Figura 11) tienen un tallo liso, recto carnosos, cilíndrico de 0,90-1,80 cm, crecimiento herbáceo ramificado, distancia internodal 9 - 19 cm, color verde oscuro (5G 6/8) con brillo. Hojas dísticas verde oscuras a verde pálido (5G5/12) con grosor 0,2 – 0,3 cm muy suculentas a carnosas de 16 - 38 cm de longitud por 4,40 - 8,60 cm de ancho, oblongolanceoladas con brillo más intenso cuando es joven, ápice agudo,

quebradiza, de base sésil, área foliar 68,55 - 227,82 cm<sup>2</sup>. Inflorescencia mayor a 10 flores. Flores efímeras con fragancia, se abren de 1 - 2 por tiempo, 15 cm de largo, color amarillo maíz (5Y8/6), amarillo más intenso al interior del labelo. Ovario 5,1 - 6,5 cm de largo, 0,7 - 8,0 cm de ancho, color té verde, arqueado mayor a la unión del racimo floral, de forma triangular, liso, ligeramente estriado en uno de sus lados.



Inflorescencia

Flor

Ovarios

Sépalos-pétalos

Frutos

Figura 11. Estructuras reproductivas de *V. pompona*. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018). Fuente: el autor

Sépalos curvados, color amarillo maíz (5Y 8/6) 8,7 - 9,5 cm de largo, 1,1 - 1,8 cm de ancho, forma oblongolanceolado truncado en su base, acanalada a la unión del ovario, consistencia carnosa de 2,5 mm de grosor, ápice agudo de color verde amarillento. Pétalos color amarillo maíz (5Y8/6) oblongolanceolados, oblicuos, ápice agudo, base atenuada truncada, ligeramente curvados, suculentos flexibles y suaves, de 0,1 cm de grosor.

Labelo tubular margen superior ondulado hacia el exterior ligeramente irregular de 9,70 cm de largo x 3,4 cm de ancho, color amarillo maíz (5Y8/6), amarillo más intenso al interior (5Y8/8), callo peneciliado. Columna alagada de color amarillo de 7,1 x 4,5 cm. Fruto arqueados en forma de plátano de aspecto triangular de 20,90 cm de longitud x 2,35 cm de base, de color verde claro con 37,16 g de peso promedio.

La morfología de este espécimen corresponde a *V. pompona* por encontrarse dentro de los valores taxonómico de Soto-Arenas y Cribb (2010), correspondiente al grupo grupo *V. pompona*, por sus hojas muy suculentas, tallo grueso, flores fragantes de color naranja, frutos gruesos trígonos de aspecto a un banano (Hurtado, 2012). Esta especie se diferencia por su mayor tamaño en diámetro tallo, longitud de hojas, tipo de hojas gruesas, carnosas quebradizas oblongolanceoladas, con flores grandes de color amarillo a naranja; resultados que concuerda a los estudios de Soto-Arenas y Cribb (2010) para la especie.

Al haberse apreciado una leve variación en datos morfológicos (Ferreira et al., 2017) mencionan que esta especie por lo general es algo variable con respecto hojas grandes, tallos más gruesos y el tamaño de la flor, especialmente en las costas del pacífico. Confrontando a su distribución geográfica esta especie se la encuentra en Brasil, Colombia, Ecuador, México y Nicaragua.

### ***V. cribbiana***

Colectada en seis áreas, Centro Investigaciones, Posgrado y conservación de la Universidad Estatal Amazónica del cantón A. Tola provincia de Napo la ECU-160150-CIPCA1-UEA. Comunidad Cajabamba 2, y Samasunchi en la parroquia San José cantón Santa Clara ECU-160351-CAJ-AT, ECU-160351-SAM-AS. Parroquia Canelos del cantón y provincia de Pastaza ECU-160152-CAN-MS, ECU-160152-CAN-GR y ECU-160152-CAN-GR/MS (Anexo 5b). En un rango altitudinal de 493 a 1102 msnm, distribución espacial agrupada bajo la formación vegetal primaria mayor 25 m de altura, dosel denso del bosque húmedo siempreverde de pie de monte de la cordillera Oriental de los Andes (Figura 12).

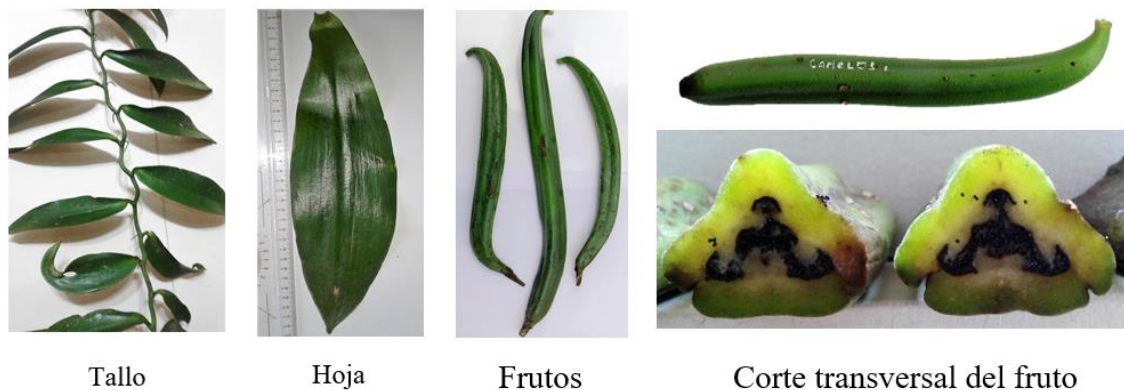


Figura 12. Estructuras vegetativas y reproductivas de *V. cribbiana*. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018). Fuente: el autor

Topografía ondulada de 5 - 30 %, suelos pardo amarillento, con parientes silvestres entre 20 a 700 m de distancia promedio, altura de planta de 3 m a más de 17,50 m, temperatura 21,4 a 22,3 promedio año, humedad relativa del 88 %. Plantas saludables de crecimiento hemiepífita herbáceo, ramificadas, seis especímenes promedio por área de muestreo, y de mayor contribución porcentual de distribución, lo indica que son lugares donde se presentan las condiciones favorables para el buen desarrollo de las plantas de vainilla cultivada y silvestre (Flores et al., 2017).



Tallo circular, semirrecto, liso, color verde oscuro con brillo, diámetro 0,61 - 0,87 cm, distancia internodal 9,79 - 14,25 cm, 2 - 5 ramas primarias. Hojas subséciles, oblongolanceoladas, acuminadas, suculentas, verde oscuro, 0,10 cm de grosor, 12,2 - 26,84 cm de longitud, 4,6 - 6,77 cm de ancho, área 55,64 - 133,28 cm<sup>2</sup>. Floración no presente, Frutos verdes, 28,40 cm de largo, sección transversal 2,17 cm de ancho, subangulosos, pedúnculo 0,8 cm de ancho x 5,5 cm de largo, aromáticos y dehiscentes al madurar.

De la cateterización morfológica se atribuye a *V. cribbiana* por tener una cercana similitud a la demostrada en la guía de identificación de las *Vanilla* propuesta por Soto-Arenas y Cribb (2010), correspondiente al grupo Grupo *V. hostmanii*, por tener flores usualmente blanquecinas, labelo Amarillo-naranja, hojas más atenuadas en la base y acuminadas (Hurtado (2012)). En relación al tamaño del fruto fue superior, debido a la polización natural de un fruto por rácimo floral, que al estar en forma silvestre tienen una escasa floración y fructificación, de un fruto de 100 - 1 000 flores como lo describe Villanueva (2017). Condición que se puede atribuir a la interrelación bioclimática, genética, y erosión antrópica.

#### **Espécimen ECU-160150-UEA-HU/WC**

Colectado en jardines urbanos de la ciudad de Puyo, cantón y provincia de Pastaza (Anexo 5) a 962 msnm, de formación ecológica de bosque pluvial Pre Montano (bp-PM) al piedemonte de la cordillera Oriental de los Andes, suelos del Orden Inceptisol (MAGAP, 2014), topografía 3 %, textura franco arenoso, planta de crecimiento hemiepífita herbácea ramificada, de 2 m de altura promedio, con parientes cercanos silvestres a 10 metros.

Tallo recto cilíndrico de 0,50 - 0,80 cm de diámetro, distancia internodal 8,0 - 14,5 cm, color verde (5G6/10), con brillo, suculento. Hojas oblongolanceoladas, acuminadas, color verde (5G7/6), suculenta, longitud 9,50 - 22,60 cm, ancho 2,80 - 5,60 cm de ancho, área foliar promedio 51,95 cm<sup>2</sup>. Inflorescencia axilar con seis flores. Flores efímeras, vistosas, fragancia leve a canela, se abren de 1 - 2 por tiempo, color amarillento, longitud 11,50 cm. Sépalo amarillo pálido, verde amarillento al ápice, ápice agudo, largo 6,90 cm, 1,40 cm de ancho, 0,20 cm de grosor. Pétalos amarillentos, una vena prominente longitudinalmente, ápice agudo, longitud 6,75 cm, ancho 1,43 cm, grosor 0,10 cm.

Ovario liso, curvado de color verde claro, aplanado a redondeado, largo 5,25 cm, ancho 0,5 cm. Labelo en forma de embudo, color amarillo intenso al interior, longitud 6,1 cm x 1,8



cm de apertura, consistencia coriácea. Longitud de columna 3,5 cm x 0,5 cm grosor. Fruto estado inmaduro de color verde, con brillo, carnososo, subanguloso, racimo de cuatro frutos, longitud 11,63 cm, grosor 2,07 y 17,57 g de peso.

La característica morfológica (Figura 13) de este género no comparte aproximaciones con la guía de identificación propuesta por Soto-Arenas y Cribb (2010), posiblemente se atribuye a una nueva especie, o variación intraespecífica basada únicamente en las observaciones morfológicas (Bory, Duval y Besse, 2010). La caída prematura del 100 % de frutos, o la existencia de un patrón diferencial en la expresión de genes y rutas metabólicas involucradas imposibilitó el registro completo de datos como lo señala (Salazar et al., 2016).

Comprobar la identidad de vainillas silvestres representa un problema, porque raramente contienen frutos o flores, se encuentran en malas condiciones, o representadas por un solo ejemplar; material morfológico insuficiente para resolver su taxonomía (Bory et al., 2010).

