UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN

DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

"FUNDAMENTACIÓN Y DISEÑO DE UNA TÉCNICA DE POLINIZACIÓN ARTIFICIAL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE *Vanilla* sp., PASTAZA 2020"

AUTORES:

Kelly Carmen Moreno Grefa

Nelly Mariuxi Cuenca Santi

DIRECTOR DE PROYECTO:

Msc. Bélgica Dolores Yaguache Camacho

PUYO – ECUADOR

2020

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quienes suscriben Moreno Grefa Kelly Carmen con C.I. 2200461248 y Cuenca Santi Nelly Mariuxi con C.I. 1600464075, hacen constar que son autores del Proyecto de Investigacion/Trabajo de Integración Curricular titulado: **"FUNDAMENTACION Y DISEÑO DE UNA TÉCNICA DE POLINIZACION ARTIFICIAL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE *Vanilla* sp., PASTAZA 2020**, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Ms. C. Bélgica Dolores Yaguache Camacho. En tal sentido, se manifiesta la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 28 días del mes de agosto del 2020.

Moreno Grefa Kelly Carmen	Cuenca Santi Nelly Mariuxi
CI: 2200461248	**C.I: 1600464075**
AUTORA	AUTORA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: **"FUNDAMENTACIÓN Y DISEÑO DE UNA TÉCNICA DE POLINIZACIÓN ARTIFICIAL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE *Vanilla* sp., PASTAZA 2020"**.

Ms. C. Sandra L. Soria Re
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ms. C. Verónica I. Masson Fiallo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. C. Yoel Rodríguez Guerra, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA DE PLAGIO

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

ACREDITADA CATEGORIA B CEAACES 2013

Oficio No. 211-SAU-UEA-2020

Puyo, 31 de agosto de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente a las egresadas MORENO GREFA KELLY CARMEN con C.I. 2200461248; y CUENCA SANTI NELLY MARIUXI con C.I. 1600464075, con el Tema: **"Fundamentación y diseño de una técnica de polinización artificial para incrementar la productividad de V*anilla* sp.,Pastaza 2020"**, de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Directora del proyecto Ing. Yaguache Camacho Bélgica Dolores, M.Sc, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 3%, Informe generado con fecha 29 de agosto de 2020 por parte de la directora conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc

ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Moreno Grefa Kelly Carmen, declaro que el presente Proyecto de investigación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.

_____

Moreno Grefa Kelly Carmen
CI: 2200461248

Yo, Cuenca Santi Nelly Mariuxi, declaro que el presente Proyecto de investigación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.

_____

Cuenca Santi Nelly Mariuxi
CI: 1600464075

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mi padre Víctor Moreno y a mi madre Carmen Grefa que han sido un pilar fundamental, por enseñarme el valor de la lucha, de seguir adelante y de no desistir frente a las dificultades, por darme la confianza y el apoyo incondicional que siempre me han brindado tanto el transcurso de mi vida como también, en el proceso de estudio.

A mi niña Doménica Moreno por el inmenso cariño y sus sonrisas alentadoras que me han dado esas ganas de luchar aún más.

A mis hermanos con mucho cariño por siempre estar presentes, acompañándome y por el apoyo moral que me han dado en esta etapa de mi vida.

A mi familia y en especial a mis abuelos Olmedo Moreno y Esperanza Hidalgo, doy gracias a la vida por permitirme compartir con ellos este logro.

CARMEN

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, Nelly Santi por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mi difunto padre Pedro Cuenca que desde el cielo me brinda luz y fuerzas para seguir adelante, su mayor deseo era tener una hija profesional.

A mis hijos Anthony y James por ser mi mayor inspiración, por su amor y comprensión en momentos de mi ausencia.

MARIUXI

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS y a la vida por permitirme culminar esta etapa de mi carrera como profesional.

Mi gratitud a la Universidad Estatal Amazónica, en especial a la Facultad Ciencias de la Tierra y con ello a los docentes que impartieron sus conocimientos, formándonos como buenos profesionales para el futuro.

A mi tutora Msc. Bélgica Dolores Yaguache Camacho por su paciencia, orientación y empeño para que todo saliera de la mejor manera en el desarrollo este trabajo.

A mi mejor amiga Mariuxi Cuenca por estar ahí siempre que la necesite, asimismo no solo por su apoyo incondicional, sino también por esos momentos en los que convivimos.

CARMEN

Le doy gracias a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A la Universidad Estatal Amazónica, especialmente al Departamento Ciencias de la Tierra, ya que ha sido el pilar fundamental en el desarrollo académico y ético para nuestra formación profesional.

Agradezco a mi madre Nelly y a Carlos Tene por su apoyo y motivación en la culminación de mis estudios.

Mi gratitud a los pastores Ricardo y Jenny por formar parte de mi vida en el transcurso de mis estudios, animándome y aconsejándome para ser cada día una mejor persona y ejemplo de superación.

A mis hermanos Willian y Jacqueline, gracias por siempre estar presentes, acompañándome y por el apoyo moral que me han dado en esta etapa de mi vida.

A mis amigos, compañeros y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido con este logro, especialmente a Carmita Moreno, eres genial.

MARIUXI

RESUMEN

Las vainillas son especies originarias de México, pero habitan en regiones tropicales de América; estas especies son importantes para la industria sobre todo alimenticia. En el Ecuador se encuentran especies cultivadas y otras en estado silvestre. En la actualidad *Vanilla* sp., ha despertado interés como cultivo potencial en la provincia de Pastaza; sin embargo, el fundamento teórico de manejo agronómico de esta especie es muy limitado. Por esta razón el presente trabajo denominado "Fundamentación y diseño de una técnica de polinización artificial para incrementar la productividad de *Vanilla* sp." propone como objetivos: 1) Desarrollar un marco conceptual para entender la estructura y funcionamiento de los órganos de la flor de vainilla al momento de la polinización, y, 2) Diseñar una técnica de polinización artificial para favorecer el cuajado de los frutos de la especie. El método de investigación utilizado fue el analítico-sintético, que a partir de la revisión de documentos científicos permitió conocer la biología de la flor (estructura, diagrama floral, entre otros) para entender el proceso natural de polinización y a partir de estos aspectos diseñar la técnica de polinización artificial que se basa en la secuencia de pasos considerados exitosos de acuerdo a los resultados de eficacia medidos en el porcentaje de floración y de cuajado de frutos. Con los resultados se espera contribuir en el incremento de la productividad de la *Vanilla sp*., en condiciones amazónicas.

Palabras claves: biología floral, diagrama floral, *Vanilla* sp., polinización

SUMMARY

Vanillas are species native to Mexico, but they inhabit tropical regions of America; These species represent importance in the especially food industry; in Ecuador there are cultivated species and others in the wild; at present Vanilla sp., has been of interest as a potential crop in the province of Pastaza; However, the theoretical basis for agronomic management of this species is very limited; For this reason, the present work called Foundation and design of an artificial pollination technique to increase the productivity of Vanilla sp., as it aims to systematize scientific information on the management of related species to propose arguments that serve as theoretical support to the critical stage of the vanilla, reproduction; The proposed objectives are 1) To develop a conceptual framework to understand the structure and functioning of the organs of the vanilla flower at the time of pollination, and, 2) To design an artificial pollination technique to favor the fruit set of the species . The method used in the development of the present research is the analytical-synthetic one, which from the review of scientific documents will get to know the biology of the flower (structure, floral diagram, among others) in order to understand the natural process of pollination. and from these to design the artificial pollination technique that is based on the sequence of steps, successful results according to the efficacy results measured in the percentage of flowering and fruit set. With the results, it is expected to contribute to the increase in the productivity of Vanilla sp., In Amazonian conditions.

Keywords: flower biology, flower diagram, Vanilla sp., Pollination

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I

1. INTRODUCCION 1

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2

1.1.1. Formulación del Problema 3

1.2. OBJETIVOS 3

1.2.1. Objetivo General 3

1.2.2. Objetivos Específicos 3

1.3. JUSTIFICACIÓN 3

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN 5

2.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN 5

2.2. TAXONOMÍA DE LA ESPECIE 5

2.3. MORFOLOGÍA 6

2.4. BIOLOGIA FLORAL 7

2.5. POLINIZACIÓN 7

2.6. TIPOS DE POLINIZACIÓN 7

2.6.1. Polinización natural 7

2.6.2. Polinización artificial 7

2.7. ESPECIES DE VAINILLA 8

2.8. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS 8

2.8.1. Suelo 8

2.8.2. Altitud 9

2.8.3. Clima 9

2.8.4. Luz-sombra 9

2.8.5. Temperatura 9

2.8.6. Precipitación 9

2.9. LABORES CULTURALES 10

2.9.1. Riego 10

2.9.2. PODA 10

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN 11

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 11

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN 12

3.3. METODO DE LA INVESTIGACIÓN 12

3.3.1. La observación 13

3.3.2. La descripción 13

3.3.3. Examen crítico y segmentación del fenómeno 13

3.3.4. Enumeración de las partes 14

3.3.5. La ordenación y clasificación de la información 16

3.3.6. Construcción y reacomodo 16

3.3.7. Diseño de la técnica de polinización artificial 16

CAPITULO IV

4. RESULTADOS 18

4.1. ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LOS ÓRGANOS DE LA FLOR DE VAINILLA AL MOMENTO DE LA POLINIZACIÓN. 18

