



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

**Sistemas de cultivo en la producción de *Vanilla pompona* en la concesión para conservación
Tingana - Moyobamba**

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Brayan Medina Herrera

<https://orcid.org/0000-0003-1518-8555>

Asesor:

Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López Rojas

<https://orcid.org/0000-0001-6726-5095>

Código N° 60511722

Moyobamba, Perú

2023



FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

**Sistemas de cultivo en la producción de *Vanilla pompona* en la concesión para conservación
Tingana - Moyobamba**


Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:
Brayan Medina Herrera


Sustentado y aprobado el 13 de diciembre del 2023, ante el honorable jurado:



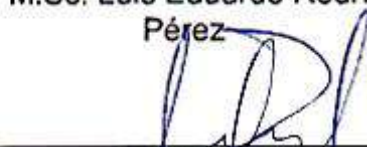
Presidente de Jurado
Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia



Secretario de Jurado
Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez
Pérez



Vocal de Jurado
Ing. Dra. Karina Milagros Ordoñez
Ruiz



Asesor
Blgo. M.Sc. John Jairo López Rojas

Moyobamba, Perú

2023



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TESIS
CONDUCENTES A TÍTULO PROFESIONAL N.º 025-2023-UNSM/EPIA/UI**

Jurado reconocido con Resolución N.º 274-2022-UNSM/CFT/FE, Moyobamba, 01 de setiembre del 2022, Resolución N.º 464-2023-UNSM/CF/FE, 26 de octubre del 2023.

**FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

A las 15:00 horas del día miércoles 13 de diciembre del 2023, se dio inicio al acto público de sustentación del informe final de tesis: “*Sistemas de cultivo en la producción de Vanilla pompona en la concesión para conservación Tingana – Moyobamba*”, para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, presentado por **Brayan Medina Herrera**, con la asesoría del **Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López Rojas**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por el **Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia** (Presidente del jurado), **Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez** (Secretario) **Ing. Dra. Karina Milagros Ordoñez Ruiz** (Vocal) y acompañado por el (Asesor) **Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López Rojas**, el presidente del jurado dirige brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la **Resolución N° 473-2022-UNSM/CFT/FE**, de fecha 30 de diciembre del 2022.

Seguidamente el autor expuso el informe final de tesis y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y evaluado por el jurado con la venia del asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue *Quince... (15)*, tal como se deja constar en la siguiente descripción.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es APROBATORIA y correspondiente a la calificación de BUENO. Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendarios.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de sustentaciones N.º 001 del Programa de Estudios de Ingeniería Ambiental de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ecología de la UNSM.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del informe final tesis, en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 16,20 horas, el mismo día 13 de diciembre del 2023.

Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia
Presidente de Jurado

Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez
Secretario de Jurado

Ing. Dra. Karina Milagros Ordoñez Ruiz
Vocal del Jurado

Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López Rojas
Asesor

Brayan Medina Herrera
Autor

Declaración de autenticidad

Brayan Medina Herrera, con DNI N° 76419506, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Sistemas de cultivo en la producción de *Vanilla pompona* en la concesión para conservación Tingana – Moyobamba.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiado; por tanto; la información de esta investigación debe considerarse como porte a la realidad investigada.

Por todo lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndose a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín

Moyobamba, 13 de diciembre del 2023.



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Brayan Medina Herrera', is written over a dotted line.

Brayan Medina Herrera

DNI N° 76419506

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto</p> <p>Sistemas de cultivo en la producción de <i>Vanilla pompona</i> en la concesión para conservación Tingana - Moyobamba</p>	<p>Línea de investigación: Desarrollo Sostenible para la Amazonia.</p> <p>Sublínea de investigación: Gestión Integral de Biodiversidad Amazónica Gestión y Promoción de Bionegocios.</p> <p>Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor:</p> <p>Brayan Medina Herrera</p>	<p>Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0003-1518-8555</p>
<p>Asesor:</p> <p>Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López Rojas</p>	<p>Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Unidad o Laboratorio Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0001-6726-5095</p>

Dedicatoria

A DIOS por darme sabiduría, salud, su eterno amor y porque con el todo se puede lograr en esta vida.

Con infinita gratitud y agradecimiento a mis queridos Padres, Oswaldo Medina Uriarte y Rosalina Herrera Díaz por apoyarme en los momentos más difíciles para culminar mi carrera profesional y quienes son mi motor y motivo para continuar con el camino largo de la vida, a mis Hermanos Jefferson, Luz Merly, Oyner y Marjhory, con los que comparto todos los días las vivencias familiares.

A todos ustedes gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo a la vida, Infinitas gracias por su apoyo, su comprensión y sus consejos en todo momento.

Espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Brayan

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ecología por cobijarme en sus entrañas y dotarme de la sólida formación profesional.

A mis amigos que supieron estar conmigo en la ejecución y desarrollo de mis actividades académicas, además; por su comprensión y aprecio desprendido.

Al Blog. M.Sc. Jon Jairo López Rojas, por la orientación que supo brindarme para la realización del presente proyecto de tesis.

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimientos.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes de la investigación.....	18
2.2. Fundamentos teóricos	20
2.3. Definición de términos básicos	26
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación	28
3.1.1 Contexto de la investigación.....	28
3.1.2 Periodo de ejecución.....	29
3.1.3 Control ambiental y protocolos de bioseguridad	29
3.1.4 Aplicación de principios éticos internacionales	29
3.2. Sistema de variables.....	29
3.2.1 Variables principales	29
3.3 Procedimientos de la investigación	30
3.3.1 Objetivo específico 1	32
3.3.2 Objetivo específico 2	34
3.3.3 Objetivo específico 3	35
3.3.4 Objetivo específico 4	37
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1 Características del suelo de tres tipos de sistemas de cultivo en la Concesión para Conservación Tingana.....	39
4.2 Producción del cultivo de <i>Vanilla pompona</i> en tres sistemas de cultivo (malla raschel, bosque secundario y plantación forestal) en la Concesión para Conservación Tingana.....	41

4.2.1	Cantidad de cápsulas polinizadas por planta en los sistemas de cultivo	41
4.2.2	Cantidad de cápsulas cosechadas, no cosechas y enfermas por planta en los sistemas de cultivo.....	42
4.2.3	Peso y longitud de cápsulas cosechadas por planta en los sistemas de cultivo.....	44
4.2.4	Producción de <i>Vanilla pompona</i> en los sistemas de cultivo.....	46
4.3	Influencia del suelo de los tres sistemas de cultivo en el nivel productivo de <i>Vanilla pompona</i> en la Concesión para Conservación Tingana	47
4.4	Comparación del nivel productivo de <i>Vanilla pompona</i> en los tres sistemas de cultivo en la Concesión para Conservación Tingana.....	48
	CONCLUSIONES.....	51
	RECOMENDACIONES.....	52
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
	ANEXOS	61

Índice de tablas

Tabla 1. Taxonomía de la Vanilla pompona	22
Tabla 2. Características de la Vanilla pompona	23
Tabla 3. Descripción de variables por objetivo específico	29
Tabla 4. Valores de índices numéricos del suelo para cada sistema	36
Tabla 5. Conjunto de datos de variable de suelo y nivel productivo de V. pompona para la prueba estadística de correlación de Pearson	37
Tabla 6. Características del suelo de los 3 tipos de sistemas de cultivo	40
Tabla 7. Cantidad y porcentaje de flores no fertilizadas y cápsulas polinizadas de Vanilla pompona según sistema de cultivo	41
Tabla 8. Cantidad y porcentaje de cápsulas no cosechadas, cosechadas y enfermas de planta de Vanilla pompona según sistema de cultivo	43
Tabla 9. Producción de Vanilla pompona según sistema de cultivo	46
Tabla 10. Correlación de Pearson entre el suelo y nivel productivo de V. pompona de los tres sistemas de cultivo	48
Tabla 11. Prueba de Kruskal-Wallis para las variables de producción de Vanilla pompona	48
Tabla 12. Prueba de normalidad para el conjunto de datos	71
Tabla 13. Prueba de homocedasticidad para el conjunto de datos	72
Tabla 14. Rangos promedios de las variables de producción de Vanilla pompona – Prueba de Kruskal-Wallis.....	73
Tabla 15. Comparaciones entre parejas de sistemas de cultivo	73
Tabla 16. Datos de variables productivas de Vanilla pompona	75

Índice de figuras

Figura 1. Diseño de investigación.	31
Figura 2. Cantidad de cápsulas polinizadas por planta de Vanilla pompona en los sistemas de cultivo.	42
Figura 3. Cantidad de cápsulas cosechadas por planta de Vanilla pompona en los sistemas de cultivo.	43
Figura 4. Peso de cápsulas cosechadas por planta de Vanilla pompona en los sistemas de cultivo.	44
Figura 5. Longitud de cápsulas cosechadas por planta de Vanilla pompona en los sistemas de cultivo.	45

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo, “Analizar los sistemas de cultivo en la producción de *Vanilla pompona* en la Concesión para Conservación Tingana”. El proyecto se realizó en tres sistemas de cultivo (malla raschel, plantación forestal y bosque secundario) en la Concesión para Conservación Tingana, distrito y provincia de Moyobamba, departamento de San Martín. El periodo de ejecución fue de 8 meses (desde diciembre del 2022 hasta agosto del 2023). La muestra fue 45 plantas de *V. pompona* (15 plantas en cada sistema) y el diseño de investigación fue de tipo factorial. Se realizó el muestreo del suelo y el análisis en los 3 sistemas de cultivo en un laboratorio acreditado; asimismo, mediante la observación directa con una ficha de recolección (instrumento) se registraron datos de flores no fertilizadas, cápsulas fertilizadas, enfermas y cosechadas, peso y longitud de las cápsulas de *V. pompona*; finalmente, se analizó la influencia del suelo en el nivel productivo de la vainilla y se comparó el nivel productivo en los 3 sistemas estudiados; se procesó y analizó los datos utilizando la estadística descriptiva e inferencial (correlación de Pearson, prueba de H de Kruskal-Wallis y la prueba post hoc de comparaciones múltiples), en todos los casos al 95 % de confianza, se utilizaron programas estadísticos como Excel y SPSS Statistics. Los suelos de los 3 sistemas de cultivo fueron no salinos, ligeros y ricos en materia orgánica, aunque fueron extremadamente ácidos; la mayor cantidad de cápsulas polinizadas (210) y cápsulas cosechadas (198) fueron producidas por el sistema de plantación forestal, donde una planta produjo en promedio 0,58 kg y 15 plantas 8,71 kg de *V. pompona* fresca, en tanto, el bosque secundario produjo en promedio cápsulas de mayor peso (54,66 g) y longitud (18,84 cm); el suelo incidió solamente en la producción de cápsulas cosechadas, peso total de cápsulas y longitud promedio de cápsulas; finalmente, las variables de producción fueron estadísticamente diferentes en los tres sistemas de cultivo donde la plantación forestal produjo mayor cantidad de cápsulas polinizadas y cosechadas/planta, peso de cápsulas/planta y peso total de cápsulas, la malla raschel produjo mayor longitud de cápsulas/planta y el bosque secundario produjo cápsulas de mayor peso y longitud. Se concluye que, a un 95 % de confianza al establecer tres (3) sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en la Concesión para Conservación Tingana entonces, la producción es significativa.

Palabras clave: Bosque secundario, malla raschel, plantación forestal, sistemas de cultivo, *Vanilla pompona*.

ABSTRACT

The objective of the research was to "Analyze the cultivation systems in the production of *Vanilla pompona* in the Tingana Conservation Concession". The project was carried out in three cultivation systems (raschel mesh, forest plantation and secondary forest) in the Tingana Conservation Concession, district and province of Moyobamba, department of San Martin. The execution period was 8 months (from December 2022 to August 2023). The sample was 45 plants of *V. pompona* (15 plants in each system) and the research design was factorial. Soil sampling and analysis was carried out in the 3 cultivation systems in an accredited laboratory; also, through direct observation with a collection card (instrument), data were recorded on unfertilized flowers, fertilized, diseased and harvested capsules, weight and length of the capsules of *V. pompona*; finally, the influence of soil on the productive level of vanilla was analyzed and the productive level in the 3 systems studied was compared. The data were processed and analyzed using descriptive and inferential statistics (Pearson correlation, Kruskal-Wallis H test and the post hoc test for multiple comparisons), in all cases at 95 % confidence, using statistical programs such as Excel and SPSS Statistics. The soils of the 3 cropping systems were non-saline, light and rich in organic matter, although they were extremely acidic; the highest number of pollinated capsules (210) and harvested capsules (198) were produced by the forest plantation system, where one plant produced on average 0.58 kg and 15 plants 8.71 kg of fresh *V. pompona*, while the secondary forest produced on average capsules of greater weight (54.66 g) and length (18.84 cm); the soil only influenced the production of harvested capsules, total weight of capsules and average length of capsules; finally, the production variables were statistically different in the three cultivation systems where the forest plantation produced more pollinated and harvested capsules/plant, weight of capsules/plant and total weight of capsules, the raschel netting produced more length of capsules/plant and the secondary forest produced capsules of greater weight and length. It is concluded that, at 95% confidence when establishing three (3) *Vanilla pompona* cropping systems in the Tingana Conservation Concession then, production is significant.

Keywords: Secondary forest, raschel netting, forest plantation, cropping systems, *Vanilla pompona*.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

La vainilla es una especie costosa pero popular que se utiliza en muchas industrias (Cameron, 2011; Havkin y Belanger, 2011; Ramachandra y Ravishankar, 2000) y se enfrenta a problemas relacionados con su suministro. Algunos de estos problemas se deben al hecho de que el cultivo se basa en material clonal de una sola especie (*Vanilla planifolia*) y está dominado por pocos países ubicados fuera de las áreas nativas de cultivo de especies aromáticas de vainilla, que son los neotrópicos; a pesar de la importancia económica de este cultivo, se ha prestado relativamente poca atención a sus parientes silvestres, en particular con respecto a su biología, ecología y uso potencial (Watteyn et al., 2020).

Para satisfacer la demanda mundial de vainilla y mejorar la sostenibilidad de la producción, se necesitan enfoques que consideren sistemas de cultivo agroecológicos y una gestión transparente de la cadena de suministro (Watteyn et al., 2022). Así como existen problemas en el cultivo, también lo hay en la cadena de suministro; en Madagascar, una historia compleja de prácticas insostenibles, precios bajos y volatilidad en la finca, colusión entre comerciantes caracterizan a la cadena de suministro de la vainilla (Munshi, 2020). Ante ello, resulta necesario optar por medidas efectivas in y ex situ, y estrategias de conservación de vainilla silvestre, que protejan su hábitat natural e interacciones ecológicas (Flanagan y Mosquera, 2016).