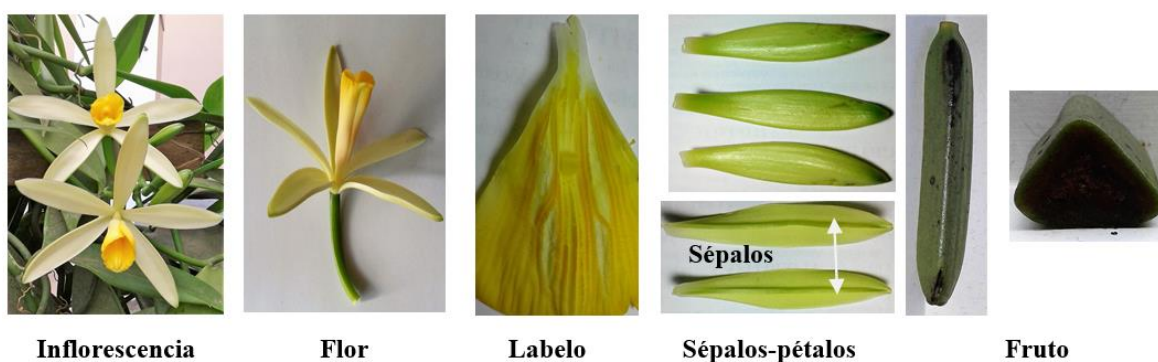


Figura 13. Estructuras reproductivas de *Vanilla* sp. (pedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018 Fuente: el autor)

### Especímenes ECU-160351-SAM2-AS y ECU-160150-JB-OT

Identificados en dos sitios, comunidad de Samasunchi parroquia San José del cantón Santa Clara y en el jardín botánico las Orquídeas de Puyo cantón y Provincia de Pastaza respectivamente (Anexo 5c), de condición biológica silvestre del bosque nativo de dosel denso, forófitos mayor a 25 m, de formación ecológica bosque pluvial Pre Montano (bp-PM) de pie de monte de la cordillera Oriental de los Andes, suelos del Orden Inceptisol (MAGAP, 2014) en rango altitudinal de 925 - 1101 msnm, topografía colinado (16-30 %), suelo con horizonte orgánico color amarillos a partir de los 10 cm. Planta hemiepífita de

escasa ramificación, limitada disponibilidad de plantas de referencia, distribución agrupada 1 - 2 plantas de 2 - 3 m de alto, parientes silvestres cercanos de 50 a 100 m (Figura 14).



Figura 14. Estructuras vegetativas de *Vanilla* sp. (piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza, 2018). Fuente: el autor

Tallo verde, herbáceo, simple o ramificado, recto, cilíndrico, diámetro 0,38 - 0,40 cm, internodal 6,83 - 12,37 cm, sin brillo. Hojas verdes oscuro sin brillo, subsésiles, oblongas, acuminadas, coráceas blandas, longitud 17,65 - 20,80 cm, ancho 17,65 - 20,80 cm, grosor 0,5 - 0,7 cm, área foliar 82,67 - 12,72 cm<sup>2</sup>, sin registro de flores y frutos.

Los resultados de las observaciones coinciden con Fouché y Jouve (1999), quien menciona que el género *Vanilla* tiene hábito hemiepífita, herbacea, trepadora, tallo monopódico, cilíndrico simple o ramificado de color verde, formado por entrenudos. Características que según Vargas y Gámez (2014) las hojas son de gran utilidad para la identificación. A partir de la cual se determinó que este espécimen pertenece al género *Vanilla* sp.

Para afrontar el estudio del género de *Vanilla* sp., la población de plantas en estado vegetativo no favoreció ser contrastada taxonómicamente para la identificación de su especie, debido a que en estado silvestre las estructuras vegetativas varían de acuerdo a la edad y posición de los tallos (Montero, 1996). Además raramente contiene frutos o flores, material botánico de referencia escaso y dispersa, que imposibilita resolver su taxonomía (Bory et al., 2010). Estas afirmaciones (Reina-Rodríguez, 2011) considera que están influenciadas por la textura, química de la corteza, así como la disponibilidad de micorrizas durante la posición forófito más orquídea.

Igualmente sostienen Soto-Arenas y Dressler (2010) que, por ser una flor efímera, asociada generalmente a la cima del dosel del bosque tiene una gran variación vegetativa del hábito

de crecimiento hemiepífito, que algunas especies son muy raras, que solamente florecen cuando hayan alcanzado un tamaño considerable.

En general la variabilidad morfológica expuesta en parientes silvestres de vainilla está relacionada a factores genéticos, ambientales y actividades antrópicas, a pesar de ello, en nuestro medio, las investigaciones taxonómicas son insuficientes, y el género está plagado de identificaciones erróneas, sinonimias y confusión. Aunque existen estudios morfológicos abundantes de *Vanilla*, es poco el trabajo en cuanto a la anatomía vegetativa comparada, y aún, menos trabajos encaminados a la aplicación taxonomía como lo afirma Reina-Rodríguez (2011) que dificulta en la determinación datos de su biología floral, para la identificación correcta de la especie.

## **EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE ACCESIONES DE *Vanilla* spp. EN EL BANCO DE GERMOPLASMA**

De colectas realizadas a las provincias de Napo y Pastaza, se identificaron cinco genotipos de parientes silvestres pertenecientes a las especies *V. odorata*, *V. cribbiana*, *V. pompona*, y dos géneros no identificados la especie (Tabla 8). Para salvaguardar el material genético se acondicionó en un área bajo sombra de 360 m<sup>2</sup> con mallas Raschel 50%, dejando un entorno de diversos árboles como sombra secundaria, conjuntamente con la aplicación metodológica para conservación en campo propuesto por la FAO, 1996; Reyes et al., 2014, y la guía para el manejo y conservación de los recursos genéticos en Ecuador (Tapia et al., 2018).

Tabla 8. Accesiones para conservación de germoplasma de vainilla en el CIPCA.

Accesión	Sitios de colecta	Latitud S	Longitud W	Altura
ECU-150160155-MIS-KA	Napo-Misahuali	01°03'15"	77°39'42"	435 msnm
ECU-150950-CIPCA2-UEA	Arosemena Tola	01°14'22"	78°53'40"	962 msnm
ECU-160150-UEA-HU-WC	Puyo	01°28'55"	78°06'11"	962 msnm
ECU-160152-CAN-MS	Canelos-Palimbe	01°34'10"	77°45'30"	517 msnm
3:ECU-160351-SAM1-AS	Samasunchi 1	01° 19'07"	77°56'30"	1101 msnm

En el estudio de la diversidad genética del género *Vanilla* se ha comprobado una variedad de plantas del género de vainilla, este resultado indica que en la Amazonía ecuatoriana existe una importante diversidad genética, esto demuestra que no solo en México se encuentra mayor diversidad genética como lo describen Herrera, Maximino Díaz, y Salazar

(2014). Estas plantas, que al estar sometidas a factores ambientales influyen en su estructura genética en distintos grados de supervivencia (León, 2000).

Siendo un recurso genético importante, la mayoría de las poblaciones silvestres están genéticamente erosionadas a tal grado que se encuentra sujeta a protección especial en otros países (Herrera et al., 2014; FAO, 1996; Bello-Bello, 2015). Para la Amazonia ecuatoriana es importante iniciar acciones de estrategias de rescate y conservación en bancos de germoplasma para preservar los genotipos existentes como lo sugieren Sánchez-Chiang y Jiménez (2010). No obstante Soto-Arenas y Ramos (2017) explican que es necesario realizar esfuerzos a nivel mundial para favorecer la permanencia en estado silvestre, por representar un invaluable reservorio de variación genética.

Por tal motivo, es imperante tomar medidas a corto plazo de una estrategia de conservación integrada de la diversidad de *Vanilla* spp. Como indican Herrera, Delgado, Salazar y Luna (2016). De esta forma, se espera ampliar la base genética del género y reducir significativamente la vulnerabilidad de extinción de especies como lo reafirman Azofeifa et al. (2014).

Una vez introducidos en el banco de germoplasma la diversidad genética de *Vanilla* spp., evaluada y reconocida por sus características morfológicas, es primordial estudiar su comportamiento silvestre. En vista de seleccionar el genotipo que posee más potencialidades de adaptación se utilizó el Análisis de Cluster planteada por Chávez, Miranda, Varela, y Fernández (2010), con valores promedio de cinco plantas por espécimen con seis descriptores cuantitativos a los 90 días de la plantación.

Al ejecutar la matriz de proximidades (Tabla 9), el Dendograma (Figura 15 y Anexo 6) se especifica que las accesiones conforman cuatro grupos que se diferencian por tener características similares según los descriptores aplicados:

Grupo 1: Especímenes, ECU-160150-UEA-HU-WC y ECU-160351-SAM1-AS

Grupo 2: Especímenes, ECU-160152-CAN-MS y ECU-160351-SAM1-AS

Grupo 3: Especímenes, ECU-160152-CAN-MS y 4ECU-160150-UEA-HU-WC

Grupo 4: Especímenes, ECU-150950-CIPCA2-UEA y ECU-160150-UEA-HU-

Tabla 9. Matriz de proximidades de accesiones de *Vanilla* spp. en banco de germoplasma del CIPCA.

Accesiones	Distancia euclídea al cuadrado				
	1: CAN MS	2: CIPCA2 UEA	3: SAM1 AS	4: UEA-HU-WC	5: MIS KA
1:ECU-160152-CAN-MS	,000				
2:ECU-150950-CIPCA2-UEA	6,774	,000			
3:ECU-160351-SAM1-AS	3,042	9,424	,000		
4:ECU-160150-UEA-HU-WC	4,221	6,708	2,356	,000	
5:ECU-150160155-MIS-KA	27,492	24,079	19,242	16,662	,000

De la agrupación resultaron que las accesiones ECU-150160155-MIS-KA, ECU-150950-CIPCA2-UEA seguido de la ECU-160152-CAN-MS, tienen el mayor desarrollo vegetativo, es posible asumir que dos accesiones son semejantes morfológicamente si la distancia euclídea es igual a cero, en este caso no se logró duplicados, ya que todas las accesiones están en mayor grado de distancia unas con otras, que se puede inferir que el desarrollo alcanzado es significativo al grado de adaptación climática y genética de cada espécimen como lo explica Tapia (2003).