4.1.1. Características morfológicas generales de la planta 18

4.1.2. Biología floral 18

4.1.3. Floración 21

4.1.4. Fórmula floral 22

4.1.5. Diagrama floral 23

4.1.6. POLINIZACIÓN 23

4.2. TÉCNICA DE POLINIZACIÓN ARTIFICIAL PARA FAVORECER EL CUAJADO DE LOS FRUTOS DE *Vanilla* sp. 24

4.2.1. Condiciones ambientales 25

4.2.2. Características de la planta que favorecen la polinización 25

4.2.3. Flores a ser polinizadas 26

4.2.4. Viabilidad del polen 26

4.2.5. Identificación del momento de la polinización 27

4.3. PASOS PARA REALIZAR LA TÉCNICA DE POLINIZACIÓN ARTIFICIAL DE LA FLOR *Vanilla* sp. 27

4.4. COMO IDENTIFICAR QUE LA POLINIZACIÓN ES UN ÉXITO 28

CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
BIBLIOGRAFÍAS

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación de la Provincia de Pastaza. 11

Figura 2. Esquema modelo para determinar el diagrama y fórmula floral. 16

Figura 3. Tallo, hoja y flor de Vanilla sp. 18

Figura 4. (a) Inflorescencia y (b) flor de Vanilla sp. 19

Figura 5. (a) Pétalos y (b) sépalos de Vanilla sp. 19

Figura 6. (a) Labelo, (b) columna y (c) ovario de Vanilla sp. 20

Figura 7. (a) Fruto y (a) corte transversal del fruto de Vanilla sp. 20

Figura 8. Floración vanilla sp. 21

Figura 9. a) Disección de la flor de Vanilla sp., (b) Disposición cíclica de los sépalos-pétalos, (c) Perigonio, (d) Labelo, (e) Carpelos y (f) Ovario ínfero 22

Figura 10. Diagrama floral Vanilla sp. 23

Figura 11. Producción de Vanilla sp., bajo cobertizo. 25

Figura 12. Flor de Vanilla sp. 26

Figura 13. (a) Palillos y (b) espinos utilizados para realizar la polinización. 27

Figura 14. Ruptura del labelo. 27

Figura 15. (a) Separación del rostelo y (b) Polen en contacto con el estigma (polinización) 28

Figura 16. (a) Levantar el rostelo y (b) Presión de la antera sobre el estigma (Polinización) de Vanilla sp.. 28

INDICE TABLAS

Tabla 1. Signos para el reconocimiento de los distintos órganos de la flor. 14

Tabla 2. Simbología de las partes de la flor 15

Tabla 3. Fórmula floral 22

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

Las vainillas pertenecen a la familia de las orquídeas, cuyas especies son originaria de México, se encuentran distribuidas en diferentes partes del mundo, habitan en regiones tropicales de América y Asia. Son plantas herbáceas, trepadoras, con tallo cilíndrico poco ramificado, largo y flexible; estas especies son cultivadas por su interés comercial, principalmente por su fruto debido a que se utiliza en diversas y variadas industrias, que van desde la alimentaría, pasando por la licorera, refresquera, farmacéutica, cosmética, tabacalera, hasta llegar incluso, a la industria artesanal (Díaz, 2016).

La vainilla es una especie que se desarrolla en zonas tropicales, en Ecuador se cultivan comercialmente tres especies (*Vanilla Planifolia* Jacks. ex Andrews, *V. pompona;* Schiede, *V. tahitensis J*. W. Moore) aunque su potencial no ha sido explotado (Valle, 2018). Actualmente existen reportes del cultivo de vainilla con la empresa Vainuz Vainillas del Ecuador en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, asimismo en la Amazonia se encuentra la Empresa Kallari ubicada en la provincia de Napo, además se han identificado pequeñas plantaciones en sistemas agroforestales; existen iniciativas del cultivo de vainilla en la provincia de Pastaza, que se limitan a pequeñas parcelas de producción, lo cual, hace que su manejo sea desconocido, y la producción de frutos sea escasa (Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2016).

Espinoza (2020) hace referencia que uno de los inconvenientes presentes para la obtención del fruto es la polinización natural, debido a que los insectos que polinizan la flor de la vainilla están amenazados por el uso de pesticidas y la degradación ambiental.

En la Amazonia la producción de *Vanilla* sp., ha generado interés por parte del agricultor, por ser una especie nativa que se desarrolla naturalmente en los bosques tropicales; sin embargo existen inconvenientes en el manejo del cultivo, principalmente en la etapa de producción, debido a que la polinización se debe realizar manualmente para lograr el cuajado de frutos, pero el productor desconoce los principios básicos para la realización de la polinización artificial. Por lo tanto, este estudio se realizó con la finalidad de fundamentar y diseñar una técnica de polinización artificial en la *Vanilla* sp., que sea aplicable en las condiciones de la Amazonia, misma que reúne información necesaria como la estructura de la flor, momentos claves para realizar la polinización, entre otros; se espera que estos resultados sean tomados en cuenta por el agricultor para el incremento de la productividad en las parcelas de producción.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de vainilla en la provincia de Pastaza atrae mucha atención, porque es una planta silvestre que puede crecer naturalmente en la selva amazónica y tiene usos industriales potenciales, lo que aumenta la demanda del mercado, por lo tanto, es una oportunidad económica.

El cultivo de *Vanilla* sp., a nivel local se limita a pequeñas parcelas dentro de las chacras, que no cuentan con manejo técnico y solo se restringe a labores culturales tradicionales que no se ajustan a las necesidades del cultivo; estos sistemas tradicionales muestran falencias durante el ciclo de producción de *Vanilla* sp., no se toman en cuenta factores indispensables de producción, como son: tratamiento de sombra, poda, la aplicación de compost, etc., nivel nutricional y los cambios metabólicos de las plantas (Tian, Chen, Zheng, Zhou and Yang, 2004).

La etapa decisiva del cultivo de vainilla es la floración y fructificación puesto que del fruto se obtiene la esencia de vainilla que es el producto comercial; sin embargo, en las condiciones de la Amazonia aún no se cuenta con estudios que aporten de manera científica al productor a incrementar el cuajado del fruto que garantice una producción rentable; es conocido que de manera natural la producción de frutos es reducida, la principal razón es que la estructura de la flor no facilita la polinización y por ende el cuajado de los frutos, si a ello se suma que las flores de vainilla permanecen abiertas solo por un día, lo que dificulta aún más el contacto del polen con el estigma de la flor, así como la acción de los polinizadores naturales (Hernández, 2011). Las razones antes mencionadas ponen en evidencia que la no aplicación de estrategias adecuadas de polinización artificial trae como resultado un limitado porcentaje de cuajado de frutos que no representan una rentabilidad económica, que a la larga ocasionan pérdidas para el productor y abandono del cultivo.

El principal problema en el bajo rendimiento de *Vanilla* sp, es el desconocimiento de una técnica de polinización artificial que se ajuste a la estructura y fisiología de la flor, en las condiciones amazónicas (Vargas, 2015). Con los antecedentes mencionados, la investigación tiene como propósito reunir información relacionada con la estructura y fisiología de la flor de la especie en estudio, así como sistematización de resultados satisfactorios de la práctica de polinización manual en especies afines, toda la información recopilada permitió diseñar una técnica de polinización artificial, que favorezca la producción de los frutos de vainilla y con ello el rendimiento, que conlleve en un futuro la generación de ingresos para el productor y su familia.

1.1.1. Formulación del Problema

¿Qué técnica de polinización artificial se debe aplicar para incrementar el cuajado de frutos y con ello la productividad de *Vanilla* sp., en condiciones amazónicas?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

- Fundamentar y diseñar una técnica de polinización artificial para incrementar la productividad de *Vanilla* sp.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar un marco conceptual para entender la estructura y funcionamiento de los órganos de la flor de vainilla al momento de la polinización.

- Diseñar una técnica de polinización artificial para favorecer el cuajado de los frutos de la especie *Vanilla* sp., a partir de resultados obtenidos en especies afines.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En el mundo existe alrededor de 110 especies de vainilla, las cuales se encuentran de manera natural en los bosques (Gamboa, 2014); en el continente americano es donde se encuentra la mayor cantidad de estas plantas, hay tres especies de vainilla que tienen importancia económica: *Vanilla planifolia, V. tahitensis y V. pompona*, como también se reportan cultivos de vainilla en Ecuador y especies que se desarrollan en estado silvestre.

Vanilla sp., es una especie nativa de la Amazonia que se encuentra adaptada al medio y ello asegura un manejo amigable con el medio ambiente, pues, sus parientes silvestres reflejan la salud del bosque; además, ofrece la posibilidad de establecer pequeños sistemas de cultivo como un componente del sistema Chakra amazónica, lo que permite proteger y conservar los recursos naturales (Tanguila, 2020). El cultivo de vainilla no requiere de grandes extensiones de terreno para obtener altos ingresos económicos, sino que se pueden establecer pequeñas áreas de cultivo dentro del sistema de producción familiar, que por la facilidad del manejo se constituye en un cultivo potencialmente sostenible (Ramírez y Rapidel, 1999).

Por las razones mencionadas anteriormente, es importante apoyar en la generación de conocimiento en el manejo de *Vanilla* sp., durante todo el ciclo de cultivo, con énfasis en la

etapa más crítica (floración y fructificación) mediante la generación de técnicas que incrementen el cuajado de flores y con ello la producción y productividad del cultivo. Entre otros aspectos que resaltan del cultivo de vainilla es que económicamente es la especie más cara del mundo después del azafrán (*Crocus sativus* L.); tiene una alta demanda en el mercado por los múltiples usos que ofrece como en confitería, chocolatería y la cosmética, también rige el mercado de los condimentos alimentarios, y su demanda casi ha duplicado su oferta.

Además, las frutas cosechadas se pueden procesar agregando así valor a la cadena de producción, reduciendo el papel de los intermediarios agrícolas y aumentando los beneficios directos para los pequeños productores (Cruz, 2004). De esta manera, la capacidad de crecimiento de los cultivos de los hogares pequeños y económicamente vulnerables hace de esta especie una alternativa a la agricultura sostenible (Bory, Lubinsky, Risterucci, Noye, Grisoni, Duval y Besse, 2008).