En el mundo, existen diferentes problemas del cultivo de vainilla, por ejemplo, el uso excesivo de plaguicidas y fungicidas que perturban el ciclo de interacción entre hongos micorrizógenos nativos que son parte de la rizosfera natural y útiles en la germinación de la vainilla, obteniendo una producción casi nula por semilla y la disminución de absorción de nutrientes (Soto, 2006). Asimismo, el empleo de agroquímicos y la modificación de hábitats de cultivos de vainilla como respuesta a la deforestación, disminuye la cantidad de polinizadores, que dependen de bosques para alimentarse y reproducirse, convirtiéndose así en una problemática para los cultivos (Coro, 2009).

Para cultivar la vainilla es indispensable proporcionar a las plantaciones las condiciones ambientales suficientes para su desarrollo a través del desarrollo de sistemas agroforestales o mediante sistemas de techo sombra (Ranadive, 2005). Los sistemas agroforestales son una alternativa en la producción de vainilla, considerando que las ramas y tallos de árboles son sostén para la vainilla y promueven el desarrollo de semiepifitas, las aves o insectos incrementan la polinización de las flores, los

árboles hacen que las gotas de lluvia no caigan de golpe y no afecten las vainillas y también controla la cantidad de luz que ingresa al sistema y la materia orgánica del suelo (Paniagua et al., 2013).

El sistema techo sombra empleando malla raschel permite asimilar las condiciones requeridas por la vainilla para su desarrollo y crecimiento, donde la regulación de la sombra se logra usando malla de color negro al 50 % de sombra y las condiciones óptimas de humedad se logran empleando un sistema de riego por aspersión o goteo, generando un microclima ideal similar a lo ofrecido por el dosel de los árboles en el manejo de vainilla, además, es posible regular la temperatura requerida para el adecuado desarrollo de las plantas (Vargas y Gámez, 2014).

En el Perú, principalmente en la región amazónica son pocas las investigaciones referidas a la diversidad e historia natural de la vainilla, a pesar de conocer que los frutos fragantes y curados son comercializados a nivel internacional (Householder et al., 2010). No obstante, Damian (2020) determinó que en el Perú la mayor cantidad de especies de vainilla se distribuyen en la región Madre de Dios (10 especies), Huánuco (8 especies) y San Martín (7 especies). Así también, en la región San Martín, en octubre de 2021 el Gobierno Regional de San Martín informó que viene promoviendo el manejo y aprovechamiento de la vainilla nativa en la zona del Alto Mayo como una actividad económica, buscando crear también oportunidades que permitan a las comunidades mantener el cuidado de los bosques generando conciencia en el valor ecológico y económico de la biodiversidad.

La Asociación de Conservación Aguajales y Rencales del Alto Mayo (ADECARAM) durante los últimos se ha convertido en un productor potencial de vainilla en la concesión para la conservación Tingana; sin embargo, el cultivo no es ajeno a problemas principales y característicos que enfrentan en el proceso de su desarrollo. Ante lo sustentado y considerando los diferentes sistemas de cultivo que se pueden establecer en el área, se tuvo a bien estudiar el mejor sistema para producir *Vanilla pompona* y con ello recomendar y dar a conocer a todo el público interesado sobre la mejor propuesta de sistemas productivos para el cultivo.

La problemática fue: ¿Existe diferencia entre los sistemas de cultivo en la producción de *Vanilla pompona* en la Concesión para Conservación Tingana?, planteando a partir de ello la H_1 : Si establecemos tres (3) sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en la Concesión para Conservación Tingana entonces, la producción es significativa y H_0 : Si establecemos tres (3) sistemas de cultivo de *vanilla pompona* en la Concesión para Conservación Tingana entonces, la producción no es significativa.

El objetivo general fue: Analizar los sistemas de cultivo en la producción de *Vanilla pompona* en la Concesión para Conservación Tingana; y, los objetivos específicos fueron: 1ro: Analizar las características de suelo de tres tipos de sistemas de cultivo en la Concesión para Conservación Tingana; 2do: Evaluar la producción del cultivo de *Vanilla pompona* en tres sistemas de cultivo (malla raschel, bosque secundario y plantación forestal) en la Concesión para Conservación Tingana; 3ro: Analizar la influencia del suelo de los tres sistemas de cultivo en el nivel productivo de *Vanilla pompona* en la Concesión para Conservación Tingana; y, 4to: Comparar el nivel productivo de *Vanilla pompona* en los tres sistemas de cultivo en la Concesión para Conservación Tingana.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales

Watteyn et al. (2022), implementaron un experimento de elección discreta, además encuestaron a 186 agricultores pertenecientes a la Península de Osa, en el sur de Costa Rica. Encontraron que, los agricultores fueron positivos con el cultivo de la vainilla y que existió preferencia en un sistema agroforestal sobre el cultivo de vainilla en los bosques, parientes silvestres de cultivos sobre especies comerciales y polinización manual sobre la polinización natural; asimismo, encontraron que las preferencias difieren entre los agricultores e identificaron cuatro clases de preferencias, de las cuales la probabilidad promedio más alta (44 %) muestra las preferencias más fuertes por el cultivo agroecológico de vainilla en sistemas agroforestales diversificados.

Parada et al. (2022) caracterizaron condiciones climáticas y micro climáticas de tres sistemas productivos de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews), estos sistemas fueron, 1) alcahual, bajo sombra con diferentes especies arbóreas; 2) malla sombra, sombra de tipo artificial; y, 3) monocultivo, en forma de intercalado con solo una especie arbórea. Encontraron que, los sistemas 2 y 3 presentaron condiciones de temperatura y humedad no favorables para el desarrollo de vainilla con mayor estrés hídrico, el sistema 1 presentó condiciones climáticas y micro climáticas mucho más convenientes para cultivar la vainilla.

Armenta et al. (2022), en México, evaluaron el presente, potencial y futuro de las áreas de cultivo de vainilla empleando modelos bioclimáticos con diferentes escenarios de cambio climático (emisiones intermedias, aumento de temperatura de 1,1 a 2,6 °C y emisiones altas de 2,6 a 4,8 °C, para 2050 y 2070). Encontraron que, entre las variables más relevantes fueron la temperatura media y la precipitación del trimestre más seco, cuya proyección media para 2050 y 2070 demostró una reducción progresiva de la superficie potencial para la especie (-1,6 y -17,3 %). Concluyeron que, es necesario rediseñar estrategias de producción agrícola de la vainilla, contemplando producción agrícola sostenibles y climáticamente inteligentes, además de estrategias de conservación genética.

López et al. (2019). en Comalcalco, evaluaron 60 plantas de cacao y 80 esquejes de *vanilla planifolia*, en 5 tratamientos que fueron Tc: cacao y vainilla sin interacción, Vp/Tc: vainilla sobre cacao, Tc-Vp1m y Tc-Vp2m: cacao y vainilla empleando tutor inerte a distancia de 1 y 2 m respectivamente y Vp: vainilla empleando un tutor inerte sin interacción de cacao. Encontraron que, a 180 días de evaluación los tratamientos Vp/Tc y Tc-Vp2m presentaron promedios similares de longitud de esquejes con 80,2 y 79,2 cm respectivamente, a diferencia de Vp (58,71 cm), igual sucedió en el número de nudos donde los promedios fueron 17,68 (Vp/Tc) y 16,0 (Tc-Vp2m) con respecto a 14,25 (Vp), para número de hojas los valores promedios fueron 19,37 (Vp/Tc) y 16,98 (Tc-Vp2m) y 13,71 (Vp), para la longitud de brotes los valores obtenidos fueron 70,04 cm (Vp/Tc) con respecto a 47,64 cm (Tc-Vp1m) y 46,77 cm (Vp), no hubo diferencias significativas entre tratamientos para variables como número de brotes y grosor de esquejes. Concluyeron que, la producción de cacao no se afecta al tutorar plantas de vainilla, al contrario, mejora las condiciones de desarrollo de la vainilla.

Rahman et al. (2019), en los Emiratos Árabes Unidos probaron el cultivo de *V. planifolia* a escala piloto bajo condiciones de invernadero, cuyos esquejes fueron sembrados en sustrato suelo-compost en proporción 4:1 y fueron regados con agua dulce, añadiendo además en frecuencia de cada 3 meses compost de origen vegetal en proporción de 4 kg/m². Encontraron que, la altura de la planta de vainilla se mantuvo en 1,5 m de altura, asimismo, las vainas maduras fueron clasificadas, secadas y envasadas, obtuvieron un total de 20,5 kg de vainas frescas de las 10 plantas de vainilla que produjeron 4,68 kg de vainas procesadas y secadas posterior al curado a través de escaldado y secado.

Villarreal y Herrera (2018), en la región del Totonacapan, en Veracruz, México, caracterizaron y cuantificaron el requerimiento hídrico necesario del sistema de producción de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) en naranjo (*Citrus sinensis* L.), el estudio fue desarrollado con base a un balance ombrotérmico e hidrológico considerando aspectos climatológicos como precipitación, humedad relativa, evaporación y temperatura. Encontraron que, la región en estudio se caracteriza por ser húmeda, identificando periodo de déficit hídrico extensible durante una mayor parte del año, lo cual altera el periodo crítico de floración de vainilla entre abril y junio, asimismo, determinaron que las cantidades hídricas necesarias para un año productivo fueron desde 851,7 a 1345,3 mm y siendo necesario el riesgo a partir de 193,1 a 502,8 mm de agua al año.

Antecedentes nacionales

Damian (2020), en el Perú, evaluó la taxonomía de la totalidad de especies de vainilla con información geográfica y morfológica detallada, para ello realizó una revisión extensiva de material herbario y un esfuerzo de muestreo significativo en campo. Reconoció un total de 17 especies de género de vainilla, donde incluye dos morfoespecies, una especie nueva y cuatro registros nuevos para el país; por otro lado, la distribución de las especies de vainilla fue: 10 especies en la región Madre de Dios, 8 en Huánuco y la región San Martín 7 especies.

Antecedentes regionales y locales

Vecco et al. (2018), en la jurisdicción del distrito de Calzada y Moyobamba, estudiaron la diversidad de las orquídeas y elaboraron propuestas para su conservación. Encontraron dentro de la lista de especies y morfoespecies de orquídeas de Moyobamba a la *Vanilla pompona*, la cual se distribuye en el centro poblado de Pueblo Libre (820 msnm), tierras bajas en cultivo (805 msnm) y en otras zonas (hasta los 1 100 msnm).

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Vainilla

La vainilla es una orquídea del ámbito tropical perteneciente al género *Vanilla*, familia Orchidaceae y de la tribu Ofridia (Jiménez, 1990). Alrededor del mundo en las regiones tropicales se distribuyen 110 especies, donde la más conocida es la *V. planifolia* productora de frutos que permite obtener un saborizante conocido como la vainillina (Guevara y Martel, 2018). Dentro del género solamente existen tres especies de importancia económica en el mundo que son la *V. planifolia*, *V. tahitensis* y *V. pompona*, siendo la primera la más importante por su valor económico, social y ecológico (Azofeifa et al., 2014).

Es una planta perenne, epífita, bejuco, el tallo tiene características de monopólico, sarmentoso, cilíndrico, suculento, activo fotosintéticamente y verde, formado por entrenudos con dimensiones de largo entre 10 a 15 cm y de diámetro entre 10 a 15 mm, la altura puede llegar a variar entre 10 a 15 m (Alatorre, 2002).

La vainilla como producto no maderable de los bosques, es el único tipo de orquídea mesoamericana que desde la época precolombina ha sido cultivada con fines de alimentación. Actualmente, se considera como una especie en exposición a fuerte

erosión genética por efectos de la destrucción del hábitat natural, clonación de materiales con base genética estrecha o por la sobreexplotación (Paniagua et al., 2013).

La vainilla es una especie importante, cuya productividad en estado verde alcanza a nivel mundial alrededor de 10 mil toneladas. En el 2010, la producción de vainilla fue 35,0 % en Madagascar, seguido de 34,5 % en Indonesia, 13,7 % en China y 4,0 % en México que ocupó el quinto lugar con respecto al volumen total (Desarrollo, 2014).

Tallos

Los tallos pueden presentar características de ramificados o simples, de allí provienen las raíces y hojas, son carnosos, verdes, suculentos y grandes (Cordero, 1986).

Hojas

Las hojas tienen características de enteras, oblongas, ovales, planas y con terminación en punta, son alternas, cerosas y gruesas entre 5 a 7 cm de ancho y 15 a 18 cm de diámetro (León, 1987).

Raíces

Las raíces adventicias son largas y carnosas, las subterráneas son llamadas también trazadoras debido a que se extienden en un radio de hasta 8 cm, está permite a la planta adquirir nutrientes presentes en la tierra (León, 1987).

Flores

Las inflorescencias son racimos axilares, donde cada planta genera entre 10 a 20 racimos y cada uno de estos produce entre 10 a 20 flores, las cuales miden cerca de 5 cm, es de color blanco, amarillo verdoso ligeramente, hermafrodita y poco abiertas. Al mismo tiempo, una planta puede generar hasta 200 raíces con 1000 a 4000 flores (Jiménez, 1990; Luelmo, 1987; Tencio, 1992).

Frutos

Es una cápsula ligeramente triangular, suculenta, larga y carnosa, que tiene entre 8 o 14 mm de diámetro y entre 15 a 25 cm de largo, es de color verde oscuro brillante y se reblandece al madurar, cambiando a un color verde brillante amarillento (Jiménez, 1990).

Semillas

Son muy pequeñas y redondeadas, miden entre 0,24 a 0,33 mm, estimando que en un fruto puede existir hasta 100 000, estos no tienen endospermo y son fértiles cuando son producto de polinización natural (Cordero, 1986).

a. *Vanilla pompona*

La especie de *Vanilla pompona* es una de las tres especies del género vainilla que son producidas de forma comercial (Ehlers y Pfiste, 1997). Es considerada como la especie más resistente a los patógenos principales, a diferencia de que las cápsulas son de menor calidad (Korthou y Verpoorte, 2007). De acuerdo a su sistema polinizador (lugar donde como recompensa se ofrece fragancia), de forma natural se poliniza frecuentemente con abejas machos *Euglossine*, generando una cantidad elevada de frutos sin consecuencias negativas en la forma de sobrevivencia de la planta (Soto, 1999; Soto y Dressler, 2009).