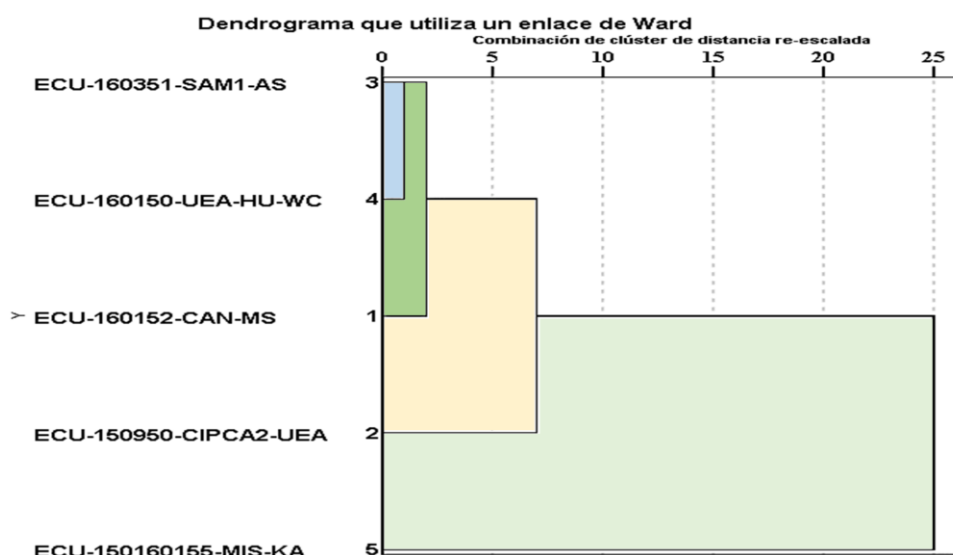


Figura 15. Dendrograma de cinco accesiones de vainilla, construido a partir de seis variables cuantitativas

Según Herrera-Cabrera et al. (2012), al demostrarse pequeñas variaciones morfológicas entre accesiones en cultivares de *V. planifolia* con una distancia euclídea de 0,8, existe variación morfológica, que a veces estas son susceptibles de variación debido al ambiente,

por lo que es necesario utilizar descriptores morfológicos no estables para que logren medir diferencias entre especies como lo describe Franco e Hidalgo (2003).

## CONCLUSIONES

En el piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza se encontraron 14 especímenes de *Vanilla* spp.

En la zona de piedemonte del ecosistema Napo-Pastaza se identificaron tres especies de vainilla correspondiente a *V. pompona*, *V. odorata*, *V. cribbiana* y dos géneros como posible nuevas especies para la Amazonia ecuatoriana, donde predominó la *V. cribbiana*.

De las cinco accesiones, de *Vanilla* spp., establecidas en el banco de germoplasma del CIPCA, la *V. odorata*, *V. pompona* y *V. cribbiana* mostraron mejor adaptación inicial.

## RECOMENDACIONES

Ampliar la base genética de *Vanilla* spp. de la amazonia mediante recolección sistemática de material genético para incorporar al banco de germoplasma del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica.

Realizar estudios moleculares para la identificación complementaria de accesiones del género *Vanilla* conservadas en el banco de germoplasma.

Confirmar la identificación botánica de *V. pompona*, *V. Odorata* y *V. cribbiana* con reconocimiento internacional.

Realizar una valoración de la diversidad genética de vainilla amazónica orientado a la diversificación económica rural.

Sensibilizar a comunidades rurales para la conservación y uso sostenible de especímenes de *Vanilla* spp. en la Amazonia ecuatoriana.



## REFERENCIAS

- Acevedo, H., A. Estrada, Q. Jiménez, y F. Murillo. 2001. Manual de plantas registradas en la cuenca hidrográfica del río Savegre, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio)/Museo Nacional de Costa Rica, San José, Costa Rica
- Acuña-Matamoros, C. L., Montero-Carmona, W., Díaz, C., Torres, S., y Politécnico Nacional, I. (2018). Propagación masiva y formación de callos protocórmicos de vainilla a partir de ápices radicales vanilla mass propagation and protocormic callus formation from root tips, *45*, 157–180. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.45.12>
- AGROPRODUCTIVIDAD. (2016). Variedad de microflora presente en vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) relacionado con procesos de beneficiado. *Agroproductividad*, *9*(1), 85. Recuperado el 02 de Agosto de 2018, de [http://www.colpos.mx/wb\\_pdf/Agroproductividad/2016/AGROPRODUCTIVIDAD\\_I\\_2016.pdf](http://www.colpos.mx/wb_pdf/Agroproductividad/2016/AGROPRODUCTIVIDAD_I_2016.pdf)
- Alercia, A. (2015). FAO/Bioersivity Multi-Crop Passport Descriptors V.2.1 [MCPD V.2.1]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4280.2001>
- ASERCA. (2002). La vainilla en México. (P. B. Alejandro, Ed.) *Infoserca*(101), 44.
- Azofeifa-Bolaños, J. B., Paniagua-Vásquez, A., y García-García, J. A. (2014). Importance and conservation challenges of *Vanilla* spp. (Orchidaceae) in Costa Rica. *Mesoamerican Agronomy*, *25*(1), 189–202.
- Bello-Bello, J. J., García-García, G. G., y Iglesias-Andreu, L. (2015). Conservación de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks.) bajo condiciones de lento crecimiento in vitro. *Revista fitotecnia mexicana*, *38*(2), 165–171.
- Bory, S., Grisoni, M., Duval, M.-F., y Besse, P. (2008). Biodiversity and preservation of vanilla: present state of knowledge. *Genetic Resources and Crop Evolution*, *55*(4), 551–571. <https://doi.org/10.1007/s10722-007-9260-3>
- Bory, S., Brown, S., Duval, M., y Besse, P. (2010). Evolutionary Processes and Diversification in the Genus *Vanilla*.
- Cañadas, L. 1983. El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. MAG – PRONAREG. Quito – Ecuador. p. 210
- Castro-Bobadilla, G. (2008). Evaluación del cultivo y producción de vainilla.

- Cruz-Jiménez, Fernanda, M., y Martínez-Meléndez, Nayely. (2018). El sostén de la vainilla. Desde El Herbario CICY, 10, 122–127. Retrieved from [http://www.cicy.mx/sitios/desde\\_herbario/](http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/)
- Cliff, N. (1987). Analyzing Multivariate Data. *Applied Psychological Measurement* (1st ed., Vol. 12). San Diego: Sage PublicationsSage CA: Thousand Oaks, CA. <https://doi.org/10.1177/014662168801200109>
- Díez-Gómez, M. C. (2014). Ecofisiología de la vainilla *Vanilla planifolia* Andrews. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/49347/1/43054505.2015.pdf>
- Delgado-Alvarado, A. (2018, marzo 25). Variación de fitoquímicos de dos genotipos de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews bajo cultivo en Acahual. *Agroproductividad*, 11(3).
- Demey, J. R. (2008). Diversidad genética en bancos de germoplasma: un enfoque BIPLLOT, 244.
- FAO. 1996. Plan de acción mundial para la conservación y utilización de los recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Italia. 64 p
- Ferreira, A. W. C., de Oliveira, M. S., Silva, E. O., Campos, D. S., Pansarin, E. R., y Guarçoni, E. A. E. (2017). *Vanilla bahiana* Hoehne and *Vanilla pompona* Schiede (Orchidaceae & nbsp; Vanilloideae): two new records from Maranh & nbsp; atilde; o state, Brazil. *Check List*, 13(6), 1131–1137. <https://doi.org/10.15560/13.6.1131>
- Flores Jiménez, Á., Reyes López, D., Jiménez García, D., Romero Arenas, O., Rivera Tapia, J. A., Huerta Lara, M., y Pérez Silva, A. (2017). Diversidad de *Vanilla* spp. (Orchidaceae) y sus perfiles bioclimáticos en México. *Revista de Biología Tropical*, 65(3), 975. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i3.29438>
- Fouché, J.G y Jouve L. (1999) *Vanilla planifolia*: history, botany and culture in Reunion island. *Agronomie*, EDP Sciences 19 (8), pp.689-703
- Franco, T. L. y Hidalgo, R. (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.

- García Zuárez Dolores. (2014). La vainilla: *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews (Ochidaceae) de Tonocapan, Veracruz.
- Gigant, R., S. Bory, M. Grisoni, y P. Besse. 2011. Biodiversity and evolution in the *Vanilla* genus. En: O. Grillo, y G. Venora, editores, The dynamical processes of biodiversity - case studies of evolution and spatial distribution. InTech, FR. p. 1-26.
- Govaerts, R. (2003). World Checklist of Monocotyledons Database in ACCESS: 1-71827. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew.
- Hernández, J. (2011). Paquete tecnológico vainilla (*Vanilla planifolia* Jackson). (C. d. Centro, Ed.) Recuperado el 28 de Noviembre de 2018, de [file:///C:/Users/kevin/Downloads/vainilla\\_establecimiento.pdf](file:///C:/Users/kevin/Downloads/vainilla_establecimiento.pdf)
- Hernández-Villareal, A. E. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Revista Bio Ciencias*, 2(3). [https://doi.org/10.15741/rev\\_bio\\_ciencias.v2i3.41](https://doi.org/10.15741/rev_bio_ciencias.v2i3.41)
- Herrera, B., Maximino Díaz, V., y Salazar, A. (Septiembre de 2014). Variabilidad genética en vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews) de México. *I Seminario Internacional de*, 195. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/168849/I\\_Seminario\\_Internacional\\_de\\_Vainilla.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/168849/I_Seminario_Internacional_de_Vainilla.pdf)
- Herrera, B., Delgado, A., Salazar, V., Sandoval, E., y Campos, J. (2016). La diversidad de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) en México recurso genético estratégico para el desarrollo rural. *Agroproductividad*, 9, 87. Recuperado el 13 de Junio de 2018, de [http://www.colpos.mx/wb\\_pdf/Agroproductividad/2016/AGROPRODUCTIVIDAD\\_Suplemento\\_2016-CASOS-DE-EXITO.pdf](http://www.colpos.mx/wb_pdf/Agroproductividad/2016/AGROPRODUCTIVIDAD_Suplemento_2016-CASOS-DE-EXITO.pdf)
- Herrera-Cabrera, B.E., V.M. Salazar-Rojas, A. Delgado Alvarado, J. Campos-Contreras, J. Cervantes-Vargas. (2012). Use and conservation of *Vanilla planifolia* J. in the Totonacapan Region, México. *Eur. J. Environ. Sci.* 2(1):43-50.
- Holdridge L. R. (1996). Ecología basada en zonas de vida. 5a. reimpresión. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Hunter, D., y Heywood, V. (2012). *Parientes Silvestres de los Cultivos Manual para la Conservación In Situ*. (Lanka, Ed.) (1st ed.). Roma, Italia. Retrieved from <http://www.cropwildrelatives.org/fileadmin/templates/cropwildrelatives.org/upload/In>