Con los antecedentes, esta investigación tiene como objetivo principal diseñar una técnica de polinización artificial, como opción para aumentar el número de frutos por planta y con ello la productividad del cultivo, que permitan generar una rentabilidad para el productor y su familia, mejorando la calidad de vida de las comunidades rurales amazónicas.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La vainilla pertenece a la familia de las Orchidaceae, cuyas especies habitan en regiones tropicales de América y Asia, crece como una planta trepadora y sus flores son de color amarillo verdoso (Damirón, 1994). Recibió el nombre de "vainilla" por los españoles, porque sus frutos tienen una longitud de 15 y 30 cm de largo y por su similitud de los frutos con las legumbres que se denominaban vainas; el principal constituyente aromático de la vainilla es la vainillina, pero se han detectado hasta 169 compuestos en el aroma de esta planta (Díaz, 2016); entre febrero y mayo, sus flores son visitadas por las pequeñas abejas de las orquídeas (*Euglossini dilema* Fiese). La vainilla es de clima cálido-húmedo, se ha encontrado en la Sierra Madre de Oaxaca, en la Selva Lacandona en Chiapas y en el sur de Quintana Roo, es decir tiene su centro de origen en México lo que significa que en nuestro país se encuentra domesticada esta especie (Guston, 1971).

Díaz (2016) plantea que la vainilla se cultiva principalmente en cuatro países: Madagascar, Indonesia, México y Tahití; aunque también se cultiva en Uganda, Costa Rica, Jamaica y la India; en pequeña cantidad se encuentran plantas en estado silvestre en los bosques tropicales de México en Oaxaca, Veracruz, Chiapas.

En Ecuador la vainilla aparece en el siglo XIX, y se empieza a producir con fines comerciales para su venta en mercados europeos, siendo una de las especies con fines económicos elevados debido a su costo (Diez, 2015). En la Provincia de Napo, en el Cantón Tena se encuentran en estado natural a lo largo de las riveras, especialmente en áreas menos perturbadas ecológicamente, en las comunidades de Hatan Yacu, Ila Yacu, Serena, Misahualli y Arajuno (Díaz, 2016).

2.2. TAXONOMÍA DE LA ESPECIE

La vainilla es una planta aromática, que posee la particularidad de ser la única especie comestible de la familia Orchidaceae (Bythrow 2005). La vainilla pertenece al reino Plantae, subreino Tracheobionta, división Magnoliophyta, clase Liliopsida, subclase Lilidae, orden Orchidales, familia Orchidaceae, subfamilia Epidendroideae, tribu Vanilleae, subtribu Vanillinae y género *Vanilla* (Isidro, 2003). Las especies más conocidas son: *planifolia, tahitensis, pompona* y otras especies aún no identificadas como *Vanilla* sp.

Dependiendo el país se conoce a esta especie con diferentes nombres comunes: vainilla fina u oficial; vainas de vainilla; “tlixochilt” (México); serimpineri (Perú); vanille (alemán, francés); *Vanilla* bean (inglés). Era apreciada por los aztecas y posteriormente descubierta por los conquistadores, se le llamo vainilla, haciendo referencia a la forma de vaina.

2.3. MORFOLOGÍA

Baltazar (2010) menciona que los caracteres morfológicos de la planta de vainilla están estructurados por: raíz, tallo, hojas flores y frutos; además, Díaz (2016) describe las características morfológicas de la planta de vainilla:

Raíz: esta planta posee raíces aspiradoras que nacen de brotes, además tiene una raíz adventicia normal, pero que posee pelos absorbentes, lo cual la hace una gran consumidora de agua, estas crecen de manera superficial en el suelo sobre la materia orgánica y no son profundas (Díaz, 2016).

Tallo: es comúnmente conocido como bejuco, es trepador y presenta zarcillos radicales con los cuales se fija sobre otros árboles, posee yemas de las cuales brotan hojas e inflorescencias, una por yema respectivamente (Baltazar, 2010).

Hojas: son simples, planas, oblongas, de color verde oscuro y de textura coriácea, incluso carnosa en algunas especies, con filotaxia alterna (Díaz, 2016).

Inflorescencia: sale de las axilas de la hoja, el eje corto y suculento lleva de 4 a 20 flores carnosas, verduscas o amarillentas (Baltazar, 2010).

Isidro (2003) menciona que la planta de *V. planifolia* produce de 10 a 20 racimos y cada racimo de 10 a 20 flores, los botones florales van madurando en forma escalonada y abren de una a dos cada mañana.

Flores: son hermafroditas, no obstante, ambos órganos están separados por una membrana que hace imposible la autofecundación (Díaz, 2016).

Las flores son de color blanco, ligeramente amarillo verdoso, con tres sépalos lineales de 4 cm a 7 cm de largo, poseen tres pétalos, dos semejantes a los sépalos. La antera que constituye el órgano masculino, se encuentra en la parte superior de la flor, separada del órgano femenino por una membrana llamada róstelo, la cual impide la polinización natural; por lo tanto, para la formación de frutos es necesario polinizar las flores manualmente. El ovario, órgano femenino se forma de paredes gruesas y contiene miles de óvulos, su crecimiento se inicia inmediatamente después de que ocurre la polinización.

Frutos: son cápsulas dehiscentes y negras a la maduración, con semillas diminutas, las más pequeñas en la naturaleza. Maduro, el fruto desprende un aroma muy llamativo y cierta cantidad de aceites cuyo principal componente es la vainillina, propiedades por las cuales es valioso este fruto (Baltazar, 2010).

2.4. BIOLOGIA FLORAL

La biología floral sobre la base de las características morfológicas florales, es la organización de la inflorescencia, disposición de las flores, dehiscencia de las anteras, hora de antesis, longevidad floral, recompensa floral y disposición espacial de estambres y estigma contribuyen a interpretar la biología de polinización (Cantante, 2009).

2.5. POLINIZACIÓN

La polinización también conocida como la transferencia de polen desde la parte masculina de una flor hasta la parte femenina de la misma u otra flor, es un proceso esencial para el mantenimiento de la viabilidad y la diversidad genética de las plantas con flor, además de mejorar la calidad y cantidad de semillas y frutos, así como de las características de la descendencia (Chautá, Campbel, Bonilla, Thaler y Poveda, 2012).

Fouché y Jouve (1999) señalan que el cultivo de vainilla comienza a florecer entre el tercer y cuarto año de la siembra, la misma que no puede ser fertilizada sin la intervención humana. Por tanto, es recomendable polinizar de seis a ocho flores por maceta, dependiendo de la especie y así obtener una buena calidad y rendimiento de vainas verdes.

2.6. TIPOS DE POLINIZACIÓN

2.6.1. Polinización natural

De acuerdo con Soto (1999), es posible obtener frutos de la vainilla (*V. planifolia)* de manera natural, en un porcentaje muy bajo, generalmente el 1% del total de las flores. Actualmente no se tiene evidencia científica de los agentes polinizadores y de cómo exactamente se realiza la polinización natural, aunque esta acción ha sido atribuida a la abejita sin aguijón *Melipona beechii* Bennett, al pájaro colibrí *Cynniris* sp, murciélagos y últimamente a las abejas verdes y brillantes de las orquídeas *Euglossa viridissima* Friese.

2.6.2. Polinización artificial

Según SYNGENTA (2016), la polinización artificial también conocida como polinización manual es cuando el ser humano reemplaza a la naturaleza durante todo el proceso de polinización y controla la reproducción; esta decisión se puede tomar por dos motivos: si hay escasez de agentes polinizadores naturales en un cultivo agrícola, o si se desea evitar alteraciones en las características específicas de una determinada planta.

La planta de vainilla posee flores hermafroditas, pero no efectúa la autofecundación debido a la fisiología de su flor; entonces, se efectúa la polinización artificial para lograr suficiente fructificación, prácticamente todo el trabajo de polinización es realizado a mano. Se considera que el trabajo de polinización representa el 40% del costo de producción de la vainilla (Gregory, Gaskins y Colberg, 1967).

2.7. ESPECIES DE VAINILLA

Isidro (2003) menciona que las propiedades químicas, físicas y sensoriales de la mayoría de las variedades son diferentes, dependiendo del área geográfica y la forma física; estas diferencias significan que la mayoría de las orquídeas no se pueden usar para producir vainilla beneficiosa porque pueden ser amargas, incoloras o tener un contenido insuficiente de vainillina.

Hay alrededor de 110 especies de vainilla, entre las variedades de vainilla con el contenido de vainillina más prominente, tenemos:

Vanilla planifolia: posee más cantidad de vainillina que todas las demás variedades, pues por su contenido es siete veces superior.

Vanilla tahitensis: también conocida como vainilla de Tahití, esta variedad tiene las hojas más estrechas y las vainas más alargadas, contiene vainillina y piperonal.

Vanilla pompona: conocida comúnmente como vainillón, es originaria de las Antillas y de América Tropical, sus hojas y frutos son más grandes; contiene vainillina, piperonal y acido aldehído anísico (Díaz, 2016).

Vanilla sp: posee tallos de 1 cm de diámetro con hojas oblongas – elípticas, las flores son verdes-amarillentas; además, es una planta terrestre que asciende sobre arboles (INFOIARMA, 2017). Aún se desconoce el contenido de vainillina aroma.

2.8. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS

El cultivo de vainilla requiere de condiciones óptimas de clima y suelo para su desarrollo y producción.

2.8.1. Suelo

En general, la vainilla prefiere suelos bien drenados y profundos y ricos en materia orgánica, aunque la fertilidad del suelo no es un factor limitante porque las técnicas de cultivo se han desarrollado al agregar materia orgánica a la base de las plantas. Para hacer que los cultivos de

vainilla crezcan bien, se recomienda utilizar un suelo suelto débilmente ácido con buen drenaje, materia orgánica rica, pH entre 5.5 y 6.9 y alto contenido de calcio y potasio (León, 2005). Dado que el radio del sistema de raíces alrededor de la planta es de aproximadamente 1.20 m, se debe manipular y cosechar con mucho cuidado para evitar pisar las raíces que son muy sensibles al daño mecánico.