Es también conocida como vainilla plátano o vainillón, diferenciado de la *V. planifolia* por su tamaño ya que sus hojas son más gruesas, mucho más grandes y también menos agudas, el fruto es de forma triangular y carnoso similar a un plátano tierno (Cruz, 2004). El fruto de la *Vanilla pompona* presenta un peculiar olor que puede ser descrito como la combinación entre azúcar fermentado y fruta dulce. Su campo principal de aplicación son los productos farmacéuticos y los perfumes (Naka, 2008).

Se desarrolla en tierras bajas tropicales, entre los 15 – 1 150 m de altura y en Perú es posible encontrarlo distribuido en departamentos como Madre de Dios, Ucayali, San Martín, Cajamarca, Loreto y Amazonas (Naka, 2008).

Tabla 1
Taxonomía de la Vanilla pompona

Taxonomía	
Reino	: Plantae
Orden	: Asparagales
Tribu	: Vanilleae
Subtribu	: Vanillinae
Familia	: Orchidaceae
Subfamilia	: Vanilloideae
Género	: <i>Vanilla</i>
Especie	: <i>V. pompona</i>

Fuente: Tomado de https://es.wikipedia.org/wiki/Vanilla_pompona

Tabla 2
Características de la Vanilla pompona

Características	Descripción
Hojas	De forma subagudas, oblongolanceoladas, de 22-29 x 6,7-17,7 cm.
Tallo	Grosor de 10-24 mm, con entrenudos de 11-14,5 cm.
Sépalos laterales y pétalos	Presentan dimensiones de 5,6-7,5 x 1,3-1,6 cm y los pétalos dimensiones de 5,9-7,5 cm x 1,1-1,7 cm.
Sépalo dorsal	Largamente oblanceolado a espatulado, ápice obtuso, 6,0-7,4 cm x 1,1-1,65 cm.
Labelo	Margen de la mitad basal fusionado a lo largo de la columna 30-40 mm, 6,35- 7,85 cm x 2,6-3,2 cm.
Callo continuo hacia el ápice del labelo	Comprende con 3 quillas gruesas que pronto se van fusionando en un cojín, redondeados, claviformes 2-46 mm de la base del labelo, compuesto ca. 10-14
Callo penicilado	imbricado, retrorso, trapezoidal, escamas laciniadas, 5,5-7 x 5-5,5 mm.
Columna fruto aromático	4,5-5,3 x 0,45-0,55 cm, 7,3-15 cm de largo, ca. 14 mm de ancho, grueso, triquetro.
Lámina del labelo	Ápice profundamente emarginadobilobado, oscuramente trilobada flabelada, ca. 40 nervado.
Lóbulo medio	Profundamente bilobado, revoluto, inconspicuo, ca. de 6-10 mm x 13-22 mm.

Fuente: Tomado de Rodríguez (2012).

2.2.2. Método de propagación de la vainilla

a. Esquejes

Habitualmente las plantas de vainilla son propagadas a través de esquejes. Es de suma importancia adquirir esquejes de vainillales que se encuentran en producción a fin de asegurar de que no se propaguen plantas improductivas que cuando se colectan de la planta madre genera en esta un retraso en su desarrollo, crecimiento y en la productividad. Asimismo, este procedimiento puede ser solo desarrollado a escala pequeña por la exposición que sufre la planta de donación a enfermedades (Pinaría et al., 2010). Por otra parte, la propagación sexual de la vainilla, tiene como limitaciones al nulo o escaso poder germinativo de las semillas (Torres et al., 2011).

b. In vitro

Durante los últimos años los cultivos de tipo in vitro se han constituido como una alternativa para producir plantas mediante la micro propagación, generando con ello beneficios a la población agricultora de este tipo de cultivo, ya que una limitante es obtener material vegetativo altamente productivo, sin plagas ni patógenos, a pesar de esto, se buscan nuevas tecnologías que automaticen y al mismo tiempo mejoren protocolos para climatizar a las plantaciones (González, 2003). Por ello, se puede

emplear como método para conservar recursos filogenéticos y de plantas en peligro de extinción (Moreno, 2019).

c. Acodos

Para nuevas repoblaciones o siembras de la vainilla se pueden emplear nuevos acodos, siendo importante primeramente la selección de estos, entre los cuales se debe considerar los siguientes aspectos: a) Productividad: elegir los acodos en cultivos productivos, posterior a los 3 meses del proceso de polinización, considerando las plantas que presentan entre 6 a 8 vainas en desarrollo; Sanidad: es fundamental tomar en consideración acodos sin daños de plagas ni enfermedades, a fin de evitar proliferaciones en plantaciones futuras; Yemas viables: se emplean como acodos los tramos que no produjeron frutos ni cuentan con al menos tres yemas viables para producir brotes vegetativos, es así que el esqueje no crece sino que es utilizado como planta madre; Tamaño: se recomienda emplear acodos o esquejes de 80 cm a 1 m de largo y 1 cm de diámetro; Vigor: incide en la minimización del tiempo de floración y una capacidad de producción mayor de vainilla (INIFAP, 2011).

2.2.3. Condiciones agroecológicas del cultivo de vainilla

a. Clima

Es una especie característica de clima tropical que tiene un buen desarrollo con temperaturas que oscilan entre 20 y 30 °C en el día y en la noche, sin amplitud térmica grande, aunque favorece una disminución leve al momento del proceso de maduración de los frutos. Se recomienda que las precipitaciones sean abundantes (1 500 a 2 500 mm) y bien distribuidas, aunque conviene una disminución en el comienzo de la floración y en la maduración de los frutos. Por otro lado, la humedad relativa debe ser inferior a niveles de 80 %. Asimismo, el crecimiento es favorecido con sombras ligeras alrededor del 50 %. Niveles de intensa iluminación reducen el crecimiento y al mismo tiempo favorecen al amarillamiento de las hojas (Colombia Alternative Development (CAD) Project, 2003).

Durante un breve periodo la planta puede soportar niveles de temperatura que bajan hasta los 5 °C. Las sequías breves entre 2 a 3 meses como también las de bajas temperaturas, son considerados fenómenos que tienden a favorecer la inducción de florescencia (CAD Project, 2003).

b. Suelos

La vainilla puede ser cultivada en una amplia gama de tipos de suelos, pero crece mucho mejor en suelos ligeros que presentan abundante material orgánico. Para el

método de árbol tutor, una pendiente ligera puede beneficiar con el objetivo de reducir la influencia de enfermedades y del agua estancada. Los suelos cuyas características son secos necesitarán un riego adicional que permita mantener la humedad pertinente de los terrenos. En sistemas de cultivo mucho más intensivos, el contenido de humedad de los suelos puede regularse realizando manejos de la altura de lechos de mantillo elevados, el cual es un sustrato popular para cultivar la vainilla (Chambers et al., 2019).

Los suelos donde se establecen los cultivos de vainillas, preferentemente deben ser suelos con características de ligeros, ricos en materia orgánica, excelente drenaje, con pH de 6 a 7 y libre de encharcamientos (Augstburger et al., 2000). Es preferible suelos donde no se sembró vainilla, donde no exista inóculos del hongo *Fusarium oxysporum*, es así que, para tener éxito en la producción de vainilla, el primer paso es la selección de un buen lugar (Hernández, 2011a). Es preferible también, suelos donde la luz del sol sea proyectada por la mañana, debido a que el sol de la tarde resulta ser mucho más intenso, lo que puede generar la quema de las plantaciones (Soto, 2003).

2.2.4. Métodos de cultivo o sistemas de cultivo

El cultivo de vainilla está asociado a sistemas agroforestales que integran arboles de soporte o farolitos que ayudan a mantener los ciclos biogeoquímicos naturales, preservan el paisaje, la biodiversidad local, la capacidad de regeneración de la selva. Desde el punto de vista ambiental, el rendimiento de vainilla está condicionado por la interacción entre la especie y la cantidad y calidad de recursos ecológicos, hídricos, edáficos y luminosos que proporciona el agroecosistema (Rocha et al., 2018).

Para Kahane et al. (2008) existen tipos de producción en función al nivel de prácticas de manejo e intensificación de la tecnología. Para Osorio (2012a) estos tipos de producción se diferencian en dos grupos que son los sistemas de techo bajo sombra y sistemas agroforestales.

a. En viveros o invernaderos: se refiere a un tipo de cultivo que es intensivo bajo sombra, donde pueden emplearse soportes naturales o artificiales (Azofeifa et al., 2014).

En los sistemas intensivos o de techo sombra, las vainillas permanecen bajo sombra, son cultivados en bolsas con elevado contenido de materia orgánica, también presentan tutores artificiales habitualmente de madera inmunizada o de plástico reciclado. Dentro de este tipo de sistemas se puede llegar a incorporar entre 7 a 10 mil plantas por hectárea (Gómez et al., 2011; Hernández y Lubinsky, 2011; Padilla, 2011).

b. En áreas forestales: algunos también conocen a este tipo de cultivo como extensivo en la maleza o tradicional. Trata de un sistema natural donde la caída de hojas y el dosel, controlan de manera natural la sombra requerida para el desarrollo óptimo de las especies, aportando la materia orgánica necesaria para fertilizar naturalmente al ecosistema (Azofeifa et al., 2014). Para el caso de la vainilla, se recomienda contenidos aproximados de 20 % de materia orgánica con presencia de capa de restos de vegetación en el suelo (Cruz, 2004).

Los sistemas agroforestales se dividen en 2 grupos, primero los sistemas agroforestales no intensivos, donde los vainillales son manejados bajo vegetación natural y secundaria sin previo arreglo espacial; y segundo los sistemas agroforestales de tipo semi-intensivo, donde las especies leñosas como los arbustos y árboles son empleados en asociación espacial deliberada con cultivos agrícolas anualmente y en oportunidades con los animales. Los dos sistemas mencionados son capaces de albergar entre tres a cinco mil plantas por hectárea de vainilla (Gómez et al., 2011; Hernández y Lubinsky, 2011 y Padilla, 2011).

c. En tutores naturales: tipos de cultivos que se definen como semi intensivos donde habitualmente los tutores son parte de un diseño de experimentos, en asociación con especies arbóreas de valor alto (sistemas agroforestales). La selección de los tutores debe desarrollarse de forma meticulosa, a los cuales se les debe brindar todos los cuidados para su desarrollo en la preparación del terreno de cultivo, estos resultan ser de suma importancia al igual que la misma vainilla y deben cumplir con dos funciones principales: proporcionar sombra y sostener a la planta (Elorza et al., 2007). Es recomendable que los tutores naturales se consideren como especies forestales leguminosas por la incorporación de grandes volúmenes de compuestos nitrogenados y materia orgánica al suelo. Sin embargo, en México los sistemas productivos que mayor beneficio presentan son los aquellos donde la vainilla es asociada a especies de cítricos y se presentan cantidades más altas del componente vainillina (Barrera et al., 2009; Elorza et al., 2007; Hernández, 2011b). En cambio, en Costa Rica, los métodos más comunes son en invernaderos (intensivos) y con tutores en sistemas agroforestales (semi intensivos) (Paniagua et al., 2008).

2.3. Definición de términos básicos

Botón floral

Es una flor joven donde no ha ocurrido el proceso de antitesis (Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1977).

Bosque secundario

Superficies boscosas pobladas por especies pioneras, creadas por pérdida del bosque primario debido a fenómenos naturales o antropogénicas (Méndez y Picado, 2006).

Cápsula de vainilla

Es el fruto de la orquidea que popularmente se lo conoce como “vaina” y que principalmente son los productos comercializados del cultivo (Saldivar, 2015).

Luminosidad

Se define como la cantidad, calidad y duración de luz que requieren las plantas para su óptimo crecimiento y desarrollo (Chen, 2022).

Malla raschel

Es una especie de tela que está formada al entretrejer o anudar alambres y fibras metálicas, el diseño es variable y depende de la forma en que las fibras o alambres se anuden (QuimiNet, 2012).

Plantación forestal

Son aquellas que se encuentran en los bosques con predominancia de árboles, donde la característica principal es que han sido sembrados por el hombre (Acosta, 2019).

Sombra

Al contar con un dosel homogéneo, permite la creación de condiciones únicas para producir el cultivo de vainilla, debido al control de la cantidad de luz que entra en los sistemas de cultivo (Paniagua et al., 2013).

Tutores

Tallos y ramas de árboles que son utilizados como sostén para las vainillas (Paniagua et al., 2013).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1 Contexto de la investigación

a. Ubicación política

- Lugar : Concesión para conservación Tingana
- Distrito : Moyobamba
- Provincia : Moyobamba
- Departamento : San Martín

b. Ubicación geográfica

La investigación se desarrolló en la Concesión para la Conservación de Tingana, localizado en la zona oeste del distrito de Moyobamba, al sur-este del CC.PP. Valle La Conquista, nor-este del CC.PP. El Eden y al oeste de los CC.PP. Alto Buenos Aire, Ciro Alegría y Buenos Aires. Las parcelas de los sistemas de cultivo se ubican en la zona este de la Concesión para la Conservación de Tingana en las coordenadas UTM (WGS84, 18S): X: 265912; Y: 9346283 (Bosque secundario); X: 266048; Y: 9346053 (Malla raschel); y, X: 266055; Y: 9346234 (Plantación forestal) (ver Anexo 1).

c. Contexto histórico

Los habitantes de la zona cuentan que el nombre de “Tingana”, se sustenta en la abundancia de árboles comúnmente llamados como “Choloques”, que presenta frutos de color negro y pequeños, de consistencia muy dura y forma redonda, antiguamente eran empleadas por los niños para jugar a las bolichas, es así que nace la palabra “tingar” las bolichas; al jugar los niños a este juego, las personas de edad decían a sus hijos “tinga hijito con ganas” “tinga con ganas”, por lo cual al lugar se le reconoce como Tingana (Asociación Medioambiental Tingana, 2022).

d. Contexto jurídico

La Concesión para Conservación Tingana se aprobó por hasta 40 años de periodo con “Resolución Directoral Ejecutiva N° 335-2017/GRSM/ARA/DEACRN”, la superficie es de 2 867,74 ha, se localiza en el distrito y provincia de Moyobamba, perteneciente a la región San Martín; asimismo, cuenta con una “Declaración de Manejo” orientada a actividades de educación ambiental, investigación, protección y trabajo con la población local (Asociación Medioambiental Tingana, 2022).

3.1.2 Periodo de ejecución

El periodo de ejecución de la investigación fue de 8 meses, contados a partir de diciembre del 2022 hasta agosto del 2023.

3.1.3 Control ambiental y protocolos de bioseguridad

Se tomaron todas las medidas pertinentes de bioseguridad frente al COVID 19, a fin de no exponer al equipo de investigación.

Asimismo, se evitó arrojar desperdicios al ambiente, para lo cual se usó bolsas plásticas o contenedores para colocar de forma temporal los residuos y posteriormente arrojarlos en un lugar pertinente.