\_situ\_Manual/CWR\_MANUAL\_SPANISH.pdf

- Hurtado, F. H. (2012). Caracterización morfológica y filogenia del género *Vanilla*. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/10885/1/7508006.2012.pdf>
- INAMHI. (2018). Boletines meteorológicos mensual. Recuperado el 01 de Agosto de 2018, de [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol\\_men.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_men.pdf)
- INEC. (2018). Clasificador Geográfico Estadístico – DPA|. Retrieved Octubre 3, 2018, from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/clasificador-geografico-estadistico-dpa/>
- INIAP. (2003). *Iniap*. Recuperado el 03 de 12 de 2017, de [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/RECOGER\\_Reactivacion\\_Colecciones\\_Germoplasma\\_INIAP.pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/RECOGER_Reactivacion_Colecciones_Germoplasma_INIAP.pdf)
- Jiménez, Á. F., López, D. R., García, D. J., Arenas, O. R., Tapia, J. A. R., Lara, M. H., y Silva, A. P. (2017). Revista de biología tropical international journal of tropical biology and conservation. *Revista de Biología Tropical* (Vol. 65).
- Jiménez, M. (2014). Orquídeas del Ecuador-Número de especies, endemismo, especies amenazadas y su manejo adecuado. *Yaguarzongo*, 31–32.
- Kaiser, H. F. (1960). The Application of Electronic Computers to Factor Analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 141–151. <https://doi.org/10.1177/001316446002000116>
- Koch, A., Nicoletti de Fraga, C., Santos, J., y Ilkiu-Borges, A. L. (2013). Taxonomic Notes on *Vanilla* (*Orchidaceae*) in the Brazilian Amazon, and the Description of a New Species (Vol. 38). <https://doi.org/10.1600/036364413X674706>
- León, J. (2000). Botánica de los cultivos tropicales. Agroamerica.
- León, L. F. (2006). Consejo nacional de ciencia y tecnología-concyt-secretaría nacional de ciencia y tecnología-senacyt-fondo nacional de ciencia y tecnología-fonacyt-universidad de san carlos de guatemala facultad de agronomía informe final proyecto: selección y propagación. Retrieved from [http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt\\_2004.39.pdf](http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt_2004.39.pdf)

- Longino, J. T., y Colwell, R. K. (2011). Density compensation, species composition, and richness of ants on a neotropical elevational gradient. *Ecosphere*, 2(3), art29. <https://doi.org/10.1890/ES10-00200.1>
- López-Trabanco, P. J., y Orta-Pozo, S. (2012). El género de orquídeas *Vanilla* en Cuba. *CIGET Pinar Del Río*, 14(1), ene-marzo. Retrieved from [http://www.ciget.pinar.cu/Revista/No.2012-1/articulos/genero\\_vanilla\\_cuba.pdf](http://www.ciget.pinar.cu/Revista/No.2012-1/articulos/genero_vanilla_cuba.pdf)
- Lubinsky, P., Bory, S., Hernández, J. H., Kim, S.-C., y Gómez-Pompa, A. (2008). Origins and Dispersal of Cultivated *Vanilla (Vanilla planifolia Jacks. [Orchidaceae])* 1.
- MAGAP-SENPLADES-MAE. (2014). *Sheps Mapa ecológico, Isoyetas y Isotemas*. Shps files, MAGAP-SENPLADES-MAE, Quito.
- Martínez, E., y Acosta, S. (2013). Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación.
- Montañez, R., Valencia, R. A. M., Vásquez, C. Y. E., y Montoya, Á. J. D. (2010, julio 1). Revista Facultad Nacional de Agronomía. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(2), 5629–5638.
- Montero A.G. 1996. El cultivo de la vainilla (*Vanilla planifolia* A.). Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. p. 97.
- Mostacedo. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Copyright©2000.
- Nieto, P. (2010). Caracteres morfológicos de vainilla (*Vanilla planifolia* J.) utilizados por el agricultor en la selección de material reproductivo en cuatro municipios del Totonacapan, México.
- Osorio, A. (2012). Efecto de materiales orgánicos, fertilizantes e inóculos microbiales sobre el crecimiento y nutrición de plántulas de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks). Tesis MSc, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Ramírez, C., B. Rapidel, y Matthey, J. (1999). Reporte XI Congreso Nacional Agronómico, San José, Costa Rica. Principales factores agronómicos restrictivos en el cultivo de la vainilla y su alivio en la zona de Quepos, Costa Rica., San José, Costa Rica.
- Ranadive, A.S. (2005). Vanilla cultivation. In: First International Congress, Princeton, NJ, USA, 11–12 Nov 2003.

- Reina-Rodríguez, G. (2011). Plan de manejo de *Vanilla odorata*. Colombia. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/323356917>
- Reyes-López, D., Flores-Jiménez, Á., Huerta-Lara, M., Kelso-Bucio, H. A., Avendaño-Arrazate, C. H., Lobato-Ortiz, R., López-Olguín, J. F. (2014). Variación morfológica de fruto y semilla en cuatro especies del género *Vanilla*. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(3), 205–218
- Rincón S., F., y González R., L. G. (2016). Importancia de los sistemas de documentación en el manejo de recursos fitogenéticos. *Agronomía Mesoamericana*, 2, 89. <https://doi.org/10.15517/am.v2i0.25234>
- Rodríguez-Covarrubias, M. I. (2012). Descripción morfológica y molecular de *vanilla* sp., (orchidaceae) de la región costa sur del estado de jalisco. - pdf. Universidad Veracruzana. Retrieved from <https://docplayer.es/91493753-Descripcion->
- Rojas Wilfredo, y Padulosi Stefano. (2013). Descriptores Para Quinoa y Sus Parientes Silvestre\_RM. Recuperado 6 de septiembre de 2018, de <https://es.scribd.com/document/153522884/Rojas-Wilfredo-y-Stefano-Padulosi-2013-Descriptores-Para-Quinoa-y-Sus-Parientes-Silvestre-RM> morfológica-y-molecular-de-vanilla-sp-orchidaceae-de-la-region-costa-sur-del-estado-de-jalisco.html
- Salazar-Rojas, V. M., Sandoval-Zapotitla, E., Granados-Herrera, C. V., Cruz-Ruíz, Y., Herrera-Cabrera, B. E., y Campos-Contreras, J. E. (2016). Descripción estructural y funcional de caída premature de frutos de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews. *AP Agroproductividad*, 9, 17–18.
- Sánchez-Chiang, N., y V. Jiménez. 2010. Técnicas de conservación in vitro para el establecimiento de bancos de germoplasma en cultivos tropicales. *Agron. Mesoam.* 21(1):193-205.
- Sánchez, H. (2015). Colección y caracterización in situ del género *Vanilla* en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica (CIPCA) (Tesis de pregrado). Universidad Estatal Amazónica, Puyo-Ecuador.
- Sánchez, O. (2014). *Vanilla orchids*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4584.5605>
- Soto-Arenas, Miguel Ángel. (1999). Filogeografía y recursos genéticos de las vainillas de México Responsable, 106. Retrieved from [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)

- Soto-Arenas, M. A. y Solano-Gómez, A. R. (2007). Ficha técnica de Vanilla planifolia. En: Soto-Arenas, M. A. (compilador). Información actualizada sobre las especies de orquídeas del PROY-NOM-059ECOL-2000. Instituto Chinoin A.C., Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W029. México, D.F.
- Soto-Arenas M. Á. (2009). Recopilación y análisis de la información existente sobre las especies mexicanas del. México. Retrieved from <https://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/Vanilla/ReporteIntermedio/ReporteIntermedio.pdf>
- Soto-Arenas, M. A., y Dressler, R. L. (2010). A revision of the Mexican and Central American species of Vanilla Plumier ex Miller with a characterization of their ITS region of the nuclear ribosomal DNA. *Lankesteriana*, 9(3), 285–354. <https://doi.org/10.15517/lank.v0i0.12065>
- Soto-Arenas M Á, Ramos Rivera P (2017). Filogeografía y recursos genéticos de las vainillas de México. 1.3. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/pbg4r5> accessed via GBIF.org on 2018-08-15
- Tapia, C. (2003). Análisis de la variabilidad genética de jícama. *Boletín técnico IPGRI*(8), 3. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=B55X-G3WiugC&pg=PA50&lpg=PA50&dq=An%C3%A1lisis+de+la+variabilidad+gen%C3%A9t>
- Tapia, C., Monteros, A., Paredes, N., Peña, Geover, Tacan, M., y Lima, Luis. (2018). *Guía para el manejo y conservación de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos.*
- Toledo, V. M., B. Ortiz-Espejel, L. Cortés, P. Moguel, and M. D. J. Ordoñez. 2003. The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: a case of adaptive management. *Conservation Ecology*7(3): 9. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol7/iss3/art9/>
- TROPICOS, (2018). Missouri Botanical Garden <http://www.tropicos.org/Name/23501046>
- Vargas, J., y Gámez, H. G. (2014). Producción de vainilla en tres sistemas de producción en la sierra Huasteca Potosina. (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Ed.)

Recuperado el Junio 12 de 2018, de

[http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4248/010208327100070899\\_CIRNE.pdf?sequence=1](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4248/010208327100070899_CIRNE.pdf?sequence=1)

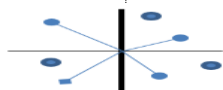
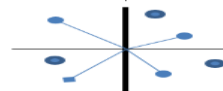
Villanueva-Viramontes, S., Hernández-Apolinar, M., Fernández-Concha, G. C., Dorantes-Euán, A., Dzib, G. R., y Castillo, J. M. (2017). Wild Vanilla planifolia and its relatives in the Mexican Yucatan Peninsula: Systematic analyses with ISSR and ITS. *Botanical Sciences*, 95(2), 169–187.

Ward, J. H. (1963). Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function, *Journal of the American Statistical Association*, 58:301, 236-244, DOI: 10.1080/01621459.1963.10500845



**Anexo 1.** Formato modelo de un transecto variable


Nombre de Transecto: CIPCA-UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA


DISTANCIA	TRANSECTOS VARIABLES		N.º Plantas por especie			Distancia entre plantas (m) en muestreo
	I-5 m	D-5 m	E1	E2	E3	
000-200						
200-400						
400-600						
600-800						
800-1000						
1000-1200						
1200-1400						
1400-1600						
1600-1800						
1800-2000						
Total	10000 m <sup>2</sup>	10000 m <sup>2</sup>				

Fuente: (Mostacedo Todd Fredericksen, 2000), modificado para fines de estudio


Nota: E1-E2-E3 para indicar la variabilidad de especies

Representación gráfica de patrones de distribución de especímenes de plantas. **A)** Distribución

agregada o agrupada, 

**B)** Distribución uniforme o regular 

**ANEXO 2. Datos de pasaporte para cultivos múltiples FAO/BIOVERSITY V.2.1 -INIAP para colecta de germoplasma de recursos fitogenéticos**