2.8.2. Altitud

La altitud que más favorece el cultivo de vainilla oscila entre 0 y 600 msnm, aunque se han encontrado plantas creciendo hasta los 1100 msnm, e incluso en India se cultiva hasta los 1500 msnm (Hernández, 2011).

2.8.3. Clima

La vainilla se desarrolla preferiblemente en un clima húmedo cálido, donde las lluvias sean frecuentes, pero no excesivas (González, 2003).

2.8.4. Luz-sombra

Según las recomendaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarios de México (INIFAP, 2011), la planta de vainilla para su crecimiento óptimo requiere 50% de luz o sombra en la mayor parte del año. En épocas secas con soles intensos es preferible mantener una sombra de 50 a 70%, que permita conservar la humedad del suelo y del aire; mientras que en los meses lluviosos, la cantidad de sombra debe ser de 30 a 50% para evitar condiciones favorables al desarrollo de enfermedades. La sombra excesiva hace que la liana sea muy delgada y susceptible al ataque de patógenos (Fouché y Jouve, 1999).

2.8.5. Temperatura

Damiron, (2004) manifiestan que la temperatura entre 21 y 32ºC, son condiciones favorables para el buen desarrollo del cultivo.

2.8.6. Precipitación

Hernández (2011) señala que la precipitación anual promedio de los cultivos de vainilla debe estar entre 2000 y 3000 mm, y se distribuye uniformemente durante todo el año, si la precipitación anual excede los 3000 mm, los bosques de plantación tienen más ataques de hongos, principalmente *Fusarium* sp.; por el contrario, donde hay poca lluvia y no hay sistema de riego adecuado, dificultaría el desarrollo de la vainilla.

2.9. LABORES CULTURALES

2.9.1. Riego

Hernández (2011) indica que el agua es indispensable para el desarrollo del cultivo, sin embargo, se debe tomar en cuenta las condiciones de pluviosidad y humedad ya que en climas cálidos húmedos en realidad no se va a necesitar de riego, más bien un control de ventilación, sombra y drenaje para que se ajuste con el 80% de requerimiento de humedad para la vainilla. INIFAP (2011) recomienda que debe evitarse el exceso de riego o humedad ya que favorecería el desarrollo de enfermedades.

2.9.2. PODA

El manejo adecuado de una plantación de vainilla implica realizar las labores de poda como la eliminación de los bejucos que ya florearon, de la misma manera a los tutores para la regularización de la sombra (Barrera, Herrera, Jaramillo, Escobedeo y Bustamante, 2007).

CAPITULO III
3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo tiene como finalidad desarrollar una técnica de polinización artificial en *Vanilla* sp., para ser aplicada en condiciones amazónicas, se toma como referencia la provincia de Pastaza (Figura 1). La provincia Pastaza, se encuentra situada al nororiente del país, en la zona geográfica conocida como región amazónica; limita al norte con las provincias Napo y Orellana, al occidente con Tungurahua, al sur con Morona Santiago y al este con el Perú. La provincia tiene una altitud mínima 162msnm ubicado en el extremo este, máxima de 3194 msnm ubicado en el extremo oeste de la provincia, cuenta con un clima tropical húmedo, alcanza una precipitación aproximada entre 2000 y 4000 mm y cuenta con una temperatura que oscila entre 18ºC y 33ºC (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Pastaza, 2014).

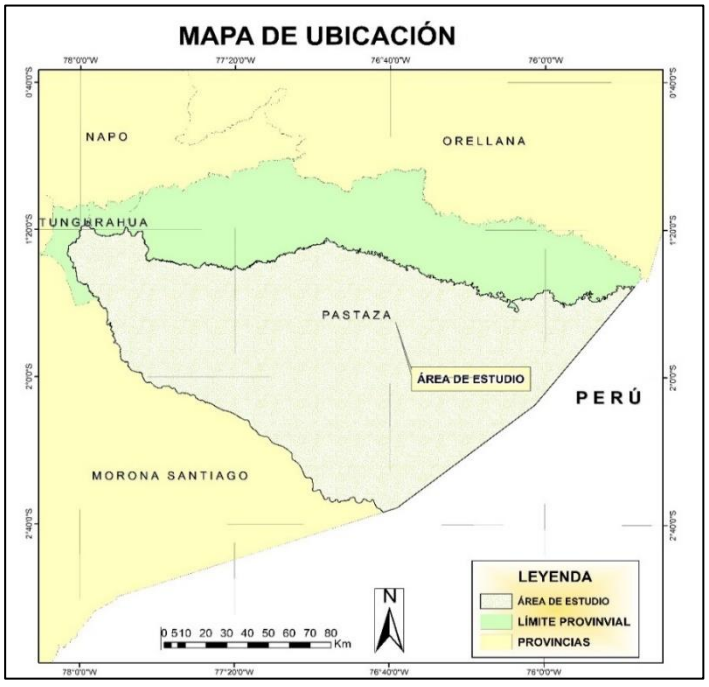


Figura 1. Mapa de Ubicación de la Provincia de Pastaza.
Fuente: Adaptado de SIN, 2013

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo es de tipo no experimental, puesto que se pretende generar una técnica de polinización artificial para *Vanilla* sp., a partir de la interpretación de resultados ya obtenidos en investigaciones anteriores acerca de la estructura floral y polinización de especies afines a la especie en estudio; este tipo de investigación tuvo concordancia con el alcance exploratorio de tipo documental, propuesto.

El enfoque es cualitativo, puesto que se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados (Monje, 2011), relacionados con biología floral, floración y polinización de especies afines a *Vanilla* sp; a partir de revisión de documentos relacionados que permitan entender el proceso natural de polinización y el comportamiento de la polinización cruzada, se realizó una interpretación de resultados, contextualización del fenómeno para construir una técnica de polinización artificial que se ajuste a las características y comportamiento de la especie, en condiciones de la amazonia.

El alcance es de tipo exploratorio-documental (Hernández, Fernández, y Baptista, 2010), exploratoria porque se aplica técnicas de polinización artificial en especies afines a *Vanilla* sp., pues esta especie no ha sido estudiada a profundidad, y por ende no existe suficiente información que valide y guie la polinización manual de la especie; mientras que se considera documental porque es una técnica de investigación cualitativa que se encarga de recopilar y seleccionar información primaria y secundaria, a través de la lectura de documentos, libros, revistas, artículos acerca de la polinización natural y técnicas de polinización artificial en especies de vainilla; para interpretar los resultados, se contextualizó el fenómeno y a partir de estos se propuso una técnica de polinización artificial que garantice el cuajado de frutos de *Vanilla* sp., en condiciones de la amazonia.

3.3. METODO DE LA INVESTIGACIÓN

Dado el enfoque cualitativo del trabajo, el método que se utilizó es analítico–sintético que son procesos inversos (Rojas, 2015), analítico porque permite estudiar por separado las partes que integran la estructura de la flor, y las etapas y condiciones del proceso de polinización; con la síntesis se establece la mejor integración de los resultados del análisis, mismo que se plasmó en la descripción de una técnica de polinización artificial aplicable a *Vanilla* sp., en condiciones amazónicas.

Jiménez, Rodríguez, Pérez y Alipio (2017) menciona que el método analítico-sintético es útil para resumir la búsqueda bibliográfica, para facilitar el análisis y la clasificación de las fuentes de información recopiladas en busca de la esencia de las ideas y que permite la extracción de

los elementos más importantes que se relacionan con el objeto de estudio, en nuestro caso la polinización artificial de *Vanilla* sp.

El desarrollo del trabajo de integración requiere del método analítico – sintético, mismo que se realizó a través del cumplimiento de los siguientes pasos: observación, descripción, examen crítico y segmentación del fenómeno, enumeración de las partes, ordenación y clasificación de la información, construcción y reacomodo, diseño de la técnica de polinización artificial. (Lopera, Ramírez, Zuluaga y Ortiz, 2010).

3.3.1. La observación

Utilizando la técnica de investigación documental, se identificó fuentes de consulta primaria y secundaria del género *Vanilla,* en aspectos relacionados con la estructura y fisiología floral, polinización natural y artificial.

3.3.2. La descripción

En esta etapa se buscó precisar y definir la investigación general de lo que se ha observado, esta fase es transcendental ya que contribuyó a la selección de información más precisa sobre la polinización artificial en *Vanilla* sp., y especies afines, entre ellas *V. planifolia*, *V. pompona* y *V. tihatensis,* que direccionaron el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Los aspectos específicos que se tomó en cuenta para la selección de información son:

a. Biología floral

- ✓ Estructuras florales: cáliz, corola, androceo, gineceo
- ✓ Comportamiento y aspectos fisiológicos involucrados en la floración
- ✓ Fórmula floral
- ✓ Diagrama floral

b. Polinización

- ✓ Polinización natural
- ✓ Polinización artificial
- ✓ Técnicas de polinización artificial

3.3.3. Examen crítico y segmentación del fenómeno

En esta etapa se realizó la selección de información de manera objetiva en base a parámetros de selección. Las variables que se tomó en cuenta para la selección de información para la técnica de polinización artificial es el incremento de la productividad en la fecundación de las flores, tomando como referencia las variables:

a. Número de flores/planta
b. Número de flores polinizadas

c. Número de flores fecundadas
d. Número de frutos/planta

3.3.4. Enumeración de las partes

En esta parte se realizó una muestra cronológica donde se ordenó la información por apartados ya establecidos a lo largo del documento, para examinar todos los factores que lo constituyen el todo en este caso la biología floral (descripción y estructura de la flor, fórmula y diagrama floral) y polinización artificial.