3.1.4 Aplicación de principios éticos internacionales

El investigador declara que su intervención respetó los principios éticos generales de la investigación; particularmente la integridad/totalidad, el respeto a las personas, respeto al ecosistema, beneficencia y justicia, además, principios éticos de confidencialidad y transparencia. Tanto el autor principal y el asesor cuentan con el curso de conducta responsables de investigación del Concytec.

3.2. Sistema de variables

3.2.1 Variables principales

- Variable independiente : Sistema de cultivo.
- Variable dependiente : Producción de *Vanilla pompona*.

Tabla 3

Descripción de variables por objetivo específico

Objetivo específico № 1: Analizar las características de suelo de tres tipos de sistemas de cultivo en la Concesión para Conservación Tingana.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Características de suelo en los tres tipos de sistemas de cultivo.	Características de suelo	Cadenas de custodia, resultados de laboratorio, fichas de recolección de datos.	Arena (%)
			Arcilla (%)
			Limo (%)
			Clase textural
			Densidad aparente
			pH
			Conductividad eléctrica (dS/m)
			Materia orgánica (%)
			Nitrógeno (%)
			Fosforo (ppm)
Potasio (ppm)			

Objetivo específico № 2: Evaluar la producción del cultivo de *Vanilla pompona* en tres sistemas de cultivo (malla raschel, bosque secundario y plantación forestal) en la Concesión para Conservación Tingana.

Producción del cultivo de <i>vanilla pompona</i> en tres sistemas de cultivo.	Niveles de producción	Ficha de recolección de datos, registro fotográfico.	<ul style="list-style-type: none"> - N° de cápsulas polinizadas/planta - N° de cápsulas cosechadas/planta - Peso de cápsulas (g y kg) /planta - Longitud de cápsulas (cm)/planta - Peso de cápsulas (g) - Longitud de cápsulas (cm)
---	-----------------------	--	---

Objetivo específico № 3: Analizar la influencia del suelo de los tres sistemas de cultivo en el nivel productivo de *Vanilla pompona* en la Concesión para Conservación Tingana.

Análisis de influencia del suelo de los tres sistemas de cultivo en el nivel productivo de <i>vanilla pompona</i> .	Parámetros del suelo. Producción de <i>Vanilla pompona</i> en los tres sistemas de cultivo.	Análisis de componentes principales y prueba estadística de correlación de Pearson.	$H_0: p \text{ valor} > 0,05$ $H_1: p \text{ valor} \leq 0,05$ r
---	---	---	--

Objetivo específico № 4: Comparar el nivel productivo de *Vanilla pompona* en los tres sistemas de cultivo en la Concesión para Conservación Tingana.

Comparación del nivel productivo de <i>Vanilla pompona</i> en los tres sistemas de cultivo	Producción de <i>Vanilla pompona</i> en los tres sistemas de cultivo	Prueba estadística no paramétrica (H de Kruskal-Wallis y comparaciones múltiples-post hoc)	$H_0: p \text{ valor} > 0,05$ $H_1: p \text{ valor} \leq 0,05$
--	--	--	---

3.3 Procedimientos de la investigación

Tipo de investigación:

La investigación fue de tipo “aplicada”, debido a que se estudió los niveles productivos de *V. pompona* en tres sistemas de cultivo diferentes, los cuales fueron evaluados y se determinó el más óptimo para la mejor producción de *V. pompona*, a fin de brindar alternativas de cultivo en la zona. Tipo de investigación que tiene como fin primordial dar solución a problemas prácticos inmediatos, donde el propósito de desarrollar aportes al conocimiento teórico resulta ser secundario (Sánchez y Reyes, 2006).

Nivel de investigación:

Fue de nivel “explicativo – experimental” ya que se experimentó cómo influye cada sistema de cultivo y se explicó las posibles causas. El nivel de investigación experimental se desarrolla después de conocer las características del hecho o fenómeno que se estudia (variables) y aquellas causas que determinaron cuales y

tales características (Caballero, 2009); por su parte, la investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los fenómenos o hechos a través del establecimiento de relaciones causa-efecto (Sánchez y Reyes, 2006).

Población:

La población en la presente investigación estuvo conformada por todas las plantas de *Vanilla pompona* distribuidos en tres sistemas propuestos.

Muestra:

Al conocer la población se realizó un muestreo por conveniencia en 45 plantas de *V. pompona*, distribuyendo 15 plantas por cada sistema (malla raschel, bosque secundario y plantación forestal). El muestreo por conveniencia según Otzen y Manterola (2017) "Permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esta, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador" (p. 4).

Diseño:

a) Diseño experimental o muestral

El diseño de la presente investigación fue de "Diseño factorial". Fernández (2020) refiere que "este tipo de diseño se utiliza para experimentos con dos o más factores, dado que en general son los más eficientes para ello. En este diseño se investiga todas las combinaciones posibles entre los niveles de los factores" (p. 14). Se evaluaron las variables de estudio (Nº de flores por racimo, Nº de cápsulas por racimo, Nº de cápsulas cosechadas y peso de cápsulas cosechadas) en tres sistemas de producción diferentes (plantación forestal, bosque secundario y malla raschel) con una superficie de 1568 m² para cada uno, cuyo diseño de investigación factorial se presenta en la Figura 1.

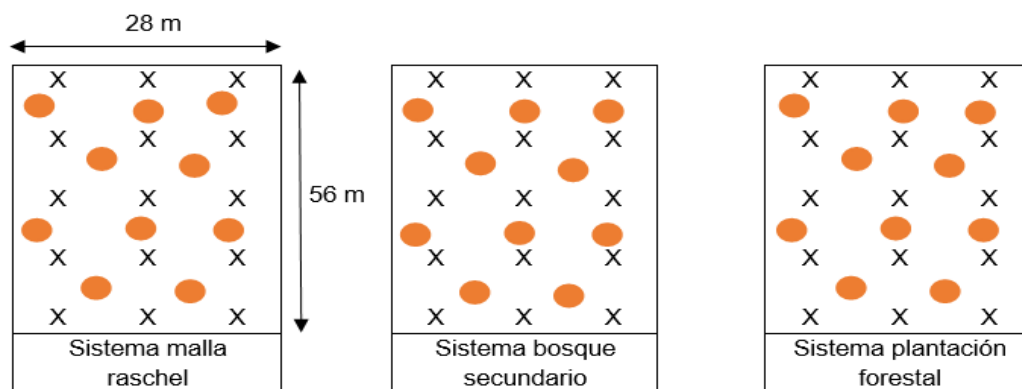


Figura 1

Diseño de investigación.

Donde:

X: representa a las plantaciones de *Vanilla pompona*

●: representa a los puntos de muestreo de suelo.

b) Representación de la información

La información y/o datos obtenidos en campo y posteriormente procesados en gabinete se representaron en tablas y figuras a fin de un mejor análisis e interpretación de resultados.

c) Análisis estadístico

Para analizar la influencia del suelo de los tres sistemas de cultivo en el nivel productivo de *Vanilla pompona* en la Concesión para Conservación Tingana, primero se realizó un análisis de componentes principales a fin de encontrar valores de índices numéricos del suelo en base a los parámetros analizados con el fin de poder realizar una correlación entre las variables, la misma que en función a los supuestos de normalidad y homocedasticidad fue la prueba paramétrica de correlación de Pearson, el análisis se realizó a un 95% de confiabilidad. Se empleó el software SPSS Statistics y Excel.

Asimismo, para comparar el nivel productivo de *Vanilla pompona* en los tres sistemas de cultivo en la Concesión para Conservación Tingana, se realizó primero el análisis de los supuestos de normalidad y homocedasticidad y se determinó como mejor prueba para el conjunto de datos el estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis, el cual según Amat (2016) también se lo conoce como “test H” y es una alternativa de tipo no paramétrica a la “prueba ANOVA” de una vía para un conjunto de datos no pareados y es una extensión de la prueba “Mann-Whitney” para más de dos grupos. Asimismo, se utilizó una prueba de post hoc de comparaciones múltiples, para determinar el sistema de cultivo óptimo para la producción de *V. pompona*. Los estadísticos se analizaron a un 95% de confianza empleando el software SPSS Statistics y Excel.

3.3.1 Objetivo específico 1

Analizar las características de suelo las de tres tipos de sistemas de cultivo en la Concesión para Conservación Tingana.

a. Actividades y tareas

- Muestreo de suelo en los tres sistemas.

- Procesamiento y análisis de datos.

b. Descripción de los procedimientos

Muestreo de suelo en los tres sistemas

- Se realizó el muestreo del suelo de manera bidimensional dentro de cada sistema, tomando en cuenta el área de cada uno de estos, los puntos de recolección de muestra de suelo se encontraron dentro del área delimitada. Se tomó una sola muestra en cada sistema de cultivo, para ello se consideró lo propuesto por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014) a través de la “Guía para el muestreo de suelos” en el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, cuyas consideraciones fueron las siguientes:

1. La profundidad del muestreo de suelo fue característico de suelos agrícolas, considerando profundidades entre 0 a 30 cm, para ello se empleó una palana.
 2. Se limpió de forma cuidadosa el área donde se desarrolló el muestreo, evitando la presencia de cualquier escombros superficial o desecho presente en el punto de muestreo.
 3. Se realizó el muestreo bidimensional, es decir, se consideró la toma de submuestras entre 10 unidades dentro del área.
 4. Posteriormente, las submuestras individuales fueron unidas para obtener una muestra compuesta.
 5. Obtenido la muestra compuesta, se sometió al proceso de partición, a fin de reducir el volumen y obtener una muestra compuesta representativa, para esto se realizó el cuarteo de la muestra mezclada repitiendo hasta llegar a una cantidad representativa y necesaria del material de suelo (1 kg).
- La muestra fue recolectada en bolsas herméticas, haciendo uso de guantes de protección, luego fueron rotuladas, se llenó la cadena de custodia (ver Anexo 2) y se procedió a enviar las muestras a un laboratorio acreditado (Analytical Laboratory EIRL) para su respectivo análisis.
- Las características del suelo analizados en el laboratorio fueron: nitrógeno total (mg/kg), materia orgánica (%), densidad aparente (g/cm^3), pH, conductividad eléctrica (dS/m), parámetros de textura como potasio disponible (ppm), fósforo disponible (mg/kg), clase textural, limo (%), arcilla (%) y arena (%).

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de los datos se usó la estadística descriptiva mediante el software SPSS Statistics, los resultados se presentan en figuras y tablas.

3.3.2 Objetivo específico 2

Evaluar la producción del cultivo de *Vanilla pompona* en tres sistemas de cultivo (malla raschel, bosque secundario y plantación forestal) en la Concesión para Conservación Tingana.

a. Actividades y tareas

- Selección de plantas de *V. pompona* en los tres sistemas.
- Medición de cápsulas de *V. pompona*.
- Medición de peso y longitud de *V. pompona*.
- Procesamiento y análisis de datos.

b. Descripción de los procedimientos

Selección de plantas de *V. pompona* en los tres sistemas

- Primero, se realizó en campo la selección de 15 plantas de *V. pompona* por cada sistema de producción (malla raschel, bosque secundario y plantación forestal), lo que hizo un total de 45 plantas en los tres sistemas, luego se procedió a delimitar el área de las plantas que formaron parte de la muestra. Las plantas seleccionadas se encontraron en la fase de producción de cápsulas.
- La técnica empleada para seleccionar las plantas de *V. pompona* en cada uno de los sistemas de cultivo fue la observación directa.

Medición de cápsulas de *V. pompona*

- Para realizar la medición de cápsulas de *V. pompona* se empleó la técnica de la observación directa con una ficha de recolección de datos (ver Anexo 4) como instrumento de medición.
- Las cápsulas de *V. pompona* se evaluaron en función a la cantidad de flores identificadas en los botones florales de cada planta, donde se registraron las cápsulas no polinizadas y polinizadas, a partir de las cápsulas que llegaron a polinizar a lo largo del estudio, se evaluaron las cápsulas no cosechadas (no maduras), cápsulas cosechadas y cápsulas enfermas, información registrada hasta el 29 de mayo de 2023.

- La medición en campo de las variables productivas, se realizó con frecuencia mensual (los días 29 de cada mes a excepción de febrero) durante un periodo de 5 meses contados desde enero de 2023 hasta mayo de 2023.

Medición de peso y longitud de *V. pompona*

- De igual forma para medir el peso y longitud de las cápsulas de *V. pompona* se empleó la técnica de la observación directa con una ficha de recolección de datos (ver Anexo 4), una balanza electrónica y una cinta métrica como instrumentos de medición.

- Al observar en cada uno de los sistemas de cultivo que las cápsulas estaban maduras, se procedió a cosecharlas, luego se midió la longitud (cm) y el peso (g) de cada una de las cápsulas.

- La longitud se midió empleando una cinta métrica, tomando en cuenta los puntos extremos del fruto y el peso fue medido empleando una balanza electrónica.

- Para obtener el peso de las cápsulas por planta (g y kg/planta), se sumaron todos los pesos obtenidos de la cantidad total de cápsulas cosechados en cada una de las plantas; en el caso de la longitud de cápsulas por planta (cm/planta) se obtuvo el promedio del total de cápsulas cosechadas por planta.

- Así también, para determinar la producción total de *V. pompona* en cada uno de los sistemas de cultivo, se realizó la suma del peso de las cápsulas cosechadas de las 15 plantas el 29 de mayo del 2023.

- La medición en campo de las variables de peso y longitud de las cápsulas se realizó con frecuencia mensual (los días 29 de cada mes a excepción de febrero) durante un periodo de 5 meses contados desde enero de 2023 hasta mayo de 2023.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de los datos se usó la estadística descriptiva mediante el software SPSS Statistics, los resultados se presentan en figuras y tablas.

3.3.3 Objetivo específico 3

Analizar la influencia del suelo de los tres sistemas de cultivo en el nivel productivo de *Vanilla pompona* en la Concesión para Conservación Tingana.

a. Actividades y tareas

- Análisis de componentes principales.
- Aplicación de prueba estadística de correlación.

- Procesamiento estadístico y análisis de datos.

b. Descripción de los procedimientos

Análisis de componentes principales

- Primero, en el programa Excel se realizó la sistematización del conjunto de datos de análisis de suelo de los 3 sistemas de cultivo. El análisis de componentes principales se realizó con las características fisicoquímicas del suelo (nitrógeno total, materia orgánica, densidad aparente, pH, conductividad eléctrica, fósforo disponible, arcilla y arena). Debido a que los parámetros de potasio disponible, limo y clase textural, presentan concentraciones iguales en los 3 sistemas de cultivo y no tendrían mayor influencia en la producción del cultivo, se realizó el descarte de estos parámetros para el análisis de los componentes principales.
- Se desarrolló el análisis de los componentes principales en el software estadístico SPSS Statistics y se sustentó principalmente en encontrar valores de índices numéricos del suelo para cada uno de los tipos de sistemas de cultivo estudiados (Tabla 4) y poder evaluar la influencia del suelo en la producción de *Vanilla pompona*.