	<h2>Formato de colecta de germoplasma de <i>Vanilla</i> spp.</h2>			
ACCESIÓN N.º	01	NOMBRE DE ACCESIÓN:	ECU-160150-JB-OT	
UNIVERSIDAD COLECTORA:	Universidad Estatal Amazónica	COLECTOR (ES):	Wilfrido de la Cruz	FECHA DE ADQUISICIÓN : 2018-03-15
GÉNERO: <i>Vanilla</i> ESPECIE: sp				
Raza local <input type="checkbox"/> Pariente silvestre de cultivo <input checked="" type="checkbox"/> Variedad del Agricultor <input type="checkbox"/> Cultivo mejorado <input type="checkbox"/> Otra <input type="checkbox"/>				
NOMBRE LOCAL: Jardín botánico GRUPO ÉTNICO: Mestizo IDIOMA: Español				
PAÍS DE ORIGÉN: ECU CÓDIGO PROVINCIA:16 CÓDIGO. CANTÓN: 01 CÓDIGO PARROQUIA 50				
PROVINCIA: Pastaza CANTÓN: Pastaza PARROQUIA: Puyo COMUNIDAD: Los Ángeles				
LOCALIDAD: Jardín Botánico NOMBRE DEL PREDIO: Jardín Botánico PROPIETARIO: Omar Tello				
UBICACIÓN DEL SITIO: A 3 km. DESDE: Ciudad de Puyo HASTA: Jardín Botánico las Orquídeas				
LATITUD: 01° 30' 51'' S LONGITUD: 77° 58' 42'' W ALTITUD: 925 msnm				
SISTEMA DE REFERENCIA ESPACIAL: <b>WGS84</b>				
GEO-REFERENCIACIÓN: <b>GPS</b>				
<b>CONDICIÓN BIOLÓGICA:</b>				
0) Se desconoce <input type="checkbox"/> 1) Silvestre <input checked="" type="checkbox"/> 2) Natural <input type="checkbox"/> 3) Semi natural o silvestre <input type="checkbox"/> 4) Seminatual o sembrado <input type="checkbox"/> 5) cultivar mejorado <input type="checkbox"/>				
6) material del agricultor <input type="checkbox"/> 7) Otros <input type="checkbox"/>				
<b>FUENTE DE RECOLECCIÓN O ADQUISICIÓN:</b>				
<b>1) Habilidad silvestre</b>	<b>2) Campo cultivado</b>	<b>3) Mercado</b>	<b>4) Instituto de investigación *</b>	<b>Otro:</b>
1.1 bosque nativo <input type="checkbox"/>	2.1 Finca <input type="checkbox"/>	3.1 ciudad <input type="checkbox"/>	4.1 línea de mejoramiento <input type="checkbox"/>	
1.2 bosque secundario <input checked="" type="checkbox"/>	2.2 Granja <input type="checkbox"/>	3.2 pueblo <input type="checkbox"/>	4.2 banco de germoplasma <input type="checkbox"/>	
1.3 matorral <input type="checkbox"/>	2.3 huerto <input type="checkbox"/>	3.3 otros sistemas de compra <input type="checkbox"/>		
1.4 pastizal <input type="checkbox"/>	2.4 jardín <input type="checkbox"/>			
1.5 desierto/tundra <input type="checkbox"/>	2.5 barbecho <input type="checkbox"/>			
	2.6 pastura <input type="checkbox"/>			
Nombre.....Código .....Número ..... del instituto donante, de accesión (Código FAO WIEWS del instituto donante)				
<b>TIPO DE MUESTRA COLECTADA:</b>				
1) Fruto <input type="checkbox"/> 2) Tallo <input checked="" type="checkbox"/> 3) Flores <input type="checkbox"/> 4) Polen <input type="checkbox"/> 5) In vitro <input type="checkbox"/> 6) Otro..... <input type="checkbox"/>				
<b>FRECUENCIA DE MUESTRA:</b>				
1) Algunos individuos dispersos <input type="checkbox"/> 2) muy escasos (menos del 1%) <input checked="" type="checkbox"/> 3) escasa (cubre 1-5%) <input type="checkbox"/> 4) presente (cubre de 5 -25%) <input type="checkbox"/>				
5) alta (mayor del 25%) <input type="checkbox"/>				
¿LA POBLACIÓN ESTÁ AISLADA DE OTRAS?: SÍ <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
¿SE ENCUENTRAN PARIENTES SILVESTRES CERCA? SÍ <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Distancia: 50 m <input checked="" type="checkbox"/> o km <input type="checkbox"/>				
NÚMERO DE PLANTAS MUESTREADAS: 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Otras: <input type="checkbox"/>				
<b>ESTADO FENOLÓGICO DE LA POBLACIÓN:</b>				
1) vegetativo <input checked="" type="checkbox"/> 2) floración <input type="checkbox"/> 3) con cápsulas tiernas <input type="checkbox"/> 4) con cápsulas maduras <input type="checkbox"/> 5) con capsulas abiertas <input type="checkbox"/>				
<b>PARTE DE LA PLANTA UTILIZADA:</b>				
1) tallo <input checked="" type="checkbox"/> 2) rama <input checked="" type="checkbox"/> 3) hoja <input checked="" type="checkbox"/> 4) corteza <input type="checkbox"/> 5) rizoma <input type="checkbox"/> 6) flor/ inflorescencia <input type="checkbox"/> 7) fruto <input type="checkbox"/> 8) semilla <input type="checkbox"/> 9) raíz <input type="checkbox"/> 10) tubérculo <input type="checkbox"/> 11) otro: <input type="checkbox"/> .....				
¿FOTOGRAFÍA?: SÍ..... <input checked="" type="checkbox"/> NO..... <input type="checkbox"/>				
¿ES EJEMPLAR DE HERBARIO?: SÍ <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>				

<b>TIPO DE MUESTREO DE VEGETACIÓN:</b> Aleatorio simple <input type="checkbox"/> Aleatorio estratificado <input type="checkbox"/> Sistemático <input type="checkbox"/> Transectos <input type="checkbox"/> Transectos variables <input checked="" type="checkbox"/> Número de muestras colectadas 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/>
Partes colectadas: Esquejes <input checked="" type="checkbox"/> Frutos <input type="checkbox"/> Flores <input type="checkbox"/> Raíces <input type="checkbox"/> Otras:..... Población de plantas por sitios: Alta <input type="checkbox"/> , Baja <input checked="" type="checkbox"/> Nula <input type="checkbox"/> Disponibilidad: plantas <input checked="" type="checkbox"/> esquejes <input type="checkbox"/> : frutos <input type="checkbox"/> en Forma 1) No disponible <input type="checkbox"/> 2) Limitada <input checked="" type="checkbox"/> 3). Disponible <input type="checkbox"/>
<b>MACROTOPOGRAFIA AREA MUESTREO:</b> Pie de monte <input checked="" type="checkbox"/> Llanura <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Fisionomía: Bosque primario <input type="checkbox"/> Bosque secundario <input checked="" type="checkbox"/> Arbustal <input type="checkbox"/> Herbasal <input checked="" type="checkbox"/> Cobertura antrópica <input type="checkbox"/> Altura de cobertura: Mayor 25 m <input type="checkbox"/> de 15-25 m <input checked="" type="checkbox"/> de 6-15 m <input checked="" type="checkbox"/> de 2-6 m <input type="checkbox"/> menor a 2 m <input type="checkbox"/> Especies dominantes: Chonta, Avió, Morete, Pígue
<b>TOPOGRAFÍA:</b> 1) Plano (0-0,5 %) <input type="checkbox"/> 2) Casi plano (0,6-2,9 %) <input checked="" type="checkbox"/> 3) Poco ondulado (3-5 %) <input type="checkbox"/> 4) Ondulado (6-10 %) <input type="checkbox"/> 5) Quebrado (11-15,9 %) <input type="checkbox"/> 6) Colinado (16-30 %) <input type="checkbox"/> 7) Fuertemente escarpado (mayor a 30 %) <input type="checkbox"/> 8) Montañoso (mayor a 30 %) <input type="checkbox"/> 9) otro..... <input type="checkbox"/>
<b>FORMA DE LA PENDIENTE:</b> 1) recta <input type="checkbox"/> 2) cóncava <input type="checkbox"/> 3) convexa <input checked="" type="checkbox"/> 4) terraza <input type="checkbox"/> 5) compleja <input type="checkbox"/>
<b>FISIOGRAFÍA DEL TERRENO:</b> 1) planicie <input checked="" type="checkbox"/> 2) cuenca <input type="checkbox"/> 3) valle <input type="checkbox"/> 4) meseta <input type="checkbox"/> 5) ladera <input type="checkbox"/> 6) colina <input type="checkbox"/> 7) montaña <input type="checkbox"/> 8) otro: <input type="checkbox"/> .....
<b>FORMA GEOGRÁFICA (MICROCLIMÁTICA):</b> 1) planicie <input type="checkbox"/> 2) cuenca <input type="checkbox"/> 3) valle <input type="checkbox"/> 4) meseta <input type="checkbox"/> 5) ladera <input type="checkbox"/> 6) margen/bosque <input checked="" type="checkbox"/> 7) bosque quemado <input type="checkbox"/> 8) pradera quemada <input type="checkbox"/> 9) banco de arena <input type="checkbox"/> 10) orilla (río) <input type="checkbox"/> 11) estero <input type="checkbox"/> 12) urbano/periurbano <input type="checkbox"/> 13) borde de camino <input type="checkbox"/> 14) otro..... <input type="checkbox"/>
<b>DRENAJE DE SUELO:</b> 1) pobre <input type="checkbox"/> 2) moderado <input type="checkbox"/> 3) bueno <input checked="" type="checkbox"/> 4) excesivo <input type="checkbox"/>
<b>COLOR DEL SUELO:</b> 1) blanco <input type="checkbox"/> 2) rojo <input type="checkbox"/> 3) rojizo <input type="checkbox"/> 4) rojo amarillento <input type="checkbox"/> 5) pardo <input type="checkbox"/> 6) parduzco <input type="checkbox"/> 7) pardo rojizo <input type="checkbox"/> 8) pardo amarillento <input checked="" type="checkbox"/> 9) amarillo <input type="checkbox"/> 10) amarillo rojizo <input type="checkbox"/> 11) verdoso, verde <input type="checkbox"/> 12) gris <input type="checkbox"/> 13) grisáceo <input type="checkbox"/> 14) azul <input type="checkbox"/> 15) negro azulado <input type="checkbox"/> 16) negro <input type="checkbox"/>
<b>TEXTURA DEL SUELO:</b> 1) arenoso <input type="checkbox"/> 2) franco <input checked="" type="checkbox"/> 3) arcilloso <input type="checkbox"/> 4) orgánico <input type="checkbox"/> 5) otro..... <input type="checkbox"/>
<b>PEDREGOSIDAD:</b> 1) ausente <input checked="" type="checkbox"/> 2) baja <input type="checkbox"/> 3) media <input type="checkbox"/> 4) otro..... <input type="checkbox"/>
<b>EROSIÓN DEL SUELO:</b> 1) baja <input checked="" type="checkbox"/> 2) intermedia <input type="checkbox"/> 3) alta <input type="checkbox"/>
<b>VEGETACIÓN DE LOS ALREDEDORES:</b> 1) potreros <input checked="" type="checkbox"/> 2) arbustos <input checked="" type="checkbox"/> 3) bosque nativo <input type="checkbox"/> 4) bosque secundario <input checked="" type="checkbox"/> 5) otro..... <input type="checkbox"/>
<b>CLIMA (DESCRIPCIÓN):</b> Temperatura 21,2 °C Humedad 88 %
<b>LUZ:</b> 1) sombreado <input checked="" type="checkbox"/> 2) soleado <input type="checkbox"/>
<b>PRÁCTICAS CULTURALES:</b> 1) roza-tumba-quema <input type="checkbox"/> 2) irrigado <input type="checkbox"/> 3) trasplante <input type="checkbox"/> 4) amarre de cultivo <input type="checkbox"/> 6) control de plagas y enfermedades <input type="checkbox"/> 7) otro..... <input type="checkbox"/>
<b>PRÁCTICAS DE ASOCIACIÓN ESPECIES SILVESTRES RELACIONADAS:</b> <b>PLAGAS Y ENFERMEDADES PRESENTES:</b> Ausente <b>OBSERVACIONES:</b> No aplicado Fecha de siembra: ..... Fecha de cosecha: ..... Fecha de floración: ..... Fecha de fructificación.....