- **Descripción de la flor**

Para la descripción de la flor de se utilizó patrones que permitieron identificar la morfología y estructura de la flor, entre ellas, características de la corola, cáliz y androceo y gineceo, fisiología de la flor.

- **Fórmula floral**

Es una forma de expresar en forma breve, los caracteres de una flor, se puede señalar por medio de iniciales y signos convencionales que se designan a los distintos órganos; los signos para identificar la simetría y sexualidad se observan en la Tabla 1 (Arbo, 2020).

Tabla 1. Signos para el reconocimiento de los distintos órganos de la flor.

Símbolo	**Disposición**
○	Cíclica, las piezas florales están dispuestas en verticilos.
	Helicoidal, las piezas florales están dispuestas en forma espiralada sobre el receptáculo.
	Simetría
	Actinomorfa: flores con dos o más planos de simetría.
	Cigomorfa: flores con un solo plano de simetría.
	Asimétrica: flores que no presentan planos de simetría.

	Sexualidad de la flor	
♂	♀	⚥
Masculina o estaminada	Femenina o pistilada	Hermafrodita

Fuente: Arbo, 2020

Arbo (2020) afirma que las partes de la flor se identifican utilizando codigos estabecidos (Tabla 2), mientras que para la representación de la fórmula se toman en cuenta las consideraciones siguientes:

- El número de piezas de cada verticilio se indica con una cifra; cuando el número de los miembros es muy grande se emplea el signo ∞.
- Si hay dos vertices de igual naturaleza, las cifras se unen con el signo +.
- La concrescencia de las piezas florales se indica por medio de un parentesis ( ).
- Si las piezas de distintos verticilios estan soldadas entre si, se cierran las iniciales correspondientes y las cifras entre corchetes [ ].
- La cantidad de lóculos del ovario se indica como subíndice del número de carpelos; el número de óvulos por lóculo se indica como exponente.

Tabla 2. Simbología de las partes de la flor

SIMBOLOGÍA	SIGNIFICADO
K	Cáliz
C	Corola
$\underline{G}$	Ovario supero
Pc	Perigonio Corolino
A	Androceo
G	Ovario semiínfero
Pk	Perigonio calicino
G	Gineceo
$\bar{G}$	Ovario ínfero

Fuente: Arbo, 2020

- **Diagrama floral**

Es la representación gráfica de la disposición de los fragmentos de flores y la disposición de diferentes hilos en la sección transversal de la flor, cada hilo está representado por un círculo concéntrico que rodea la ginecología, cortado al nivel del ovario. Los estambres están marcados con secciones transversales de anteras, y las espirales protectoras tienen secciones transversales de pétalos y sépalos. Por lo general, los segmentos del hilo se alternan con segmentos del hilo anterior. Los estambres pueden ser relativos a los pétalos u opuestos. La soldadura entre las piezas de cada verticilo o de verticilos opuestos, se indica con líneas de puntos. Las cifras deben estar a la misma altura que las letras, sólo el número de lóculos y el número de óvulos van como subíndice y superíndice como se muestra en la (Figura 2).

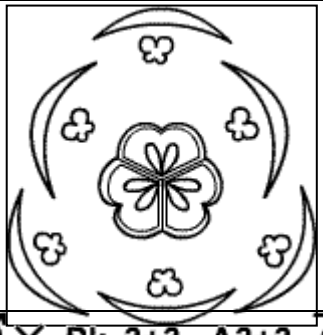
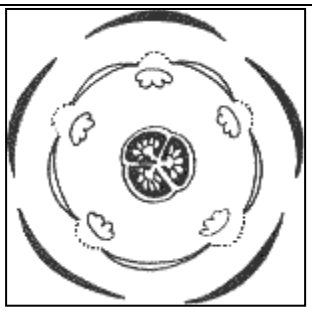
Flor trímera de monocotiledónea	Flor pentámera de dicotiledónea
	
⚥ × Pk 3+3 A3+3 $\underline{G}$ (3) $^{\infty}_{3}$	⚥ × K 5 C (5) A5 G $(3)^{\infty}_{3}$

Figura 2. Esquema modelo para determinar el diagrama y fórmula floral.
Fuente: Arbo, 2020

- **POLINIZACIÓN**

Determinación de la descripción del proceso de la técnica de polinización artificial en base a la información actualizada, misma que será seleccionada de acuerdo a las variables ya establecidas. Para selección de información, se tomó en cuenta:

1. Requerimiento y momento de la polinización.
2. Proceso de la polinización.

3.3.5. La ordenación y clasificación de la información

En este ciclo también se incorporó la clasificación de la información con el propósito de tener un conocimiento más claro y conciso.

La información estudiada fue organizada y registrada de acuerdo a los resultados emitidos por el autor con respecto al comportamiento (valores más altos) de las variables de productividad previamente mencionadas, considerados en el proceso de polinización.

3.3.6. Construcción y reacomodo

En esta fase se consideró las partes de la flor y etapas de la polinización para volver a formar un todo, esta vez con la información esclarecida para diseñar la técnica de polinización artificial para *Vanilla* sp., en condiciones amazónicas.

3.3.7. Diseño de la técnica de polinización artificial

La elaboración de la técnica de polinización artificial partió del esquema base requerida, que a la par con las particularidades de la estructura de la flor de vainilla y los parámetros de éxito

de polinización en especies a fines, permitió elaborar una secuencia de pasos, que seguro mejorará la productividad en número de frutos, en la especie estudiada.

Los aspectos básicos que se tomaron en cuenta para la elaboración de la técnica de polinización artificial son:

- Condiciones ambientales
- Características de la planta que favorecen la polinización.
- Características de la flor a ser polinizada,
- Selección de flores a ser polinizadas
- Proceso de polinización artificial:
- Identificación del momento de polinización
- Recolección de polen
- Viabilidad del polen
- Polinización

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LOS ÓRGANOS DE LA FLOR DE VAINILLA AL MOMENTO DE LA POLINIZACIÓN.

4.1.1. Características morfológicas generales de la planta

Vanilla sp., descrita por De la Cruz (2019), posee tallo cilíndrico de 0.50 a 0.80 cm de diámetro, distancia internodal de 8.0 a 14.5 cm, tiene una coloración verde (5G6/10) con brillo, de consistencia suculenta. Esta especie posee hojas de forma oblongo – lanceolada, acuminada, de color verde (5G7/6), con una longitud de 9.50 a 22.60 cm, con un ancho que varía de 2.80 a 5.60 cm y el área foliar promedio de 51.95 cm^2 (Figura 3).

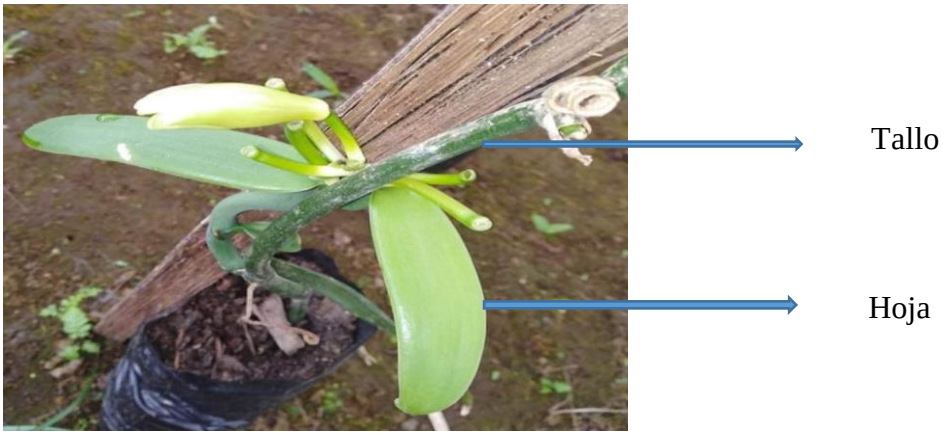


Figura 3. Tallo, hoja y flor de *Vanilla* sp.

4.1.2. Biología floral

a. Características y estructura de la flor

Esta especie posee inflorescencias axilares con un promedio de seis flores; sus flores son efímeras, vistosas, de fragancia leve a canela, que se abren de 1 a 2 por tiempo, presentan un color amarillento y una longitud de 11.50 cm (Figura 4).



Figura 4. (a) Inflorescencia y (b) flor de *Vanilla* sp.
Fuente: De la Cruz, 2019

El sépalo tiene una coloración amarillo pálido, su ápice es agudo verde amarillento, con un tamaño promedio de 6.90 cm de largo y 1.40 cm de ancho, el grosor es de 0.20 cm. Sus pétalos son de colores amarillentos, también tiene una vena longitudinal prominente, con un ápice agudo; el tamaño promedio del pétalo es de 6.75 cm de longitud, 1.43 cm de ancho, y un grosor 0.10 cm (Figura 5).



Figura 5. (a) Pétalos y (b) sépalos de *Vanilla* sp.
Fuente: De la Cruz, 2019

El labelo muestra una forma de embudo, de color amarillo intenso al interior, con una longitud de 6.1 cm por 1.8 cm de apertura, y una consistencia coriácea; el labelo se encuentra adherido a la columna (fusión entre estambres y pistilo), longitud de la columna es 3.5 cm x 0.5 cm grosor. Las características que presenta el ovario son, textura lisa, curvado, de color verde claro, forma aplanada a redondeada, con un largo de 5.25 cm y ancho de 0.5 cm (Figura 6).



Figura 6. (a) Labelo, (b) columna y (c) ovario de *Vanilla* sp.
Fuente: De la Cruz, 2019

De la Cruz (2019) afirma que, el fruto en estado inmaduro presenta un color verde brillante (Figura 7), de consistencia carnosa, subanguloso; posen una longitud promedio de 11.63 cm, grosor 2.07 y 17.57 g de peso; estos se encuentran agrupados en racimo de cuatro vainas.