Tabla 4

Valores de índices numéricos del suelo para cada sistema

Sistemas de cultivo	Índice del suelo
Malla raschel	0,57133
Plantación forestal	0,58861
Bosque secundario	0,57195

Aplicación de prueba estadística de correlación

- El análisis de los supuestos de normalidad y homocedasticidad del conjunto de datos de índices de suelo, total de cápsulas polinizadas, cápsulas cosechadas, peso total de cápsulas, peso promedio de cápsula y longitud promedio de cápsula, permitió determinar la prueba paramétrica de correlación de Pearson para evaluar las variables de suelo y nivel productivo.
- Para el caso del nivel productivo se tomaron en cuenta los valores totales de producción de las variables de cada sistema de cultivo (Tabla 5).

Tabla 5

Conjunto de datos de variable de suelo y nivel productivo de *V. pompona* para la prueba estadística de correlación de Pearson

Variables	Sistemas de cultivo		
	Malla raschel	Plantación forestal	Bosque secundario
Índices de suelo	0,57133	0,58861	0,57195
Cápsulas polinizadas	94	210	115
Cápsulas cosechadas	77	198	83
Peso total de cápsulas (g)	4 012	8 706	4 537
Peso promedio de cápsula (g)	52,10	43,97	54,66
Longitud promedio de cápsula (cm)	18,79	17,70	18,84

- El análisis de correlación de Pearson se realizó en el software estadístico SPSS Statistics a un 95% de confianza.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se realizó el análisis de componentes principales para determinar los valores de índice de suelo y se utilizó el estadístico paramétrico de correlación de Pearson para evaluar la influencia del suelo en el nivel productivo de *V. pompona*. Se utilizó el software Estadístico Excel y SPSS Statistics.

3.3.4 Objetivo específico 4

Comparar el nivel productivo de *Vanilla pompona* en los tres sistemas de cultivo en la Concesión para Conservación Tingana.

a. Actividades y tareas:

- Comparación del nivel productivo de *Vanilla pompona* en los tres sistemas de cultivo.
- Procesamiento estadístico y análisis de datos.

b. Descripción de procedimientos:

Comparación del nivel productivo de *Vanilla pompona* en los tres sistemas de cultivo

- Previa comparación del nivel de producción de *V. pompona*, se realizó el análisis de supuestos de normalidad y homocedasticidad (ver Anexo 5) que permitió determinar como mejor prueba estadística para el conjunto de datos a la prueba no paramétrica de “H de Kruskal-Wallis” y la prueba post hoc de comparaciones múltiples para determinar el mejor sistema de producción de vainilla.

- Se realizó la comparación de las variables de producción estudiadas: cápsulas polinizadas/planta, cápsulas cosechadas/planta, peso de cápsulas/planta, longitud de cápsulas/planta, peso y longitud de cápsulas.
- Para realizar la comparación de todas las variables entre los sistemas de cultivo, se tomó en cuenta el total de datos registrados al último mes de medición (29 de mayo de 2023).

c Técnicas de procesamiento y análisis de datos:

Se utilizó el estadístico no paramétrico de “H de Kruskal-Wallis” para determinar diferencias significativas entre los sistemas de cultivo y la prueba post hoc de comparaciones múltiples para determinar el mejor sistema de cultivo de *V. pompona*. El procesamiento y análisis de datos se realizó con el paquete estadístico SPSS Statistics.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Características del suelo de tres tipos de sistemas de cultivo en la Concesión para Conservación Tingana

Entre los tres sistemas de cultivo evaluados en la Concesión para Conservación Tingana, el suelo del sistema malla raschel presentó mayores concentraciones de nitrógeno total (1 011,00 mg/kg), materia orgánica (2,00 %), densidad aparente (0,73 g/cm³) y conductividad eléctrica (0,08 dS/m) a comparación de los otros sistemas, donde el nitrógeno total (833,00 mg/kg) y la materia orgánica (1,66 %) en la plantación forestal y la densidad aparente (0,64 g/cm³) y conductividad eléctrica (0,07 dS/m) en el bosque secundario fueron los parámetros con las segundas mayores concentraciones; en tanto, el mayor valor de pH (4,48) se determinó en el sistema de plantación forestal, seguido de 4,36 y 4,18 pH en el sistema malla raschel y bosque secundario, respectivamente (Tabla 6).

Las concentraciones de parámetros fisicoquímicos de los sistemas de cultivo muestran una diferencia de 209,00 mg/kg de nitrógeno total, 0,41 % de materia orgánica, 0,11 g/cm³ de densidad aparente, 0,30 de pH y 0,03 dS/m de conductividad eléctrica entre las menores y mayores concentraciones (Tabla 6).

Con respecto a la textura del suelo de los sistemas de cultivo, el potasio disponible se encontró presente en la misma proporción (<70,00 ppm) en todos los sistemas, la mayor concentración de fósforo disponible (7,80 mg/kg) se encontró en el sistema de bosque secundario y la menor concentración (7,20 mg/kg) en la plantación forestal; asimismo, los 3 sistemas de cultivo presentaron la misma clase textural (Franco arenoso) y contenido de limo (20,00 %); finalmente, en el sistema de plantación forestal y bosque secundario se encontró la misma proporción de arcilla (10,00 %) y arena (70,00 %), a diferencia del sistema malla raschel donde se encontró arcilla en menor proporción (5,00 %) y arena en mayor proporción (75,00 %) con respecto a los otros dos sistemas de cultivo (Tabla 6).

Tabla 6*Características del suelo de los 3 tipos de sistemas de cultivo*

Parámetros	Unidad de medida	Resultados (Sistemas)		
		Malla raschel	Plantación forestal	Bosque secundario
Nitrógeno total	mg/kg	1 011,00	833,00	802,00
Materia orgánica	%	2,00	1,66	1,59
Densidad aparente	g/cm ³	0,73	0,62	0,64
pH	Unidad de pH	4,36	4,48	4,18
Conductividad eléctrica	dS/m	0,08	0,05	0,07
Textura				
Potasio disponible	ppm	<70,00	<70,00	<70,00
Fósforo disponible	mg/kg	7,60	7,20	7,80
Clase textural	no unidad	Fr, A	Fr, A	Fr, A
limo	%	20,00	20,00	20,00
Arcilla	%	5,00	10,00	10,00
Arena	%	75,00	70,00	70,00

Nota. Fr, A: Franco arenoso.

Los valores de pH del suelo de los 3 sistemas de cultivo en estudio muestran características de ser extremadamente ácidos por presentar valores de < 5,0 de pH (Osorio, 2012b), lo que pone en manifiesto que son suelos que presentan dificultades para el desarrollo de los cultivos, como el caso del cultivo de vainilla que según Augstburger et al. (2000) los suelos deben presentar preferentemente valores de pH entre 6 a 7.

Asimismo, Augstburger et al. (2000), refieren que para la producción de vainillales los suelos deben ser ligeros; los 3 sistemas de cultivo estudiados presentan clase textural franco arenoso que según Guerrero (1998) se caracteriza por ser una textura moderadamente gruesa, siendo fáciles de trabajar y característicos de suelos ligeros, lo que demuestra que el suelo de los 3 sistemas es óptimo para cultivar la vainilla en cuanto a la clase textural.

Los suelos de los 3 sistemas de cultivo se caracterizan por presentar contenido normal de fósforo (entre 5 y 10,0 mg/kg), contenido muy bajo de potasio (< 125 ppm), suelos no salinos (conductividad eléctrica < 2 dS/m) y son suelos ricos en materia orgánica (1,5 – 2,0 %) (Mula, 2018).

Garrido (1994) refiere que para conocer las características principales de los suelos es conveniente analizar parámetros básicos como textura, pH, materia orgánica y conductividad eléctrica; al respecto, los suelos de los 3 sistemas de cultivo se caracterizan por ser suelos no salinos, ricos en materia orgánica, suelos ligeros y con la única diferencia de ser extremadamente ácidos, por lo cual es recomendable desarrollar prácticas agrícolas como la aplicación de caliza a fin de mejorar la producción de vainillas.

4.2 Producción del cultivo de *Vanilla pompona* en tres sistemas de cultivo (malla raschel, bosque secundario y plantación forestal) en la Concesión para Conservación Tingana

4.2.1 Cantidad de cápsulas polinizadas por planta en los sistemas de cultivo

En base al total de flores contabilizadas en las plantas de *V. pompona*, el sistema de malla raschel produjo el mayor porcentaje de cápsulas polinizadas (93,07 %), seguido del bosque secundario (92,74 %) y en menor porcentaje la plantación forestal (89,74 %); sin embargo, en cantidades de cápsulas polinizadas, la plantación forestal produjo una mayor cantidad (210 cápsulas polinizadas), seguido del bosque secundario (115 cápsulas polinizadas) y malla raschel (94 cápsulas polinizadas) (Tabla 7).

Tabla 7

Cantidad y porcentaje de flores no fertilizadas y cápsulas polinizadas de Vanilla pompona según sistema de cultivo

Sistemas	Flores no fertilizadas		Cápsulas polinizadas	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Malla raschel	7	6,93	94	93,07
Plantación forestal	24	10,26	210	89,74
Bosque secundario	9	7,26	115	92,74

Rocha et al. (2018) encontraron una cantidad promedio de 3,54 frutos abortados, valor mayor a lo encontrado en los 3 sistemas de cultivo, esto se debe a que la *V. pompona* es una especie caracterizada por presentar mayor resistencia a patógenos y que factores ambientales adecuados favorecen a que no se desarrolle en mayor grado el proceso de abscisión.

Las plantas de *V. pompona* produjeron en mayor cantidad en el sistema malla raschel entre 4 y 9 cápsulas polinizadas/planta, en el bosque secundario entre 3 y 11 cápsulas polinizadas/planta y en la plantación forestal entre 8 y 18 cápsulas polinizadas/planta; sin embargo, en los sistemas hubieron plantas que produjeron cantidades tan bajas y altas como 3 y 11 cápsulas polinizadas/planta en la malla raschel, 3 y 18 cápsulas polinizadas/planta en el bosque secundario y, 5 y 27 cápsulas polinizadas/planta en la plantación forestal; asimismo, se evidencia un valor atípico (38 cápsulas polinizadas/planta) en el sistema de plantación forestal (Figura 2), debido a que este individuo produjo una mayor cantidad de botones florales y flores.

Los valores de mediana y media de cápsulas polinizadas en la plantación forestal (11 y 14,00 cápsulas polinizadas/planta) fueron mayores a los valores del bosque secundario (6 y 7,67 cápsulas polinizadas/planta) y malla raschel (6 y 6,27 cápsulas polinizadas/planta) (Figura 2), demostrando que, en el sistema de plantación forestal las plantas de *V. pompona* producen mayor cantidad de cápsulas polinizadas a diferencia de los otros sistemas de cultivo estudiados.

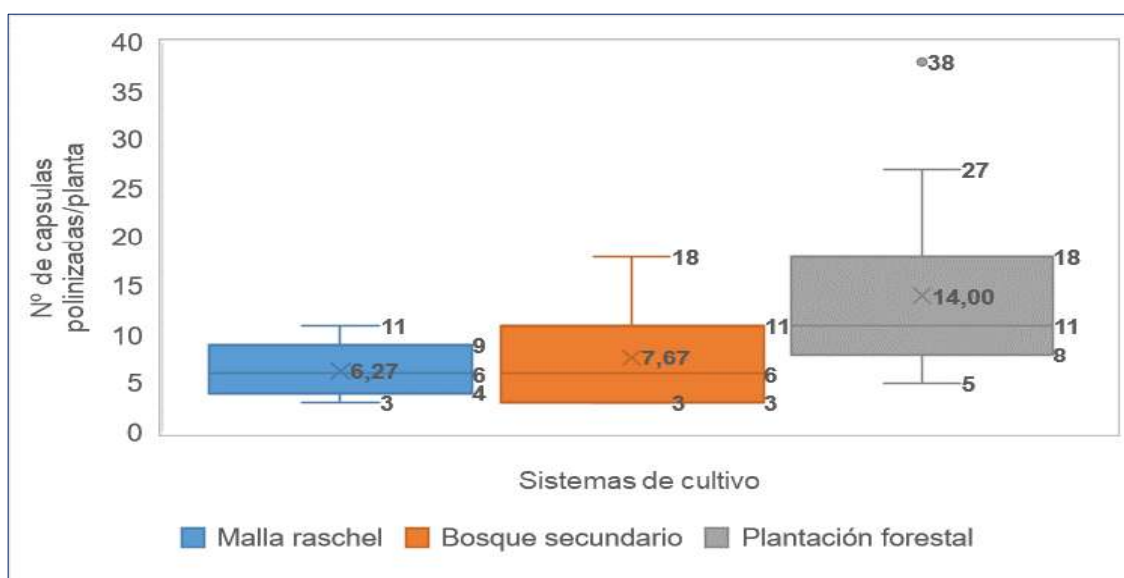


Figura 2

Cantidad de cápsulas polinizadas por planta de *Vanilla pompona* en los sistemas de cultivo.

La media de cápsulas polinizadas por planta de *V. planifolia* (27,46) (Rocha-Flores et al., 2018) excede en gran cantidad al promedio de cápsulas polinizadas por planta de *V. pompona* de los 3 sistemas de cultivo; sin embargo, mientras mayor cantidad de inflorescencias, botones florales y flores produzca una vainilla, mayor será la cantidad cápsulas polinizadas en relación a las flores por planta, llegando a producir un individuo como máximo 38 cápsulas en el sistema plantación forestal, cuya cantidad de cápsulas polinizadas depende de la eficiencia en la polinización.

4.2.2 Cantidad de cápsulas cosechadas, no cosechas y enfermas por planta en los sistemas de cultivo

De acuerdo al total de cápsulas polinizadas en las plantas de *V. pompona* según sistema de cultivo a los 8 meses de evaluación, el sistema de plantación forestal produjo un mayor porcentaje de cápsulas cosechadas (94,29 %), seguido de la malla raschel (81,91%) y finalmente el bosque secundario (72,17 %), el cual produjo un mayor porcentaje de cápsulas no cosechadas (24,35 %), seguido de la malla raschel (13,83 %) y en menor proporción la plantación forestal (5,24 %) (Tabla 8).