Fuente: FAO/BIOVERSITY V.2.1 (2015)/INIAP (2018).

**Anexo 3. Descriptores de caracterización morfológica de *Vanilla* spp.**

Descriptores de caracterización (Rojas y Padulosi, 2013).																				
<b>1</b>	<b>Tipo de crecimiento</b>		1 Herbáceo <input checked="" type="checkbox"/> 2 Arbustivo <input type="checkbox"/>																	
<b>2</b>	<b>Hábito de crecimiento</b>		1 Simple <input type="checkbox"/> 2 Ramificado <input checked="" type="checkbox"/>																	
<b>3</b>	<b>Altura de la planta (m)</b>		Medida en la madurez fisiológica, desde el cuello de la raíz hasta el ápice, promedio de (n) plantas																	
	N° Planta	<b>Altura de planta en m</b>																		
			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>								
		<b>1</b>	2																	
		<b>2</b>		3,5																
		<b>3</b>																		
		<b>4</b>		$\bar{x}$	2,75															
		<b>5</b>																		
		<b>6</b>																		
		<b>7</b>																		
		<b>8</b>																		
<b>9</b>																				
<b>10</b>																				
<b>4</b>	<b>Forma de tallo principal</b>		Vista transversal observado en la madurez fisiológica. 1) Cilíndrico <input type="checkbox"/> 2) Anguloso <input type="checkbox"/> 3) Otra forma <input type="checkbox"/>																	
<b>5</b>	<b>Diámetro o grosor del tallo principal (mm)</b>		Medido en la parte media del tercio inferior de la planta en la madurez fisiológica. Promedio de al menos (n) plantas.																	
	P/R		<b>Réplicas del tallo</b>																	
	N° Plantas		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
		<b>1</b>	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
		<b>2</b>	0,4	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3
		<b>3</b>	0,3	0,5																
		<b>4</b>																		
		<b>5</b>		$\bar{x}$	0,5															
		<b>6</b>		S	0,1															
		<b>7</b>		mi	0,3															
		<b>8</b>		ma	0,7															
<b>9</b>																				
<b>10</b>																				
<b>6</b>	<b>Distancia internodal (cm)</b>		Medida en la madurez fisiológica de (n) plantas																	
	N° Planta	<b>Réplicas de distancia internodal en cm</b>																		
			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>								
		<b>1</b>	11	12	12	13	12	11	9	12	12,5	13								
		<b>2</b>	18	15	19	18	18	17	15,5	16	16	16,5								
		<b>3</b>	17	11	11,5	11,7	12,5	13	8,5	9	9,5	9,5								
		<b>4</b>	9,5	9	9	9	9	9	9,5	9,5	9,5									
		<b>5</b>																		
		<b>6</b>			$\bar{x}$	12,4														
		<b>7</b>			S	3,30														
		<b>8</b>			min	8,5														
<b>9</b>			max	19,0																
<b>10</b>																				

Continúa...

Viene...

7	Color del tallo principal	1 Verde <input checked="" type="checkbox"/>	2 Amarillento <input type="checkbox"/>	3 Verde claro <input type="checkbox"/>	4 Verde oscuro <input type="checkbox"/>	6 Con brillo <input type="checkbox"/>	7 Sin brillo <input checked="" type="checkbox"/>	8 Otro <input type="checkbox"/>	Tipo de Tallo:			
		Otro explicar:									Suculento <input type="checkbox"/>	Carnoso <input type="checkbox"/>
8	Ramificación: Números de ramas primarias				Medido en la parte media de la planta en la madurez fisiológica, de (n) 10 plantas.							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
9	Forma de la hoja	Descripción de hojas en la madurez fisiológica									Observaciones	
		1 Lanceolada a enciformes <input type="checkbox"/>	2 Ovais <input type="checkbox"/>	3 Oblongo lanceoladas <input type="checkbox"/>	4 Elípticas <input type="checkbox"/>	5 Oblongas <input checked="" type="checkbox"/>	6 Acuminadas <input checked="" type="checkbox"/>	7 Agudas <input type="checkbox"/>	8 Subagudas <input type="checkbox"/>			
10	Grosor de hojas en mm				Medido en la parte media de la planta en la madurez fisiológica. Promedio de al menos (10 hojas por tallo).							
	Plantas	Réplicas Hojas										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1	0,50	0,90	0,90	0,90	1,00	0,90	1,00	0,50	0,50	0,50
		2	0,50	0,50	0,50	0,90	0,90	0,90	1,00	0,90	0,10	0,50
		3	0,5	0,5	0,50	0,5						
		4										
		5	$\bar{x}$	0,72								
		6	S	0,23								
		7	min	0,05								
8		max	0,10									
9												
10												
Pecíolo: 1 Sésiles <input type="checkbox"/> 2 Subsésiles <input type="checkbox"/>												
11	Longitud máxima de la hoja (cm)				Medido en la parte media de la planta en la madurez fisiológica. Promedio de al menos (10 hojas por tallo).							
	planta	Réplicas de hojas										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1	17,5	19,4	20,2	21,7	21,5	19,5	21,5	23,3	23,0	22,5
		2	22,2	15,7	17,3	20,5	19,2	7,8	22,00	21,40	22,80	19,80
		3	24,60	24,00	24,00	24,10	25,70	22,20	21,50	20,20		
		4										
		5	$\bar{x}$	20,90								
		6	S	3,45								
		7	min	7,80								
8		max	25.70									
9												
10												

Continúa...

Viene...

<b>12</b>	<b>Ancho de la hoja (cm)</b>	Medido en la parte media de la planta en la madurez fisiológica. Promedio de al menos (10 hojas por tallo).										
	planta	Ancho de hojas										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		1	6,80	7,00	7,20	7,00	6,50	6,30	7,80	7,70	8,60	8,00
		2	7,40	7,80	7,40	8,60	8,20	8,00	8,20	8,70	9,10	9,70
		3	9,90	8,70	10,80	9,70	8,60	7,80				
		4										
		5	$\bar{x}$	8,16								
		6	S	1,11								
		7	min	76,91								
		8	max	177,58								
	9											
	10											
<b>13</b>	<b>Área de la hoja (cm<sup>2</sup>)</b>	Medido en la parte media de la planta en la madurez fisiológica. Promedio de al menos (10 hojas por tallo).										
planta	Área foliar											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1	103,56	165,35	141,92	177,58	124,21	139,47	118,33	131,81	76,91	128,75	
	2	110,28	95,00	107,08	97,9							
	3											
	4	$\bar{x}$	122,73									
	5	S	27,55									
	6	min	76,91									
	7	max	177,58									
		8										
		9										
	10											
<b>14</b>	<b>Color de lámina de hoja</b>	Descripción del color de hojas del medio del tallo principal de la planta 1 Verde <input type="checkbox"/> 3 Amarillenta <input type="checkbox"/> Observaciones: Sin brillo 2 Verde oscura <input checked="" type="checkbox"/> 4 Otra <input type="checkbox"/>										
<b>15</b>	<b>Tipo de hojas</b>	Coriáceas <input checked="" type="checkbox"/> hojas carnosas <input type="checkbox"/> Otra <input checked="" type="checkbox"/> Blanda										
<b>16</b>	<b>Color de flor</b>	Descripción del color de flores 1 Verde <input type="checkbox"/> 3 Amarilla <input type="checkbox"/> 2 Verde oscura <input type="checkbox"/> 4 Amarillenta <input type="checkbox"/> 5 Otra <input type="checkbox"/>										
	<b>Flores:</b>	Efímeras, vistosas, con pétalos y sépalos de color ..... labelo de color.....en la superficie externa, de forma ..... de color....., en la parte interna de color ..... con el ápice de forma lisa, regular, irregular. De fragancia tenue <input type="checkbox"/> , moderado <input type="checkbox"/> o fuerte <input type="checkbox"/> .										
	<b>Ovario:</b>	Forma: redondeado <input type="checkbox"/> , triangular <input type="checkbox"/> , curvado ventralmente <input type="checkbox"/> , liso <input type="checkbox"/> , ligeramente engrosado hacia la base <input type="checkbox"/> , de color....., Otro especificar <input type="checkbox"/> De....., mm de longitud y....., mm de grosor.										
	<b>Sépalo dorsal:</b>	Forma oblongo <input type="checkbox"/> lanceolado <input type="checkbox"/> , Otro.....ápice agudo <input type="checkbox"/> subacuminado <input type="checkbox"/> , de color .....,de ..... mm de longitud ..... mm de ancho.										
<b>Sépalos laterales:</b>	Forma: oblongo lanceolados <input type="checkbox"/> , Otro..... ápice agudo <input type="checkbox"/> .subacuminados <input type="checkbox"/> , subcaliptrados <input type="checkbox"/> , de color....., de..... mm de longitud, y..... mm de ancho.											