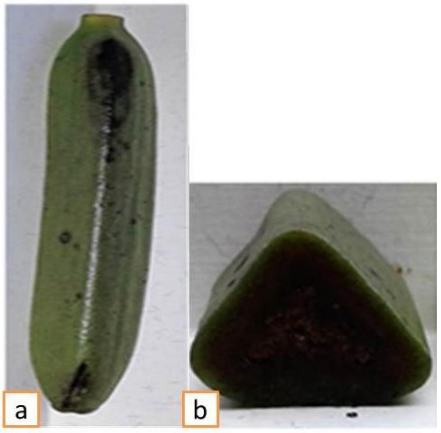


Figura 7. (a) Fruto y (a) corte transversal del fruto de *Vanilla* sp.
Fuente: De la Cruz, 2019

b. Fisiología de la Flor

Existen aspectos importantes a considerar en el funcionamiento de la flor al momento de la polinización; resupinación, es el fenómeno que sufren los botones florales al experimentar una inversión o torsión respecto a su posición original; el perigonio queda invertido, dirigiéndose el labelo hacia adelante, se parece a un labio prolongado en forma de pico (labelo); pero al abrirse la flor, el ovario da una vuelta de 180 grados, quedando el labelo torcido hacia abajo (Quijada, 2000).

El polen en la madurez no es polvoso, sino se encuentra unido en la mitad de la antera en una pequeña masa llamada *Polinio*; de cada polinio se desprende a menudo un filamento gomoso llamado *Caudiculo* que lo une a una bolita gelatinosa llamada *Retinaculo*. Los órganos sexuales androceo y gineceo de la vainilla se encuentran fusionados en una columna, llevando la antera encima del estigma, este a su vez es una cavidad hueca y viscosa que se adhiere a la base del labelo (Quijada, 2000). Las flores de la vainilla duran un solo día, momento que hay que aprovechar para realizar la polinización de cada una de ellas (Damiron, 2004).

4.1.3. Floración

A partir del tercer año de plantación, dependiendo del sistema de cultivo, los bejucos de vainilla empiezan a florecer. Los capullos de una orquídea se desarrollan en ramas laterales y las flores brotarán sobre estas ramas; las inflorescencias o racimos florales poseen entre cinco a seis botones florales de diferentes edades y tamaños insertados en un raquis, que se abrirán a lo largo del tiempo (Figura 8); De la Cruz (2019) afirma que las primeras flores que se abren son las que se encuentran en la parte inferior del racimo, desde que se empieza a formar el botón hasta su floración suele pasar de 50 a 85 días.

La floración suele producirse durante seis semanas al año y con flores que duran un solo día, Una flor de vainilla brotará en la mañana y se cerrará por la tarde, para nunca más abrirse (Damiron, 2004).



Figura 8. Floración vanilla sp.
Fuente: De la Cruz, 2019

El porcentaje de plantas que florecen es variable a través de los años, normalmente se inicia con un porcentaje menor de 27.19% y va aumentando en el transcurso de los años siguientes, es así que en la tercera floración se obtiene el 97.07%, que ocurre en el cuarto o quinto año después de la plantación (Hernández, 2011).

4.1.4. Fórmula floral

De acuerdo a Gamboa (2014) y Soto (1999), la disposición de las piezas florales es cíclica puesto que las piezas se disponen en verticilos sobre el receptáculo, en cuanto a la simetría es cigomorfa o flores con un solo plano de simetría bilateral; de acuerdo a la sexualidad es hermafrodita, pues, poseen androceo y gineceo soldados en una columna (Tabla3). En lo que respecta androceo, posee un único estambre fértil (se encuentra sobre el estigma), el polen agrupado en polinios; el gineceo está formado por un ovario ínfero, tricarpelar y unilocular, con placentación parietal; estas características se representan en la figura 9 y 10.

Tabla 3. Fórmula floral

DISPOSICION	SIMETRIA	SEXUALIDAD DE LA FLOR
○	%	⚥
Cíclica	Cigomorfa	Hermafrodita

Fórmula floral: $\bigcirc\ \%\ ⚥\ P3+3\ [(A1\ \underline{G}\ (\overset{\infty}{3})_1]$



Figura 9. a) Disección de la flor de *Vanilla* sp., (b) Disposición cíclica de los sépalos-pétalos, (c) Perigonio, (d) Labelo, (e) Carpelos y (f) Ovario ínfero

4.1.5. Diagrama floral

En base a la revisión bibliográfica analizada sobre el diagrama floral de las orquídeas, Freire (2014) manifiesta que existe similitud entre todas las variedades de vainillas; el diagrama floral de la *Vanilla* sp., se muestra en la Figura 10, y responde a la fórmula floral ya establecida.

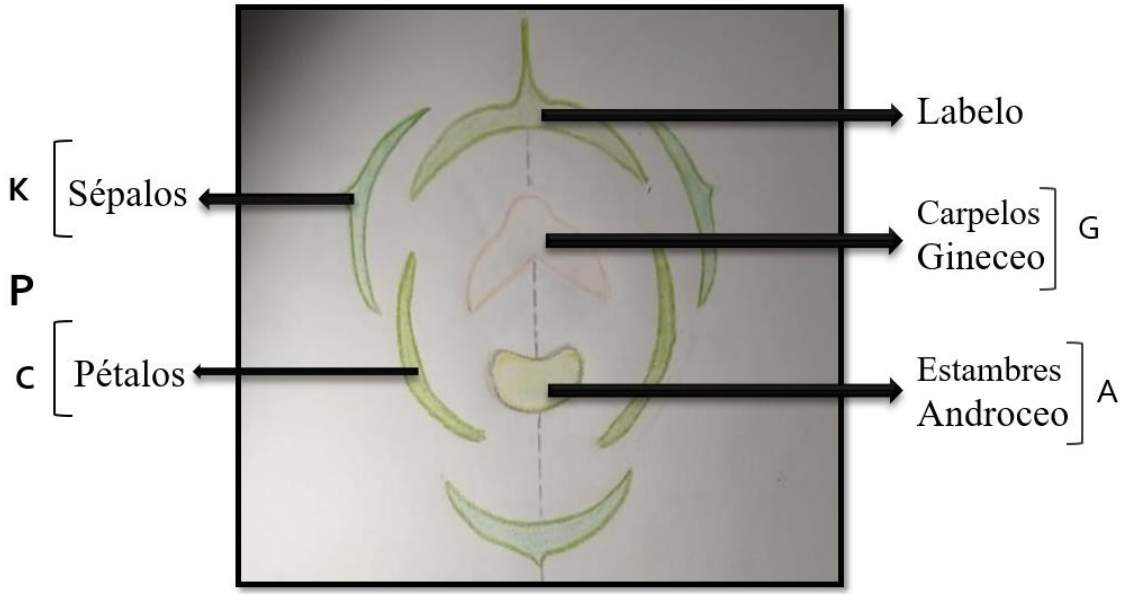


Figura 10. Diagrama floral *Vanilla* sp.

4.1.6. POLINIZACIÓN

4.1.6.1. Polinización natural

La polinización natural (por si sola de la flor) de las flores de *Vanilla planifolia* es rara o inexistentes, esto se debe a la estructura complicada de la flor, pues, el polen se encuentra agrupado en polinios y no puede franquear la distancia que lo separa del estigma; además los órganos masculino y femenino de la flor se separan por una membrana llamada Rostelo, que impide el contacto entre la antera y el estigma. La polinización en las orquídeas requiere de la intervención de insectos, cuando el animalito ingresa en la flor para succionar el néctar acumulado en la base del labelo, tendrá que tocar a los polinios que se pegan con facilidad a la cabeza del insecto, llevándolos en una posición vertical, mismo que al visitar otra flor, es depositado en el estigma viscoso que despega las masa polínicas de la cabeza del animalito, resultando la polinización y posterior fecundación (Quijada, 2000).

La polinización natural se le atribuye a *Euglossina dilema* Friese, con esta especie se ha reportado una fecundación generalmente el 1% del total de las flores (Chambers, Moon, Vovener de Verlands y Brassil, 2011).

4.1.6.2. Polinización artificial

La polinización artificial se realiza llevando el polen hasta el estigma de la flor. La antera o polinio se encuentra encima del estigma, y ésta a su vez en la base del labelo; la punta de un lápiz se lanza contra la antera y extrae el polen, luego se levanta el rostelo y se deposita sobre el estigma receptivo viscoso sobre el cual se adhieren los granos de polen (Quijada, 2000). Díez (2015) menciona que para lograr el contacto entre el polen y el estigma es necesario levantar el rostelo con un pequeño palillo y unir los dos órganos, ejerciendo una delicada presión entre la antera colgante y el estigma, esto hará que se produzcan capullos de mejor calidad.

Las flores de vainilla viven sólo por un día y deben ser fecundadas a mano, de preferencia en la mañana una a una (Díez, 2015).

La polinización artificial inicia con el aparecimiento de flores, para lograr una fructificación abundante se selecciona las mejores flores, mismas que se encuentran en la parte baja de la inflorescencia, inclinadas hacia abajo pues forman frutos derechos después de la polinización (Juan, 2014).

4.1.6.3. Rendimiento de vainilla en vaina verde

López y Mata (2006) mencionan que, los rendimientos de los vainillales son bastante variables, ya que depende de ciertos factores como edad de la planta, densidad de plantación, método de cultivo (tradicional o tecnificado), humedad (temporal o riego), suelo, clima como también el manejo del cultivo que el productor realice. El rendimiento varia de 925 a 2500 kg/ha en tutores de naranjo, sin embargo, la mayoría de los productores obtiene una tonelada. También se ha registrado que, en plantas de tutor de naranjo desarrollado se obtiene un mayor rendimiento de frutos por planta, debido a que, una planta en su plena producción produce en promedio 1.87 kg de frutos o vainas y hasta un máximo de 5.50 kg.