El sistema malla raschel y bosque secundario produjeron una mayor cantidad de cápsulas enfermas (4) que representa el 4,26 y 3,48 % del total de cápsulas polinizadas, respectivamente; el sistema de plantación forestal produjo una menor cantidad de cápsulas enfermas (1) que representa el 0,48 % del total de cápsulas polinizadas (Tabla 8).

Tabla 8

Cantidad y porcentaje de cápsulas no cosechadas, cosechadas y enfermas de planta de Vanilla pompona según sistema de cultivo

Sistemas	Cápsulas polinizadas	Cápsulas no cosechadas		Cápsulas cosechadas		Cápsulas enfermas	
		Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Malla raschel	94	13	13,83	77	81,91	4	4,26
Plantación forestal	210	11	5,24	198	94,29	1	0,48
Bosque secundario	115	28	24,35	83	72,17	4	3,48

Las plantas de *V. pompona* produjeron en mayor cantidad en el sistema malla raschel y bosque secundario entre 3 y 7 cápsulas cosechadas/planta y en la plantación forestal entre 8 y 16 cápsulas cosechadas/planta; sin embargo, hubieron plantas que produjeron cantidades tan bajas y altas como 1 y 10 cápsulas cosechadas/planta en la malla raschel, 2 y 11 cápsulas cosechadas/planta en el bosque secundario y 5 y 27 cápsulas cosechadas/planta en la plantación forestal; igualmente, se evidencia un valor atípico (32 cápsulas cosechadas/planta) en la plantación forestal (Figura 3), debido a que esta planta produjo una mayor cantidad de botones florales, flores y cápsulas polinizadas (38).

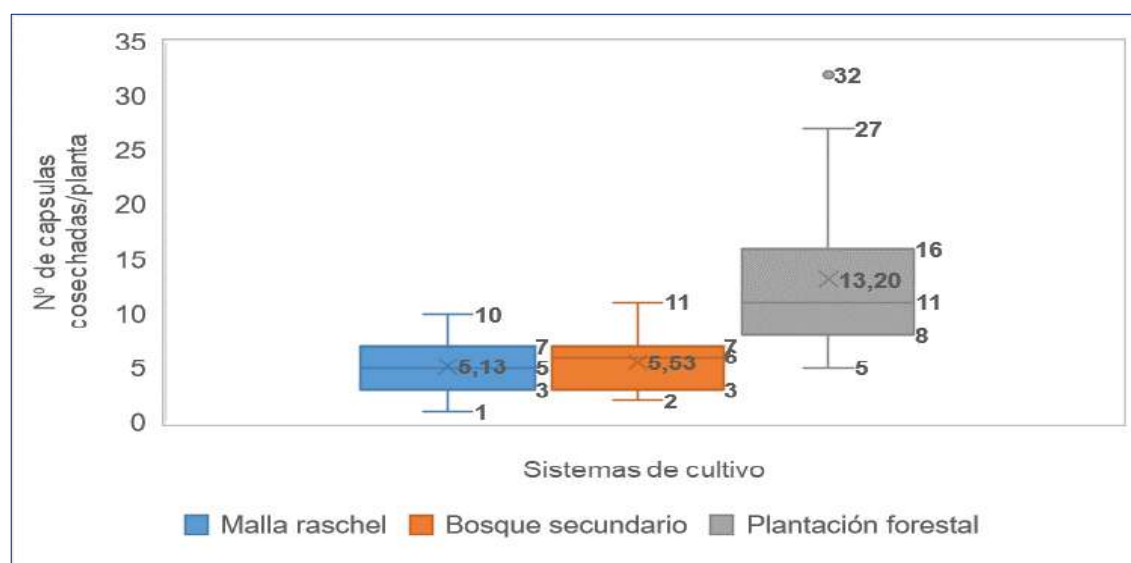


Figura 3

Cantidad de cápsulas cosechadas por planta de Vanilla pompona en los sistemas de cultivo.

Asimismo, los valores de mediana y media de cápsulas cosechadas en el sistema de plantación forestal (11 y 13,20 cápsulas cosechadas/planta) fueron mayores a los valores del bosque secundario (6 y 5,53 cápsulas cosechadas/planta) y malla raschel (5 y 5,13 cápsulas cosechadas/planta) (Figura 3); es así que, el sistema de plantación forestal permite cosechar mayor cantidad de cápsulas de *V. pompona* a diferencia de los otros sistemas de cultivo estudiados.

4.2.3 Peso y longitud de cápsulas cosechadas por planta en los sistemas de cultivo

a. Peso de cápsulas cosechadas por planta en los sistemas de cultivo

La mayor cantidad de plantas de *V. pompona* registraron pesos de cápsulas entre 152 y 319 g/planta en el sistema malla raschel, entre 174 y 411 g/planta en el bosque secundario y entre 294 y 676 g/planta en la plantación forestal; así también, en algunas plantas las cápsulas pesaron cantidades tan bajas y altas como 42 y 555 g/planta en malla raschel, 87 y 625 g/planta en el bosque secundario y 210 y 1 196 g/planta en la plantación forestal; asimismo, se evidencia un valor atípico (1 450 g/planta) en la plantación forestal (Figura 4), debido a que esta planta registró una mayor cantidad de cápsulas cosechadas (32).

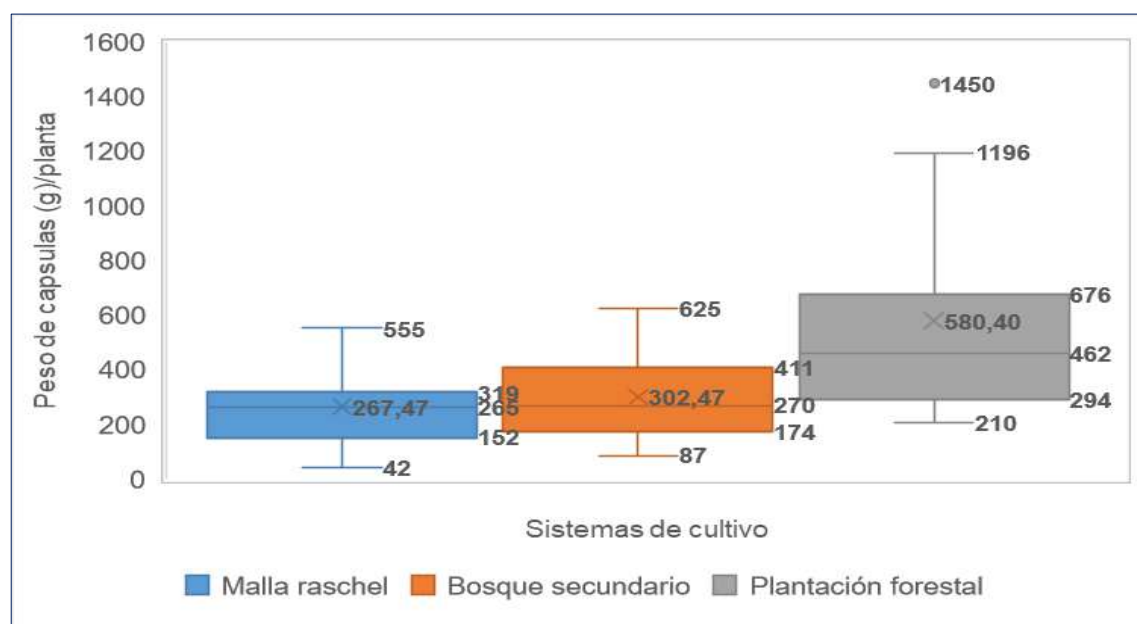


Figura 4

Peso de cápsulas cosechadas por planta de Vanilla pompona en los sistemas de cultivo.

Los valores de mediana y media de peso de cápsulas por planta de *V. pompona* fueron mayores en el sistema de plantación forestal (462 y 580,40 g/planta), con

respecto a los valores del bosque secundario (270 y 302,47 g/planta) y malla raschel (265 y 267,47 g/planta) (Figura 4); valores que evidencian que el sistema de plantación forestal produce mayor peso de cápsulas por planta en relación a los otros sistemas.

b. Longitud de cápsulas cosechadas por planta en los sistemas de cultivo

La mayor cantidad de plantas de *V. pompona* registraron longitudes de cápsulas entre 18,1 y 19,2 cm/planta en el sistema malla raschel, entre 17,0 y 18,5 cm/planta en la plantación forestal y entre 17,7 y 19,4 cm/planta en el bosque secundario; en algunas plantas las cápsulas tuvieron longitudes tan bajas y altas como 18 y 19,5 cm/planta en malla raschel, 15,7 y 19,9 cm/planta en la plantación forestal y, 17,3 y 21,0 cm/planta en el bosque secundario (Figura 5).

Los valores de mediana y media de longitud de cápsulas por planta de *V. pompona* fueron mayores en el sistema malla raschel (18,8 y 19,5 cm/planta), con respecto a los valores del bosque secundario (18,4 y 18,7 cm/planta) y de la plantación forestal (17,6 y 17,8 cm/planta) (Figura 5); valores que ponen en evidencia que, el sistema de plantación malla raschel produce cápsulas por planta con mayores longitudes en relación a los otros sistemas.

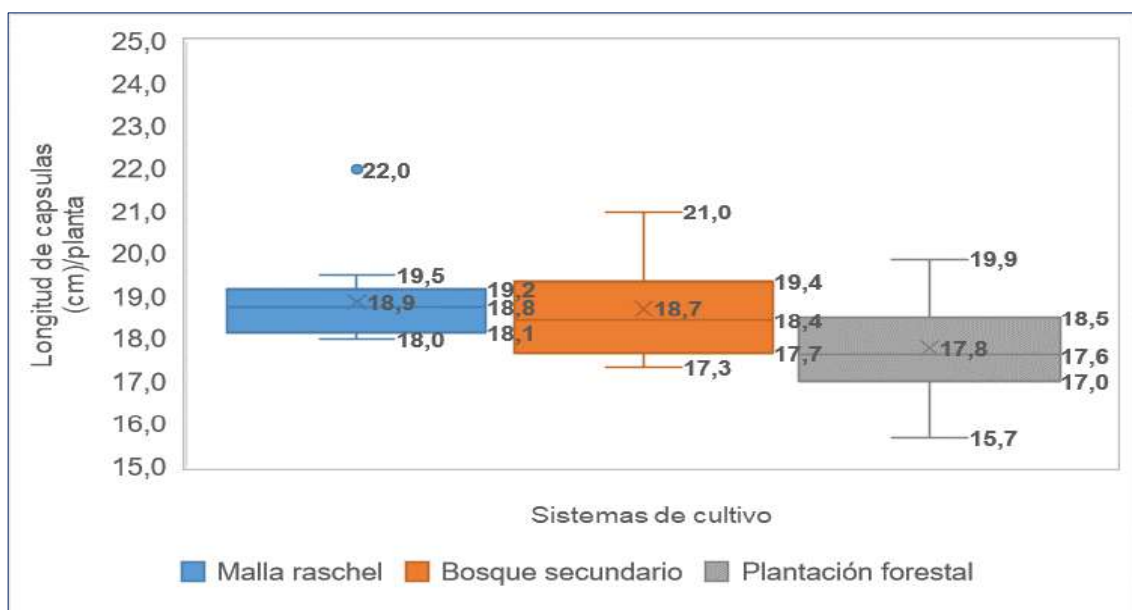


Figura 5

Longitud de cápsulas cosechadas por planta de Vanilla pompona en los sistemas de cultivo.

Se determinó que la media de la longitud de cápsulas de *V. pompona* varían entre 17,8 a 18,9 cm entre los tres sistemas estudiados, valores que se asemejan a lo encontrado en la región Totonacapan en México por Rocha-Flores et al. (2018) para la *V. planifolia* (18,45 cm), lo que demuestra que no existe tanta diferencia en la longitud

de cápsulas maduras entre ambas especies de vainilla cultivadas bajo condiciones climáticas de Perú y México.

4.2.4 Producción de *Vanilla pompona* en los sistemas de cultivo

El mayor peso promedio de cápsula cosechada se obtuvo en el sistema de bosque secundario (54,66 g), seguido de malla raschel (52,10 g) y de la plantación forestal (43,97 g); asimismo, se pueden obtener cápsulas con pesos máximos y mínimos de 90,00 y 31,00 g en el bosque secundario, 91,00 y 20,00 g en malla raschel y de 76,00 y 14,00 g en la plantación forestal, respectivamente (Tabla 9).

Sin embargo, debido al número de cápsulas polinizadas y cápsulas cosechadas en las 15 plantas de *V. pompona*, el sistema de cultivo de plantación forestal permite obtener una mayor producción (8,71 kg), seguido del sistema de bosque secundario (4,54 kg) y de la malla raschel (4,01 kg), resultados que demuestran que una planta de un sistema de plantación forestal puede producir 0,58 kg/planta de *V. pompona*, 0,28 y 0,31 kg/planta más que una planta en el bosque secundario y en malla raschel, respectivamente (Tabla 9).

Tabla 9

Producción de Vanilla pompona según sistema de cultivo

Descriptivos	Sistemas		
	Malla raschel	Plantación forestal	Bosque secundario
Peso promedio (g)	52,10	43,97	54,66
Peso máximo (g)	91,00	76,00	90,00
Peso mínimo (g)	20,00	14,00	31,00
Total de cápsulas	77	198	83
Peso total (15 plantas) (g)	4012,00	8706,00	4537,00
Peso total (15 plantas) (kg)	4,01	8,71	4,54
Peso promedio de cápsulas (kg)/planta	0,27	0,58	0,30

Rahman et al. (2019) determinó una producción de 20,5 kg de vainas frescas en base 10 plantas de vainilla de la especie *planifolia*; al respecto, en base a 15 plantas de *V. pompona* se determinó una mayor producción de 8,71 kg de vainilla fresca en el sistema de plantación forestal, valor que es muy inferior a lo encontrado por el autor. Esto se debe a que una cápsula *V. planifolia* es de mejor calidad y que una cápsula de *V. pompona* es de menor calidad tal y como lo afirma Korthou y Verpoorte (2007).

El peso de una cápsula producida por un bosque secundario y malla raschel son semejantes pero superiores al peso de la cápsula de la plantación forestal, la cual al

producir cápsulas en mayor cantidad hace que la producción total sea mayor con respecto a los otros sistemas, probablemente, esto se debe a que un sistema agroforestal proporciona condiciones ambientales suficientes (Ranadive, 2005) que permite producir mayor cantidad de botones florales, flores, cápsulas polinizadas y cosechadas, variables que generan mayor peso de vainillas por planta.