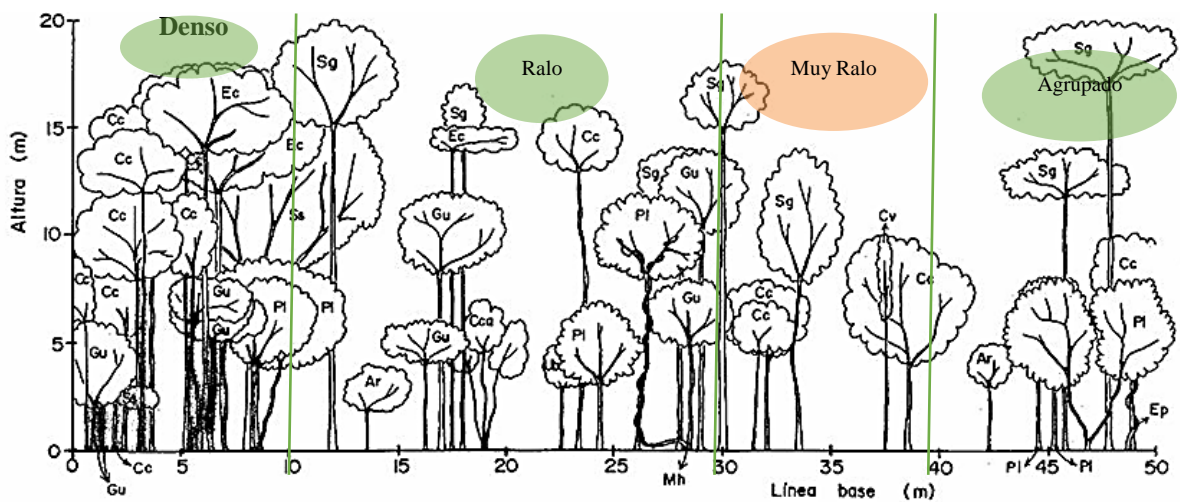
	<b>Pétalos:</b>	Forma: lanceolado <input type="checkbox"/> , ápice subagudo <input type="checkbox"/> , de color....., con..... vena central en la parte externa engrosada, de..... mm de longitud y ..... mm de ancho																		
	<b>Labelo</b>	De forma infundiliforme (Forma de embudo) <input type="checkbox"/> Otro..... <input type="checkbox"/> con ápice reflexo (o forma de trompeta) de ..... mm de longitud, ápice agudo <input type="checkbox"/> , liso, irregular, con papilas desde..... base hacia el ápice del labelo; completo al abrir, ..... mm x..... mm. De color..... Con el ápice de color....., labelo con.....																		
<b>17</b>	<b>Longitud de flor (cm)</b>					De al menos 10 flores por planta.														
	planta	Replica flor																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
		1																		
		2																		
		3																		
		4																		
		5																		
		6																		
		7																		
		8																		
9																				
10																				
<b>18</b>	<b>Cantidad de flores por racimo</b>			En toda la planta.																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
<b>19</b>	<b>Cantidad de racimos</b>			En toda la planta.																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
<b>20</b>	<b>Cantidad de frutos por racimo</b>			En toda la planta.																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
<b>21</b>	<b>Color de Frutos</b>	1 Verde <input type="checkbox"/> 2 Amarillo <input type="checkbox"/> Anaranjado 3 Anaranjado <input type="checkbox"/> 4 Otro <input type="checkbox"/>																		
<b>22</b>	<b>Peso de capsula en gramos (g)</b>				Medido de cada capsula a la cosecha de (n) plantas y (n) capsulas por planta															
	R a c i m o	Fruto/Cápsula																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		1																		
		2																		
		3																		
		4																		
		5																		
		6																		
		7																		
		8																		
9																				
10																				

Continúa...

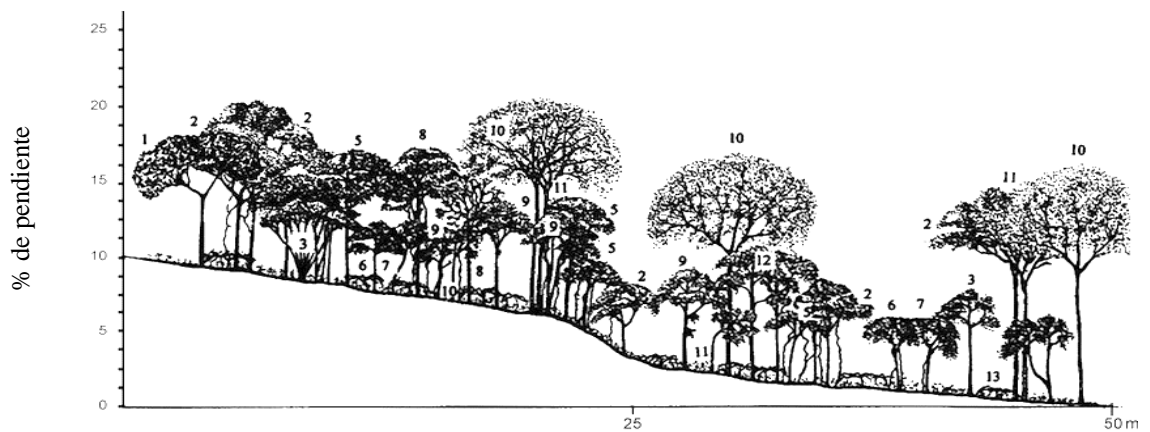
Viene...

<b>23</b>	<b>Forma del Fruto</b>	Vista longitudinal y transversal. Observado en la madurez fisiológica. 1) Cilíndrico <input type="checkbox"/> 2) Anguloso <input type="checkbox"/> 3) Otra forma <input type="checkbox"/>																	
	<b>Largo y diámetro o grosor de la capsula (cm)</b>	Medido en forma longitudinal y transversal de la parte media de la capsula a la madurez fisiológica. Promedio de (n) racimos en (n) plantas.																	
<b>R a c i m o</b>	<b>Fruto/Capsula</b>																		
		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
		L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D
	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
	6																		
	7																		
	8																		
9																			
10																			

**24. Fuente de recolección o adquisición de parientes silvestres**



**25. Pendiente de la zona de muestreo**





## Categorías fisonómicas del bosque según nivel de detalle

RECONOCIMIENTO		SEMIDETALLE	DETALLE	
FORMAS DE VIDA VEGETAL	ESTACIONALIDAD DEL FOLLAJE	ALTURA / PORTE	DENSIDAD	VIGOR
<b>Bosque (árboles)</b>	Perennifolio	Alto	Denso	alto medio bajo
			Semidenso	alto medio bajo
			Ralo	alto medio bajo
			Denso	alto medio bajo
			Semidenso	alto medio bajo
			Ralo	alto medio bajo
		Mediano	Denso	alto medio bajo
			Semidenso	alto medio bajo
			Ralo	alto medio bajo
			Denso	alto medio bajo
			Semidenso	alto medio bajo
			Ralo	alto medio bajo
Bajo	Denso	alto medio bajo		
	Semidenso	alto medio bajo		
	<b>Ralo</b>	<b>alto</b> <b>medio</b> <b>bajo</b>		