La Asociación Kallari reporta una producción 150 kg de vaina fresca con un rendimiento de 1.5 kg/año/planta según reportes del año 2017; el precio de la vaina verde varía de acuerdo al tamaño, por cada kilogramo de vaina grande se paga $20.00, medianas $16.00 y por las pequeñas $11.00 (MAE, 2018). Por otra parte, productores asociados a Kallari cultivan en invernadero (ciudad de Tena) unas 2300 plantas con dos o tres cosechas anuales, que dan nueve sacos de 70 u 80 libras, en promedio 306 kg, desde entonces alcanza un ingreso entre $10000 y $11000 anuales (VISTAZO, 2020).

4.2. TÉCNICA DE POLINIZACIÓN ARTIFICIAL PARA FAVORECER EL CUAJADO DE LOS FRUTOS DE *Vanilla* sp.

Para poder realizar la polinización artificial en la *Vanilla* sp., es importante considerar el manejo como también los factores ambientales durante el desarrollo de la planta, por ello se

recomienda que la planta este tutorada a una altura promedio de 2 m según el sistema de producción que se maneje, considerando que a partir del tercer año empieza la etapa de floración momento en el cual se inicia con la labor de la polinización.

4.2.1. Condiciones ambientales

Soto (2010) menciona que, para el correcto funcionamiento de todos los órganos de la especie vainilla, principalmente la planta debe encontrarse en un terreno que reciba la luz de sol adecuadamente, ya que el sol de la tarde es más intenso que puede incluso llegar a quemar la planta. También se ha desarrollado otros sistemas de cultivo más tecnificados, que se basan en la utilización de cobertizos de techo-sombra para alcanzar las condiciones de iluminación requerida por las plantas de vainillas (Figura 11) (Barrera, Herrera, Jaramillo, Escobedeo y Bustamante, 2009).

Es importante también que, el área a sembrar no debe tener residuos de haber sido plantada anteriormente la especie o debe estar libre del hongo *Fusarium oxysporum;* en base a esto, sería uno de los principales pasos para iniciar una producción de calidad de vainilla (Soto, 2010).



Figura 11. Producción de *Vanilla* sp., bajo cobertizo.

Damiron, (2004); Fouche y Jouve (1999) manifiestan que la temperatura entre 21 y 32ºC y la precipitación de 1600 a 2500 mm año, son condiciones favorables para el buen desarrollo del cultivo. Sin embargo, para inducir la floración se recomienda periodos más secos (de uno o dos meses); áreas con estación seca excesivamente prolongadas no son adecuadas para el cultivo de vainilla, excepto que se establezca sistemas de riego.

4.2.2. Características de la planta que favorecen la polinización

La vainilla debe estar sujeta a un tutor en el cual se pueda controlar el crecimiento de la planta, ya que el tamaño ideal no debe ser mayor a 2 m de altura lo que facilitaría el control fitosanitario, polinización artificial y la cosecha (Pérez-Atzín, 2014).

Barrera *et al*., (2009) manifiestan que la edad de la planta influye en el proceso de la polinización, ya que la etapa de floración empieza entre el tercer y cuarto año, indicando de esta manera que ha llegado a su madurez.

4.2.3. Flores a ser polinizadas

Aunque la vainilla posee de cinco a seis flores, por racimo, se recomienda polinizar de cuatro a cinco flores por cada racimo, para asegurar como mínimo de tres a cuatro frutos de calidad, teniendo en cuenta que no se tiene el 100% del éxito en las flores polinizadas, las mejores flores son aquellas que se encuentran en la parte inferior de la inflorescencia inclinadas hacia debajo de forma natural (Figura 12). Es importante mencionar, que, en el caso de polinizarse demasiadas flores, provoca que los frutos tengan un desarrollo deficiente o tendiendo a quedar pequeños, asimismo las plantas se debilitan y su crecimiento se frena (Hernández, 2011).



Figura 12. Flor de *Vanilla* sp.
Fuente: Hernandez, 2011

4.2.4. Viabilidad del polen

Algunos autores han indicado la importancia de las condiciones ambientales en la calidad del polen (Franchi, Piotto, Nepi, Baskin, Baskin,y Pacini, 2011).

Borbolla, Iglesias, Belio, Luna y Vovides (2014) mencionan que el polen se considera adecuado para una buena polinización cuando se presentan porcentajes de germinación o tinción mínimo del 70%, estudios realizados en cuanto a la viabilidad de polen en *V. planifolia* para determinar la caída prematura de los frutos de vainilla, los resultados arrojaron porcentajes de capacidad de germinación entre el 96 y 99.6%, lo que evidencia que la calidad del polen no se encuentra relacionada con la caída prematura de los frutos. Las flores de vainilla viven sólo por un día y deben ser fecundadas a mano, de preferencia en la mañana una a una (Díez, 2015).

4.2.5. Identificación del momento de la polinización

Vargas (2015) considera que, el momento oportuno para llevarse a cabo la polinización, es cuando la flor este completamente abierta, realizando esta actividad entre las 06:00 a 11:00 horas del día, o prolongándose hasta las 13:00 a 14:00 horas en días nublados, como también debe evitarse el calor extremo ya que provoca la deshidratación del polen. Las flores no polinizadas mueren el mismo día y al siguiente día se abrirán otras nuevas.

4.3. PASOS PARA REALIZAR LA TÉCNICA DE POLINIZACIÓN ARTIFICIAL DE LA FLOR *Vanilla* sp.

Hernández (2011), la polinización se debe realizar con el material necesario, se requiere de un instrumento pequeño, delgado y con punta, en forma de estilete conocido como "palillo" que puede ser fabricada de bambú, madera resistente, hueso, espina, etc., (Figura 13).

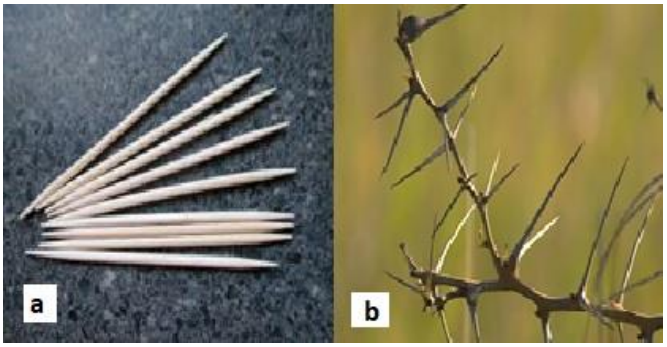


Figura 13. (a) Palillos y (b) espinos utilizados para realizar la polinización.
Fuente: Hernández, 2011

La operación básica para la polinización manual o artificial, consiste en simplemente tomar la flor abierta y con la punta del palillo se levanta el labelo para descubrir los órganos reproductivos de la flor (Figura 14).



Figura 14. Ruptura del labelo.
Fuente: Hernández, 2011

Con la punta del palillo, se levanta el róstelo (membrana que separa la parte masculina y femenina de la flor) haciendo una ligera presión para que la antera para que los granos de polen se adhieran y posteriormente depositarlos en el estigma (Figura 15).



Figura 15. (a) Separación del rostelo y (b) Polen en contacto con el estigma (polinización)
Fuente: Hernández, 2011

Cuando se posee más experiencia, se puede probar una técnica más sencilla que consiste en levantar el rostelo con ayuda de un palillo, luego, con el dedo pulgar e índice se presiona ligeramente la antera para que su polen se adhiera al estigma, casi al mismo tiempo se retira el "palillo" (Figura 16)



Figura 16. (a) Levantar el rostelo y (b) Presión de la antera sobre el estigma (Polinización) de *Vanilla* sp..
Fuente: Hernández, 2011

4.4. COMO IDENTIFICAR QUE LA POLINIZACIÓN ES UN ÉXITO

Generalmente las flores polinizadas donde se da la fecundación, la flor queda adherida a la vaina y en flores con una incorrecta polinización no existe fecundación y caen al tercer día, quedando la vaina sujeta a la inflorescencia por lo tanto no tiene un buen crecimiento y tiende a cambiar de color claro amarillento y cae. Finalmente es aquí donde se debe enfocar y poner más empeño en la polinización ya que esto requiere solo de una buena práctica (Vargas, 2015).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

➢ CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente proyecto de investigación, se tienen las siguientes conclusiones:

- El contexto científico desarrollado de la biología floral y polinización de *Vanilla* sp., permite desarrollar el esquema teórico de la estructura, fórmula y diagrama floral; además permite conocer y entender el funcionamiento de la flor e identificar características estructurales y de funcionamiento que dificultan la polinización natural (por si sola).
- La técnica de polinización artificial define y precisa el contexto teórico, que sigue una secuencia de pasos: condiciones ambientales, características de la planta que favorecen la polinización, características de la flor, selección de flores y proceso de polinización artificial; técnica que se ajusta a la estructura y funcionamiento de la flor.
- La fundamentación teórica precisa que, la polinización artificial es una alternativa sencilla de aplicar y eficaz en el incremento de la productividad del cultivo (número de flores fecundadas y frutos cuajados), imprescindible en el manejo del cultivo de vainilla.

➢ RECOMENDACIONES

- La fundamentación teórica generada con respecto a la biología floral debe ser validada con una investigación de tipo descriptivo de ejemplares de *Vanilla* sp., para ampliar y validar la base científica de la estructura, diagrama y fórmula floral de la especie.

- Aplicar a nivel de campo, la técnica de polinización artificial propuesta, considerando todos los pasos, que va desde la consideración de factores ambientales, estructura y funcionamiento de la flor, proceso de polinización entre otros, para proporcionar información científica que se ajuste a las particularidades y restricciones de la especie, en condiciones de la amazonia.