Fotografías de colecta: *Vanilla sp*

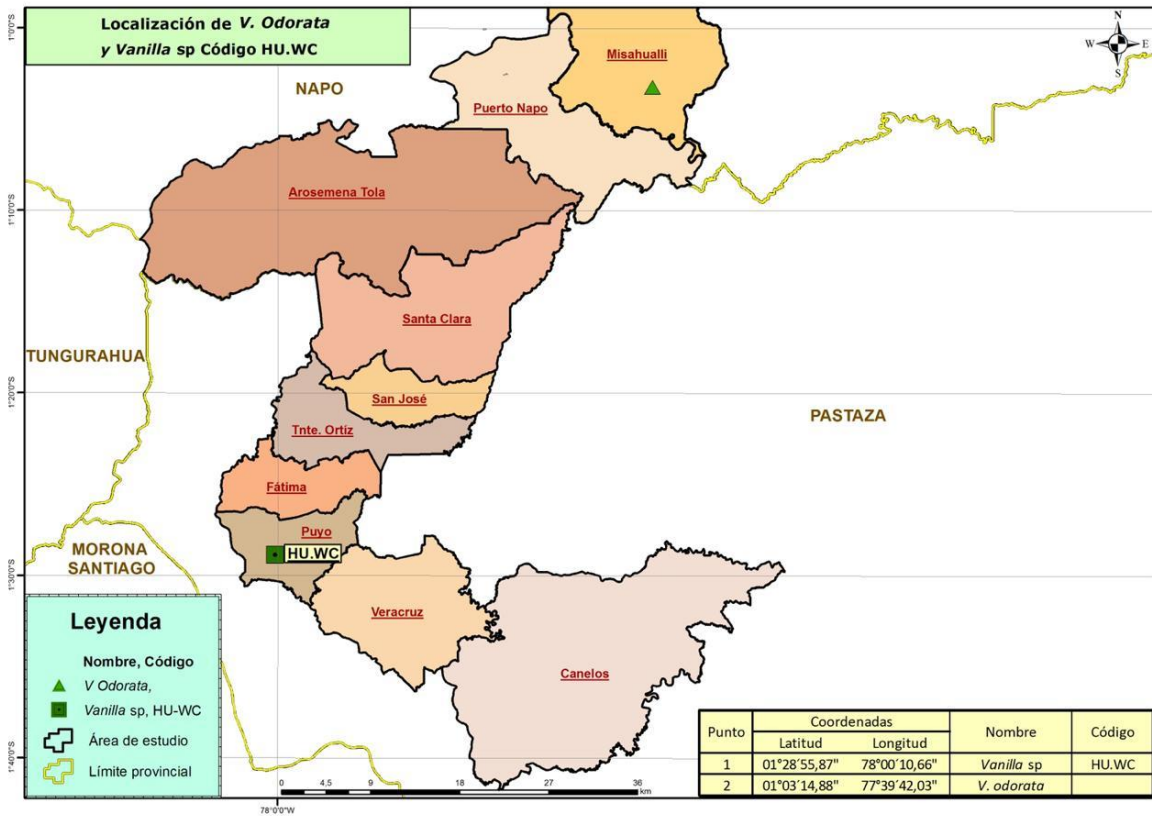
## Anexo 4. Análisis de conglomerados

Tabla de *Matriz de distancias*

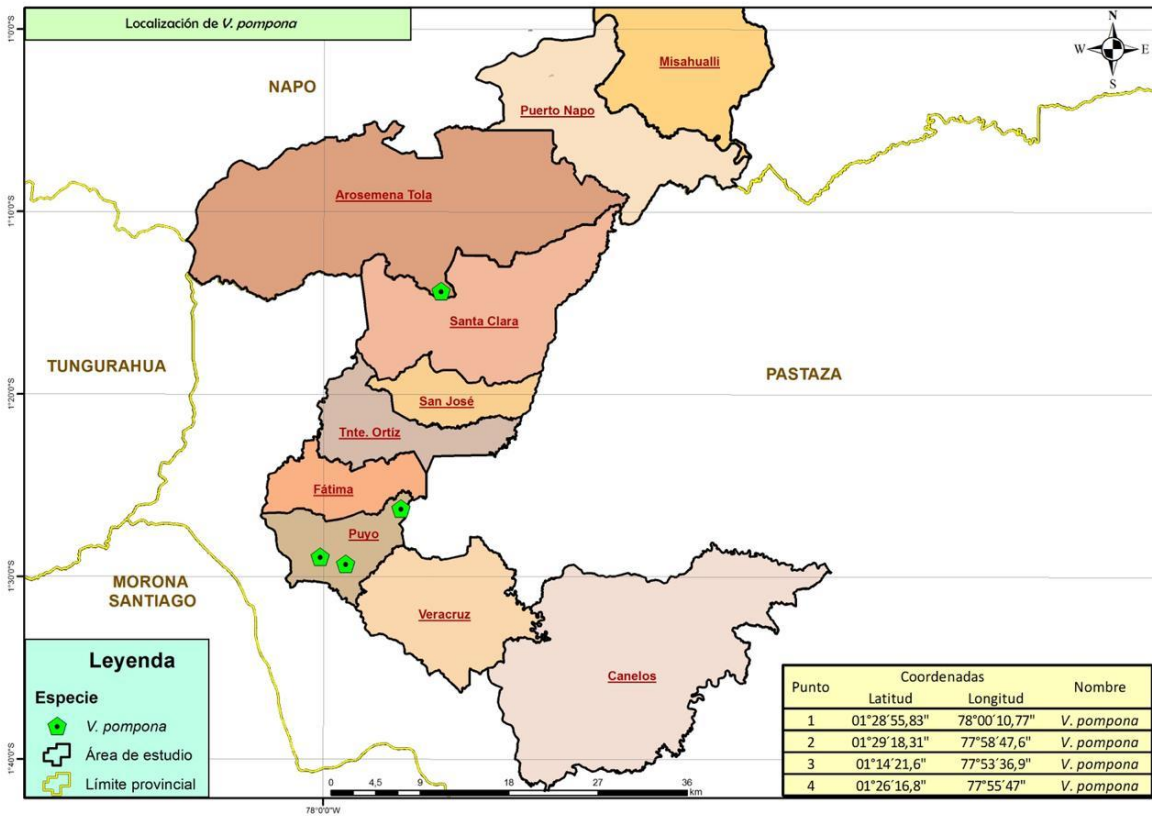
Caso	Distancia euclídea al cuadrado													
	1:JB-OT	2:CM-MS	3:CAN-MS	4:CAN-GR	5:CIPCA2-UEA	6:SAM1-AS	7:SAM2-AS	8:CAJ-AT	9:CAN-GR-MS	10:PR-WS	11:PUYO-WC	12:HU-WC	13:MIS-KA	14:CIPCA1-UEA
1:ECU-160150-JB-OT	,000													
2:ECU-160150-ORE-CM-MS	13,150	,000												
3:ECU-160152-CAN-MS	15,121	13,109	,000											
4:ECU-160152-CAN-GR	16,256	16,827	4,796	,000										
5:ECU-150950-CIPCA2-UEA	17,661	9,452	10,382	23,565	,000									
6:ECU-160351-SAM1-AS	19,077	27,131	17,025	14,351	25,907	,000								
7:ECU-160351-SAM2-AS	12,638	33,406	25,017	32,626	21,369	14,693	,000							
8:ECU-160351-CAJ-AT	17,835	22,584	14,300	13,711	22,450	5,560	18,215	,000						
9:ECU-160152-CAN-GR-MS	14,652	18,877	5,469	12,764	13,252	24,832	22,572	15,239	,000					
10:ECU-160150-PR-WS	18,085	7,422	17,696	27,993	8,566	42,704	36,350	31,615	13,240	,000				
11:ECU-160150-PUYO-WC	18,714	2,706	19,202	20,880	15,867	37,769	46,988	29,300	22,270	6,906	,000			
12:ECU-160150-UEA-HU-WC	11,618	14,412	14,396	15,022	13,962	6,652	12,311	10,336	22,957	28,142	24,833	,000		
13:ECU-150160155-MIS-KA	26,557	22,997	20,741	21,770	21,313	15,824	26,661	13,837	31,148	38,046	34,101	6,081	,000	
14:ECU-150950-CIPCA1-UEA	9,229	11,034	5,622	9,756	8,355	11,624	14,172	6,078	4,318	12,479	15,815	8,980	16,680	,000

Esto es una matriz de disimilaridad.

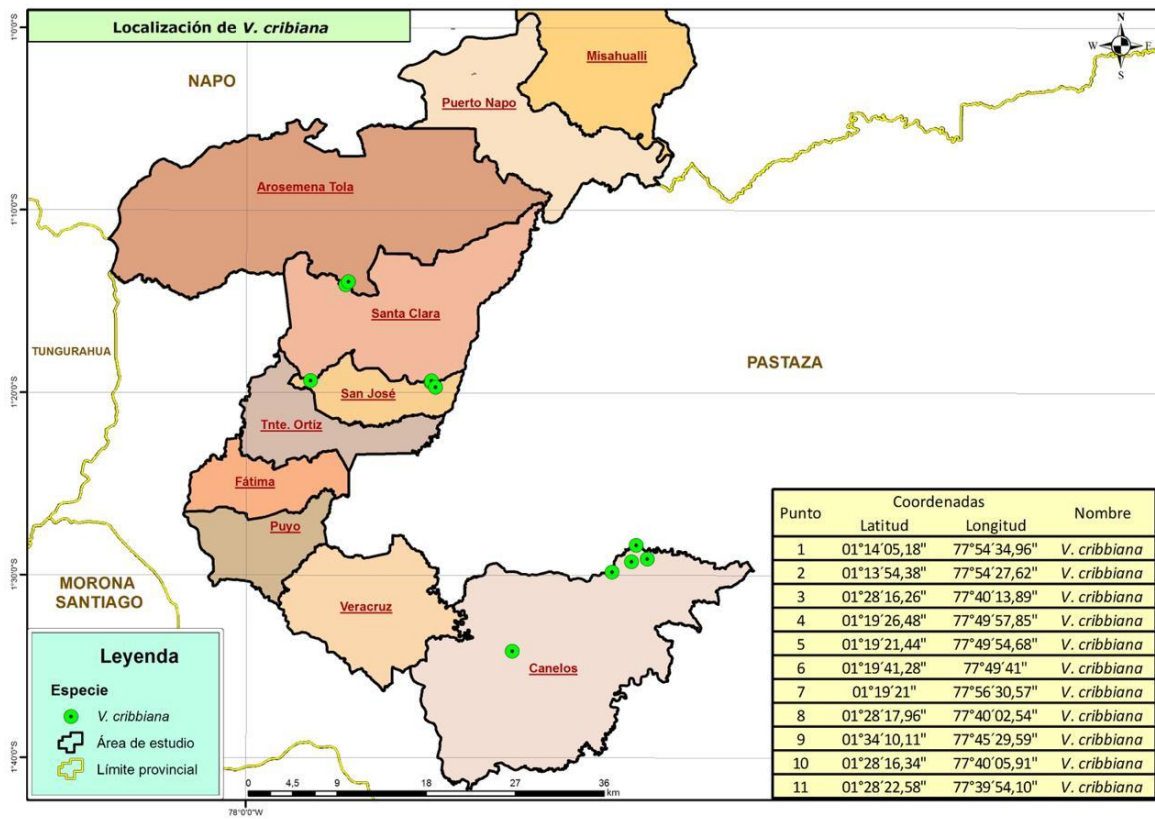
**Anexo 5.** Distribución de *Vanilla odorata* y *Vanilla sp.*, y (ECU-160150-UEA-HU/WC)



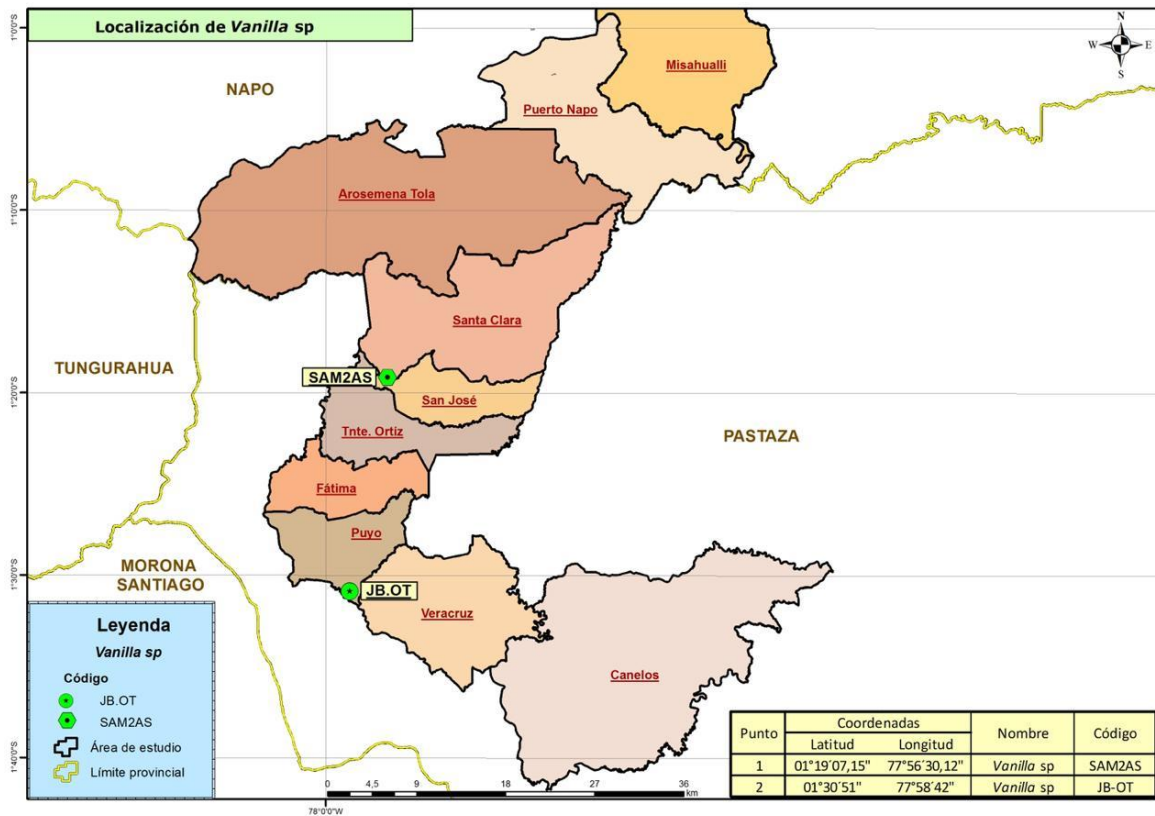
**Anexo 5a.** Distribución espacial de *Vanilla pompona*



### Anexo 5b. Distribución espacial de *Vanilla cribbiana*



### Anexo 5c. Distribución espacial de *Vanilla* spp. (ECU-160150-JB-OT y ECU-160351-SAM2-AS)



**Anexo 6.** Evaluación de la adaptación de las accesiones de *Vanilla* spp. en banco de germoplasma. CIPCA.

ACCESIONES VAINILLA	Altura de planta	Diámetro de tallo	Número de tallos	Longitud de hojas	Ancho de hojas	Número de hojas
ECU-160152-CAN-MS	58,0	0,5	1,0	11,0	4,5	8,0
ECU-150950-CIPCA2-UEA	57,0	0,9	3,0	10,2	3,8	4,7
ECU-160351-SAM1-AS	53,4	0,5	1,6	12,2	4,1	13,0
ECU-160150-UEA-HU-WC	84,0	0,4	2,0	10,7	3,7	13,2
ECU-150160155-MIS-KA	141,5	0,5	3,0	13,5	1,9	13,4