- Por ser una técnica sencilla y eficaz, con resultados exitosos en el incremento de la productividad de especies afines (*Vanilla planifolia)*, se invita al productor a realizar esta práctica de polinización manual, como parte del manejo del cultivo, que asegura el incremento de la productividad del cultivo.

BIBLIOGRAFIAS

Arbo, M. (2020). Morfología de las plantas vasculares. Recuperado el 08 de julio de 2020 de http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema22/multiplicacion-vegetativa.htm

Baltazar, 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.

Barrera, A., Herrera, B., Jaramillo, J., Escobedo, J., Bustamante, A. (2009). Caracterización de los sistemas de producción de vainilla (Vanilla planifolia), bajo naranjo y en malla sombra en el totonacapan. *Agroecosistemas tropicales y subtropicales, 10*(2), 199-212. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93912989008

Borbolla, V., Iglesias, L., Bello, J., Luna, M., Vovides, A. (2014). I Seminario Internacional de Vainilla. Recuperado el 20 de Agosto de 2020 de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/168849/I_Seminario_Internacional_de_Vainilla.pdf

Bythrow (2005) *Vanilla* as a medicinal plant. *Seminars in Integrative Medicine,* 3:129-131

Cantante, R. (2009). Morfología floral y polinización de orquídeas: el segundo libro de Charles Darwin. Acta Biológica Colombiana, *14 (),* 337-34. ISSN: 0120-548X. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319028030009

Chautá, A., Campbel, S., Bonilla, M., Thaler, J., Poveda, K. (2012). Effects of natural and artificial pollination on fruit and offspring quality. *Basic and Applied Ecology*, *13*, 524-532

Cruz, A. (2004). Análisis Financiera y Evaluación de la Rentabilidad en el Cultivo de vainilla (*Vanilla planifolia*) en la región de Totonacápan, estado de Veracruz. (Tesis). Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Mexico. Recuperado de http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Unarrow/0015.pdf

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

De la Cruz, W. (2019). Morfología de la flor de la *Vainilla* sp. Material no publicado.

Díaz, P. (2016). Análisis de la cadena productiva de vainilla (*Vanilla planifolia*), para la optimización de costos, en la asociación RI, en la parroquia Tena, cantón Tena, provincia de Napo. Recuperado: http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/17067/1/Diana%20Maricela%20D%C3%adaz%20Paillacho.pdf

Diez, C. (2015). Ecofisiología de la vainilla. (Tesis doctorado). Medellín- Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: http://bdigital.unal.edu.co/49347/?fbclid=IwAR398qEwI3DjyAErQ7KPbhrFbLtIhHAJrqdT4Q5K0zcP1KCrwe71Yh9Dkro

Espinoza, M. (2020). *Vainuz produce vainilla en Santo Domingo y ya empezó a exportar*. Recuperado de: https://www.revistalideres.ec/lideres/vainuz- investigacion-exportacion-vainilla-empresa.html

Fouché, J. y Jouve L. (1999). *Vanilla planifolia*: History, botany and culture in Reunion Island. *Agronomie. 19*: 689-703.

Franchi, GG; Piotto, B; Nepi,M; Baskin, CC; Baskin, JM; Pacini, E. 2011. Pollen and seed desiccation tolerance in rela-tion to degree of developmental arrest, dispersal, and survival. Journal of Ex-perimental Botany 62(15):5267-5281.

Freire, S. Botánica Sistemática II . Recuperado el 22 de Agosto de 2020 de https://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/botanica_sistematica2/Apunte%203er%20parcial-2014.pdf

Gamboa, M. (2014). Vainillas colombianas y su microbiota. II. Diversidad, cultivo y microorganismos endófitos. *Universitas Scientiarum, 19*(3), pg. 287-300.

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Pastaza. (2018). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Pastaza (PDOT de la Provincia de Pastaza).

Gonzáles, K. (2003). *Respuesta de tres explantes de (Vanilla planifolia) a diferentes frecuencias de inmersión temporal.* Recuperado en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/216/Informe%20Pr%C3%A1ctica%20de%20especialidad..pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gregory. E., Gaskins, M. H., y Colberg del L., C. 1967. Desarollo partenocarpico de la (*Vanilla planifolia* Andrews), inducido con productos químicos reguladores de crecimiento. Econ. BOT. 21: 351- 357.Estados Unidos de Norteamérica.

Guston D. 1971. *Vanilla* flavour froman orchid. Arecanut & Spices Bulletin 2 (3):11-12

Hernández, J. (2011). Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la región sureste de México.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). Metodología de la investigación. México: McGRAW-HILL.

INFOIARMA. (2017). Catálogo de orquídeas. *Vanilla* sp. Recuperado en: infoiarma.org.gt/orquídeas/*Vanilla*-sp/.

INIFAP. (2011). *Producción de plantas de calidad de* vainilla. Recuperado en: http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3177/producciondeplantadecalidaddevainilla.pdf?Sequence=

Isidro, A. (2003). Producción del cultivo de vainilla *Vanilla planifolia* Andrews y su importancia en el mercado nacional y mundial. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", México.

Jiménez, R. Rodríguez, A. Pérez, J. Alipio, O. (2017, 01 de julio). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. Revista Escuela de Administración de Negocios. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/206/20652069006.pdf

Juan, B. (2014). *Caracterización de la polinización y fitosanidad en tres sistemas de cultivo de vainilla, en papantla y coatzintla, Veracruz*. México.

León, D. (2005). *Estudio de pre- factibilidad para la producción e industrialización de la vainilla (Vanilla planifolia Andrews) en la zona de Plan Piloto (Santo Domingo de los Colorados) Pichincha con fines de exportación*. Ecuador.

Lopera, J. Ramírez, C. Zuluaga, M. Ortiz, J. (2010). El método analítico. Recuperado 24 de Septiembre del 2020 de http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rpsua/v2n2/v2n2a8.pdf

López Méndez, S. y B. Mata García. 2006. La vainilla en el Totonacapan, símbolo de la sustentabilidad. Extensión al Campo 1 (2): 21-28.

MAE, MAG, GAD, Provincial de Napo, FAO. (2018). Plan de manejo de la Vainilla (*Vanilla Planifolia*) de la Asociacion Agroartesanal de Produccion de bienes agrícolas, pecuarios y piscícolas de Napo "Kallari". Proyecto: GCP/ECU/082/GFF Conservacion y uso sostenible de la biodiversidad, los bosques, el suelo y el agua como medio para lograr en Buen Vivir / Sumak Kawsay en la provincia de Napo. Tena, Napo, Ecuador. Recuperado el 24 de Septiembre del 2020 de http://info.napo.gob.ec/assets/bio_comercio_descargas/PMI_Vainilla_MAE_220618_Portada.pdf

Ministerio de Cultura y Patrimonio. (2016). Vainilla Patrimonio Alimentario. Recuperado el 13 de julio de 2020 de https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/201/269

Monje, C. 2011. Metodología de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa. Recuperado el 12 de Agosto de 2020 de https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf

Pérez-Atzín, J. 2014. Manual técnico del cultivo de la vainilla. Rancho 20 Soles. Papantla, Veracruz. Recuperado el 03 de Agosto del 2020 de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/66693/Revisi%F3n+Literatura+del+Cultivo+de+Vainilla.pdf;jsessionid=2F868FC55829F82F597FFDC9C8090A69?sequence=3

Quijada, B. (2000). Botánica. Tomo III. Santiago. Pag. 20-23.

Ramírez, C. y Rapidel, B. (1999). Principales Factores Agronómicos Restrictivos en el Cultivo de la Vainilla y su Alivio en la zona de Quepos, Costa Rica. Recuperado el 12 de Junio de 2020 de http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-6907-II_309.pdf

Rojas, M. (2015). Tipos de investigación científica: una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *Revista electrónica de Veterinaria.* 16(01).

S/n. (2015). *Agromática*: Cultivo de la Vainilla

Soto, M. (1999). *Filogeografía y recursos genéticos de las vainillas de México*. Recuperado de: http://www.conabio.gob. mx/institucion/proyectos/resultados/InfJ101.pdf.

Soto-Arenas MA, Cribb P (2010) A new infrageneric clasification and synopsis of the genus Vanilla Plum. ex Mil. (Orchidaceae: Vanillinae). Lankesteriana 9(3):355-398.Recuperado de: https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/lankesteriana/article/view/12071/11360.

SYNGENTA, (2016). *Paisajes Multifuncionales, el poder de los polinizadores en cultivos agrícolas.*

Tanguila, R. (2020) "Servicios Ecosistémicos del Sistema Tradicional "Chakra" Basadas en el Cultivo *Vanilla* sp. de la Asociación Kallari, Cantón Tena, de la Amazonía Ecuatoriana" Universidad Estatal Amazónica. Recuperado de https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/851/1/T.AMB.B.UEA.%20%203290.pdf

Tian, Y., Chen S., Zheng, H., Zhou H., and Yang M. (2004). The change of endogenous phytohormones in *Vanilla* fragrans from flower bud differentiation to germination phases. *Acta Bot. Yunnanica*, *26*: 213-220.

Valle, M. (2018). Establecimiento de un protocolo para la inducción a brotes de explantes de vainilla sp. A nivel de cultivo in vitro en el cipca, Cantón Arosemena Tola Napo (tp. 1, 15-20).

Vargas, H. (2015). Polinización manual de la flor de vainilla. Recuperado el 02 de julio de 2020 de http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/Docs-descargar/POLINIZACION.pdf

VISTAZO, (2020). La Vainilla: el nuevo "oro verde" de la Amazonia ecuatoriana. Recuperado el 24 de Septiembre del 2020 de https://www.vistazo.com/seccion/ambiente/la-vainilla-el-nuevo-oro-verde-de-la-amazonia-ecuatoriana?fbclid=IwAR2K6eyy1gkC5UJ7xWUJXxKzhqF_HqMFhI6MDIYv2Wp3sWWpb0X5xeW9epA