Vargas y Gámez (2014) refieren que generalmente existe una proporción de 5:1 entre la vainilla verde y beneficiada (5 kg de vainas verdes:1 kg de vainas beneficiadas); a partir de ello, se tiene en malla raschel, plantación forestal y bosque secundario 0,802; 1,742 y 0,908 kg de cápsulas beneficiadas, respectivamente; valores inferiores a lo encontrado por Rahman et al. (2019) (4,68 kg de vainas de *V. planifolia* procesadas), por lo cual se recomienda estudiar la producción de *V. pompona* con la aplicación de abonos orgánicos en los cultivos.

4.3 Influencia del suelo de los tres sistemas de cultivo en el nivel productivo de *Vanilla pompona* en la Concesión para Conservación Tingana

A un 95% de confianza se determinó relación estadísticamente significativa entre el índice del suelo y cápsulas cosechas ($p = 0,008$), peso total de cápsulas ($p = 0,045$) y longitud promedio de cápsulas ($p = 0,045$) (Tabla 10); es decir, que las características fisicoquímicas y texturales del suelo de los sistemas de cultivo inciden en las variables productivas de *V. pompona* mencionadas.

De acuerdo a las características fisicoquímicas y texturales estudiadas en los suelos de los sistemas de cultivo, las plantas de *V. pompona* necesitan de concentraciones ideales de parámetros de suelo para producir mayor cantidad de cápsulas cosechadas y obtener un mayor peso total de los frutos, dado a una relación directamente proporcional, positiva y muy alta entre las variables mencionadas; sin embargo, la relación entre el índice del suelo y la longitud promedio de las cápsulas es indirecta, muy alta y negativa (Tabla 10), lo que demuestra que las plantas de *V. pompona* no requieren tanto de concentraciones ideales de parámetros de suelo para producir cápsulas con mayor longitud.

Tabla 10

Correlación de Pearson entre el suelo y nivel productivo de *V. pompona* de los tres sistemas de cultivo

Variables	Índice del suelo	
	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)
Cápsulas polinizadas	0,990	0,089
Cápsulas cosechadas	0,999	0,008
Peso total de cápsulas (g)	0,998	0,045
Peso promedio de cápsulas (g)	-0,966	0,167
Longitud promedio de cápsulas (cm)	-0,998	0,045

Nota. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

El sistema de plantación forestal al tener mejores concentraciones ideales de suelo incide más en una mayor producción de cápsulas cosechadas y peso total de cápsulas, debido a que, en este sistema a comparación de los otros el suelo presentó mayor valor de pH que favorece el desarrollo de las raíces y menor conductividad eléctrica que es benéfico para la vainilla al haber menos sales (González-Chávez et al., 2018), además menor densidad aparente, característico de suelos bien aireados, porosos, de buena penetración de raíces y buen drenaje (Rubio, 2010), características que favorecen al cultivo de la vainilla.

4.4 Comparación del nivel productivo de *Vanilla pompona* en los tres sistemas de cultivo en la Concesión para Conservación Tingana

A un 95% de confianza se determinó un p-valor < 0,05 para todas las variables de producción estudiadas (Tabla 11), rechazando de esta forma la hipótesis nula (H_0) y aceptando la hipótesis alterna (H_1), con lo cual se demuestra que la distribución de cápsulas polinizadas, cápsulas cosechadas, peso de cápsulas/planta, longitud de cápsulas/planta, peso y longitud de las cápsulas fue estadísticamente diferente entre los sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*.

Tabla 11

Prueba de Kruskal-Wallis para las variables de producción de *Vanilla pompona*

Variables	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asintótica
Cápsulas polinizadas/planta	10,843	2	,004*
Cápsulas cosechadas/planta	17,153	2	,000*
Peso de cápsulas/planta	11,536	2	,003*
Longitud de cápsulas/planta	6,740	2	,034*
Peso de cápsulas	37,949	2	,000*
Longitud de cápsulas	16,868	2	,000*

Nota. *Significativo al 0,05.

Se determinó que la cantidad de cápsulas polinizadas/planta del sistema de plantación forestal difiere estadísticamente de la cantidad producida por el sistema malla raschel

($p = 0,006$) y del bosque secundario ($p = 0,030$) (Tabla 15); es decir, el sistema de plantación forestal produce mayor cantidad de cápsulas polinizadas/planta, el cual se evidencia en un mayor rango promedio ($rp = 31,97$) en relación al bosque secundario ($rp = 19,70$) y malla raschel ($rp = 17,33$) (Tabla 14).

Así también, se determinó que la cantidad de cápsulas cosechadas/planta del sistema de plantación forestal difiere estadísticamente de la cantidad producida por el sistema malla raschel ($p = 0,001$) y del bosque secundario ($p = 0,002$) (Tabla 15); es decir, el sistema de plantación forestal produce mayor cantidad de cápsulas cosechadas/planta, el cual se evidencia en un mayor rango promedio ($rp = 34,37$) en relación al bosque secundario ($rp = 17,97$) y malla raschel ($rp = 16,67$) (Tabla 14).

Se determinó que el peso de cápsulas/planta producidos en el sistema de plantación forestal difiere estadísticamente del peso de las cápsulas producidas en el sistema malla raschel ($p = 0,006$) y bosque secundario ($p = 0,020$) (Tabla 15), demostrando de esta manera y en base a un rango promedio ($rp = 32,33$) superior con respecto a los otros sistemas (Tabla 14) que la plantación forestal produce cápsulas/planta con mayores pesos en relación a los otros sistemas de cultivo estudiados.

Con respecto a la longitud de cápsulas/planta, se determinó que hubo diferencias estadísticamente significativas entre el sistema plantación forestal y malla raschel ($p = 0,041$), no existiendo diferencias significativas entre las demás parejas de sistemas de cultivo (Tabla 15); no obstante, el rango promedio encontrado para el sistema malla raschel ($rp = 27,77$) es superior al valor de los otros sistemas de cultivo (Tabla 14), afirmando estadísticamente que la malla raschel permite obtener cápsulas por planta con mayores longitudes.

El peso de una cápsula producida por un sistema de plantación forestal difiere estadísticamente del peso de una cápsula producida por un bosque secundario ($p = 0,000$) y malla raschel ($p = 0,000$) (Tabla 15); en este caso, la plantación forestal produce cápsulas con menor peso, lo cual se evidencia en un rango promedio ($rp = 149,60$) menor en relación al valor del sistema malla raschel ($rp = 208,25$) y bosque secundario ($rp = 224,15$) (Tabla 14), este último produce cápsulas con mayor peso.

Asimismo, la longitud de una cápsula producida por un sistema de plantación forestal difiere estadísticamente de la longitud de una cápsula producida por un bosque secundario ($p = 0,003$) y malla raschel ($p = 0,003$) (Tabla 15); de igual forma, la plantación forestal produce cápsulas de menor longitud, lo cual se evidencia en un rango promedio ($rp = 159,46$) menor en relación al valor del sistema de bosque

secundario (rp = 203,92) y malla raschel (rp = 204,71) (Tabla 14), este último produce cápsulas de mayor longitud.

La producción de *V. Pompona* en el sistema de plantación forestal fue estadísticamente superior a lo producido por el sistema bosque secundario y malla raschel, esto se debe a mejores condiciones de suelo encontrados, también las ramas, tallos y partes podadas de las plantaciones forestales como tutores generan un abono excelente en menos de un año (Gonzalez, 2014), permiten sostener a la vainilla promoviendo el desarrollo de semiepifitas, las aves e insectos incrementan la polinización de flores, los árboles hacen que las gotas de lluvia no caigan de golpe y no afecten a las vainillas, además, este sistema permite controlar el ingreso de luz y materia orgánica en el suelo (Paniagua et al., 2013).

Al comparar un sistema de plantación forestal y bosque secundario, el más óptimo en la producción de *V. pompona* fue el primer sistema, información que se corrobora con lo encontrado por Watteyn et al. (2022), quienes al evaluar la preferencia de agricultores encontraron que estos prefieren más cultivar vainilla en sistemas agroforestales diversificados que en bosques; esto se debe a las características particulares ya mencionadas que permiten una mejor producción de vainilla en las plantaciones forestales.

De acuerdo a las 15 plantas evaluadas, el sistema malla raschel generó menor producción total de *V. pompona* en relación a los otros sistemas estudiados; este tipo de sistema asimila las condiciones requeridas por la vainilla para su desarrollo y crecimiento empleando malla de color negro al 50 % y la humedad se satisface empleando un sistema de riego (Vargas y Gámez, 2014); si bien el sistema estudiado tenía malla raschel de color negro, se asume que el porcentaje de sombra requerida no era la óptima, además no contaba con un sistema de riego que permita ajustar condiciones de humedad lo cual puede alterar el periodo crítico de floración y que junto a concentraciones de parámetros de suelo no tan óptimas como en los otros sistemas, son los factores principales que propician una menor producción en este sistema.

CONCLUSIONES

Los 3 sistemas de cultivo presentan características fisicoquímicas y de textura relativamente iguales, son suelos no salinos, ligeros y ricos en materia orgánica, lo que los hace óptimos para cultivar *V. pompona*; no obstante, son suelos extremadamente ácidos, resultando necesario desarrollar prácticas agrícolas sostenibles con el fin de mejorar la acidificación de los suelos.

El sistema de cultivo de plantación forestal produce mayores cantidades de cápsulas polinizadas (210) y cápsulas cosechadas (198), lo que hace que la producción por planta (0,58 kg/planta) y total de *V. pompona* (8,71 kg) de acuerdo a las 15 plantas evaluadas sea mayor en este sistema; no obstante, en el bosque secundario y en malla raschel una cápsula pesa 54,66 y 52,10 g, respectivamente, a diferencia de 43,97 g en el sistema de plantación forestal.

El suelo de los sistemas de cultivo incide en la producción de cápsulas cosechadas, peso total de cápsulas y longitud promedio de cápsulas, demostrando que las plantas de *V. pompona* requieren de concentraciones ideales de parámetros de suelo para producir mayor cantidad de cápsulas cosechadas y obtener mayor peso total; en tanto, las plantas no requieren mucho de concentraciones ideales de parámetros de suelo para producir cápsulas con mayor longitud.

La distribución de cápsulas polinizadas, cápsulas cosechadas, peso y longitud de cápsulas por planta, además de peso y longitud de cada cápsula es estadísticamente diferente entre los sistemas de cultivo, donde la plantación forestal produce mayores cantidades de cápsulas polinizadas y cosechadas/planta, y peso de cápsulas por planta; en tanto, el sistema de malla raschel produce cápsulas/planta con mayores longitudes y el sistema de bosque secundario produce cápsulas de mayor peso y longitud.

En respuesta a la hipótesis general formulada se concluye que, al establecer tres (3) sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en la Concesión para Conservación Tingana entonces, la producción es significativa, donde el bosque secundario produce cápsulas con mayor peso, la malla raschel produce cápsulas con mayor longitud y la plantación forestal produce una mayor cantidad de kg/planta de cápsula de *V. pompona* cosechada.

RECOMENDACIONES

A agricultores en la Concesión para Conservación Tingana, recomendarles desarrollar buenas prácticas agrícolas sostenibles para mejorar la fertilidad del suelo y particularmente la acidez, por ejemplo, la aplicación de cal o también conocido como el proceso de encalado.

A instituciones del sector agrícola y a las municipales distritales recomendarles desarrollar capacitaciones y/o escuelas de campo para incentivar a agricultores al cultivo de la *Vanilla pompona* en nuestra zona y al mismo tiempo brindar asesoría para mejorar la producción de este importante cultivo.

A investigadores, recomendarles evaluar más sistemas de cultivo como bosques primarios o nativos, otras plantaciones forestales, plantaciones de cítricos, etc.; asimismo, estudiar otras variedades de vainilla y factores externos que pueden incidir en la producción de vainilla como luz solar, temperatura, humedad, etc., a fin de complementar el estudio realizado.

A los estudiantes de la Universidad Nacional de San Martín, recomendarles realizar estudios referidos al tema tratado, tomando en cuenta las técnicas y métodos empleados para investigar el mismo cultivo en otras zonas u otros cultivos nativos importantes para el comercio internacional y economía de los agricultores, a fin de brindar información científica relevante para todos los interesados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, B. (2019). *Plantas forestales: Qué son, tipos y nombres*. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/plantas-forestales-que-son-tipos-y-nombres-2160.html>
- Alatorre, C. F. (2002). *Estudio morfogénico e histológico del híbrido *Vanilla planifolia* x *Vanilla pompona* Schiede obtenido in vitro*. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Amat, J. (2016). *Test Kruskal-Wallis*. https://www.cienciadedatos.net/documentos/20_kruskal-wallis_test
- Armenta, S., Menchaca, R., Pérez, A., y Velázquez, N. (2022). Changes in the Potential Distribution of *Vanilla planifolia* Andrews under Different Climate Change Projections in Mexico. *Sustainability*, 14(5), 2881. <https://doi.org/10.3390/SU14052881>
- Asociación Medioambiental Tingana. (2022). *Quiénes somos*. Tingana.Org. <https://tingana.org/quienes-somos-asociacion-medioambiental/>
- Augstburger, F., Berger, J., Censkowsky, U., Heid, P., Milz, J., y Streit, C. (2000). *Agricultura orgánica en el Trópico y Subtrópico* (A. Asociación Naturland, Gräfelfing, Ed.; 1 ed.).
- Azofeifa-Bolaños, J. B., Paniagua-Vásquez, A., y García-García, J. A. (2014). Importancia y desafíos de la conservación de *Vanilla* spp. (orquidaceae) en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1). https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212014000100019
- Barrera, A., Herrera, B., Jaramillo, J., Escobedo, J., y Bustamante, Á. (2009). Caracterización de los sistemas de producción de vainilla (*Vanilla planifolia* A.) bajo naranjo y en malla sombra en el Totonacapan. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(2), 199–212. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93912989008>
- Caballero, A. E. (2009). *Metodología Integral Innovadora para Planes y Tesis*.
- Cameron, K. (2011). *Vanilla orchids: natural history and cultivation* (First edition). Timber Press.

- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1977). *Guía de estudio: Cruzamiento de frijol*.
- Chambers, A., Moon, P., Edmond, V., y Bassil, E. (2019). Cultivo de vainilla en el sur de Florida. *UF IFAS Extension University of Florida*.
- Chen, J. (2022). *La influencia de la luz en el crecimiento del cultivo*. PRO-MIX. <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-del-cultivo/>
- Colombia Alternative Development (CAD) Project. (2003). *Manual de fitoprotección y análisis de plaguicidas. Cultivo: Vainilla (Vanilla planifolia)*.
- Cordero, F. (1986). El cultivo de la vainilla. *Guía Agropecuaria*, 4(8), 49–54.
- Coro, M. (2009). La crisis de los polinizadores. *Biodiversitas*, 85, 1–5. <https://www.uv.mx/personal/asuarez/files/2011/08/Crisis-de-polinizadores1.pdf>
- Cruz, A. (2004). *Análisis financiero y evaluación de la rentabilidad en el cultivo de la vainilla (vainilla planifolia) en la región de Totonacápan, estado de Veracruz* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio institucional. <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Unarrow/0015.pdf>
- Damian, L. (2020). *Taxonomía del género Vanilla Plum. ex Mill. (Orchidaceae: vanilleae) en el Perú* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/15602>
- Desarrollo, F. N. (2014). *Panorama de la Vainilla*.
- Ehlers, D., y Pfiste, M. (1997). Compounds of vanillons (*Vanilla pompona* Schiede). *Journal of Essential Oil Research*, 9, 427–431.
- Elorza, P., López, M., Hernández, A., Olmedo, G., Domínguez, C., y Maruri, J. (2007). Efecto del tipo de tutor sobre el contenido de vainillina y clorofila en vainas de vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews) en Tuxpan, Veracruz, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, 7(1), 228–236. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2550679>
- Fernández, S. (2020). *Diseño de experimentos: Diseño factorial*. Universitat Politècnica de Catalunya, BARCELONATECH.
- Flanagan, N. S., y Mosquera, A. T. (2016). An integrated strategy for the conservation and sustainable use of native *Vanilla* species in Colombia. *Lankesteriana*:

- International Journal on Orchidology*, 16(2), 201–218.
<https://doi.org/10.15517/LANK.V16I2.26007>
- Garrido, M. S. (1994). *Interpretación de análisis de suelos* (Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario, Ed.). Rivadeneira S.A.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf
- Gómez, N. M., Moreno, F., y Díez, M. C. (2011). *El cultivo de la vainilla en Colombia. En: F. Moreno y M. C. Díez, eds. Cultivo de vainilla. Contribuciones para el desarrollo de su cadena productiva en Colombia, Medellín, Colombia.*
- González, K. (2003). *Respuesta de tres explantes de vainilla (vanilla planifolia) a diferentes frecuencias de inmersión temporal.*
- Gonzalez, R. D. (2014). *Estudio sobre la aplicación de fertilizantes orgel cultivo de la vainilla (Vainilla planifolia Andrews)* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (CID-UAAAN)].
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/721>
- González-Chávez, M. C., Carrillo-González, R., Villegas-Monter, A., Delgado-Alvarado, A., Perea-Vélez, S. Y., y Herrera-Cabrera, B. E. (2018). Uso de vermicompost para la propagación de estacas de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews). *Agroproductividad*, 11(3), 22–28. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/212/155>
- Guerrero, J. (1998). *Interpretación de análisis de suelos y recomendaciones.*
https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/dgaam/publicaciones/curso_cierre_minas/02_T%C3%A9cnico/08_Vegetaci%C3%B3n/TecReVeg-L1_An%C3%A1lisis%20de%20Suelos.pdf
- Guevara, E., y Martel, J. (2018). *Producción y comercialización de vainilla orgánica.* Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Havkin, D., y Belanger, F. (2011). *Handbook of Vanilla Science and Technology* (First edition). Wiley-Blackwell.
- Hernández, H. (2011a). *Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la región sur-sureste de México: Trópico húmedo. Paquete tecnológico Vainilla (Vanilla planifolia Jackson). Establecimiento y mantenimiento.*

- Hernández, J. (2011b). *Production of Vanilla – agricultural systems and curing*. In *Handbook of Vanilla Science and Technology* (D. Havkin-Frenkel & F. C. Belanger, Eds.).
- Hernández, J., y Lubinsky, P. (2011). *Vanilla Production in Mexico, En: E. Odoux y M. Grisoni, eds. Vanilla. Medicinal and Aromatic Plants - Industrial Profiles. CRC Press, Boca Raton, Florida.*
- Householder, E., Janovec, J., Balarezo, A., Huinga, J., Wells, J., Valega, R., Maruenda, H., y Christenson, E. (2010). Diversity, natural history, and conservation of Vanilla (Orchidaceae) in Amazonian Wetlands of Madre de Dios, Perú. *Botanical Research Institute of Texas*, 4(1), 227–243. <https://www.jstor.org/stable/41971995?seq=1>
- Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pesquera (INIFAP). (2011). *Paquete tecnológico vainilla (Vanilla planifolia Jackson) establecimiento y mantenimiento.*
- Jiménez, F. (1990). *Evaluación de características morfológicas en desarrollo vegetativo de 10 introducciones de vainilla (Vanilla sp).*
- Kahane, R., Besse, P., Grisoni, M., y Le Bellec, F. (2008). Bourbon Vanilla: Natural flavour with a future. *Chronica Horticulturae*, 48(2), 23–29.
- Korthou, H., y Verpoorte, R. (2007). *Vanilla. En R. G. Berger (Ed.), Flavours and fragrances chemistry, bioprocessing and sustainability.*
- León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales* (E. ICA, Ed.).
- López, S., Romero, E., Cerdán, C., Ortiz, G., y Reyes, D. (2019). Association between cocoa (*Theobroma cacao* L.) and vanilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) crops in an agroforestry system in Comalcalco, Tabasco. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22(3), 613–629. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2622>
- Luelmo, J. (1987). *Proyecto piloto para la introducción del cultivo de la vainilla en la zona norte.*
- Méndez, Á., y Picado, E. (2006). *Análisis de tres estados sucesionales del bosque seco deciduo, desarrollado sobre campos agrícolas abandonados, Nandarola, Nicaragua.* [Tesis, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/1086/>

- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2014). *Guía para el muestreo de suelos. En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo*. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>
- Moreno, M. (2019). *Desarrollo Tecnológico en la producción in vitro de plántulas de Vainilla (Vanilla planiflora A.)* [Tesis de Maestría, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco]. Repositorio institucional. <https://ri.ujat.mx/handle/20.500.12107/3465>
- Mula, J. A. (2018). *Cómo descifrar un análisis de suelo*. Agromática. <https://www.agromatica.es/como-descifrar-un-analisis-de-suelo/>
- Munshi, E. (2020). *Framework for sustainable Vanilla cultivation in Madagascar* [Tesis de maestría, Duke University]. <https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/20530/Vanilla%20MP.pdf?sequence=1>
- Naka, A. (2008). *Vanilla pompona (Orchidaceae), especie de orquídea de los humedales de Madre de Dios: cuantificación por HPLC de la Vainillina y otros componentes aromáticos* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/16107>
- Osorio, A. (2012a). *Efecto de materiales orgánicos, fertilizantes e inóculos microbiales sobre el crecimiento y nutrición de plántulas de vainilla (Vanilla planifolia Jacks)* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10958/Cultivo_de_Vainilla__Adriana_Osorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Osorio, N. W. (2012b). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Manejo Integral Del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(4), 1–4.
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int. J. Morphol*, 35(1), 227–232. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Padilla-Vega, J. (2011). Sobre los árboles: el mejor lugar para cultivar vainilla. *LEISA Revista de Agroecología*, 27(2).
- Paniagua, A., Azofeifa, B., y García, J. A. (2013). Cultivo de la vainilla orgánica en sistemas agroforestales. *Universidad En Diálogo: Revista De Extensión*, 3(1 y 2), 31–46. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo/article/view/6434>

- Paniagua, A., Ávila, C. E., y García, J. (2008). *Manual para el cultivo de vainilla en sistemas agroforestales*. Heredia, Costa Rica: UNA/INISEFOR.
- Parada-Molina, P. C., Pérez-Silva, A., Cerdán-Cabrera, C. R., y Soto-Enrique, A. (2022). Climatic and microclimatic conditions of vanilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) production systems in Mexico. *Agronomy Mesoamerican*, 33(2), 48682–48682. <https://doi.org/10.15517/AM.V33I2.48682>
- Pinaria, A. G., Liew, E. C. Y., y Burgess, L. W. (2010). Fusarium species associated with vanilla stem rot in Indonesia. *Australasian Plant Pathology* 2010 39:2, 39(2), 176–183. <https://doi.org/10.1071/AP09079>
- QuimiNet. (2012). *Conozca las aplicaciones y ventajas de las mallas raschel*. QuimiNet. <https://www.quiminet.com/articulos/conozca-las-aplicaciones-y-ventajas-de-las-mallas-raschel-2684226.htm>
- Rahman, K., Bin, M., Mathew, G., y Subramanian, R. (2019). Pilot scale cultivation and production of *Vanilla planifolia* in the United Arab Emirates. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(6), 1143–1150. <https://www.researchgate.net/publication/338116652>
- Ramachandra, S., y Ravishankar, G. (2000). Vanilla flavor: production by conventional and biotechnological routes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 21(2), 228–239. <https://doi.org/10.1111/J.1745-459X.2006.00063.X>
- Ranadive, A. S. (2005). *Vanilla cultivation Vanilla 1st International Congress, Princeton, NJ*.
- Rocha-Flores, R. G., Herrera-Cabrera, B. E., Velasco-Velasco, J., Salazar-Rojas, V. M., Delgado-Alvarado, A., y Mendoza-Castillo, M. C. (2018). Determinación preliminar de componentes de rendimiento para el cultivo de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) en la región Totonacapan, México. *Agroproductividad*, 11(3), 9–14. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/210/153>
- Rodríguez, M. (2012). *Descripción morfológica y molecular de Vanilla sp., (Orchidaceae) de la región costa sur del estado de Jalisco* [Tesis de maestría, Universidad Veracruzana]. Repositorio institucional. <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/46379>
- Rubio, A. M. (2010). *La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los Alcornocales*.

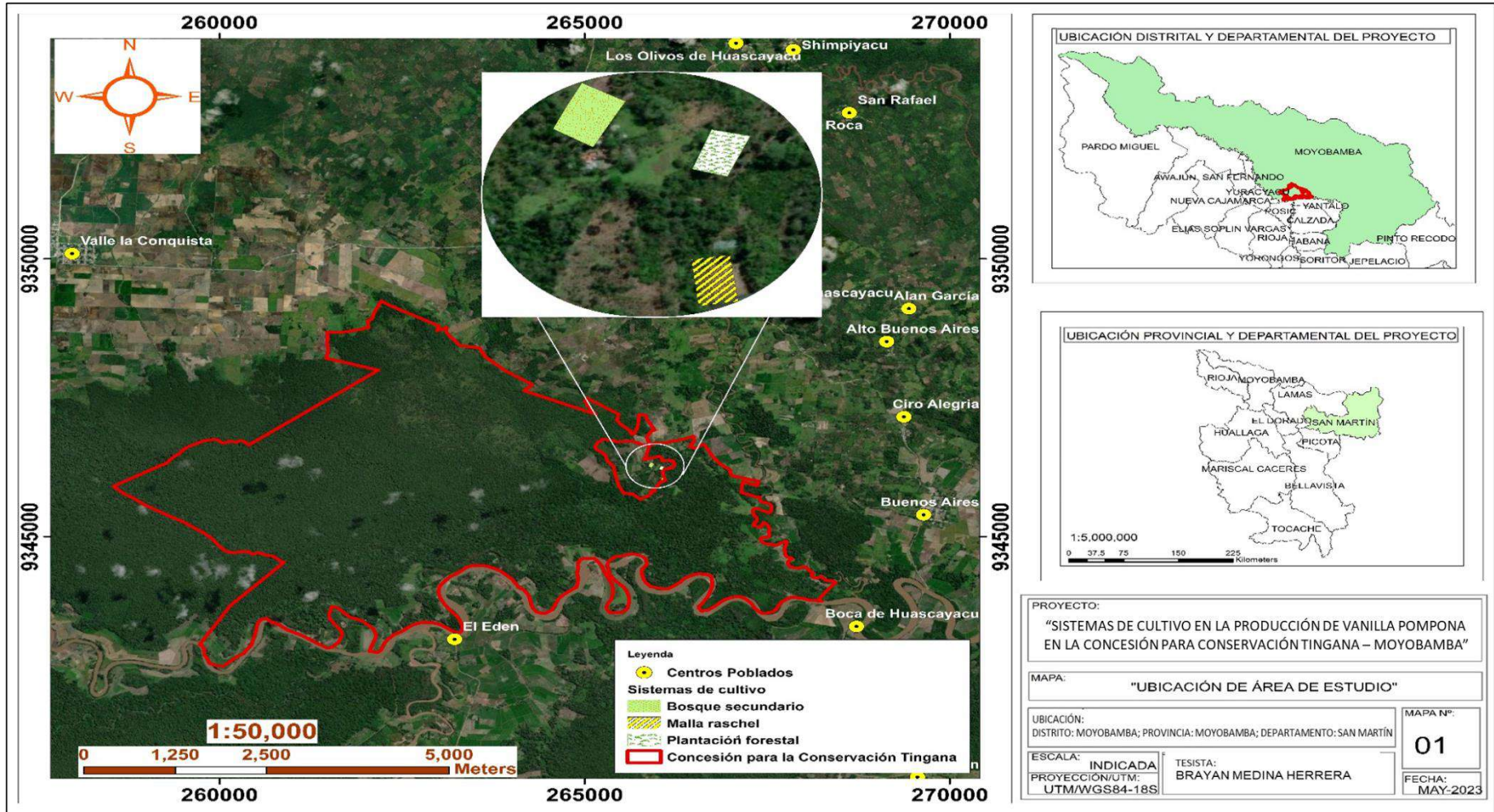
- <https://digital.csic.es/bitstream/10261/57951/1/La%20densidad%20aparente%20en%20suelos%20forestales%20.pdf>
- Saldivar, P. (2015). *Cultivo de vainilla (Vanilla Planifolia Jackson)*.
- Sánchez, C., y Reyes, C. (2006). *Metodología y diseño en la investigación científica* (E. V. Universitaria, Ed.).
- Soto, M. (1999). *Filogeografía y recursos genéticos de las vainillas de México*. Instituto Chinoín AC.
- Soto, M. (2003). *Vanilla*. In: Pridgeon AM, Cribb PJ, Chase MW, Rasmussen FN, eds. *Generaorchidacearum: Orchidoideae*.
- Soto, M. (2006). La vainilla: retos y perspectivas de su cultivo. *CONABIO. Biodiversitas*, 66, 1–9.
- Soto, M., y Dressler, R. (2009). 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: International Journal on Orchidology*. <https://doi.org/10.15517/LANK.V0I0.12065>
- Tencio, M. G. (1992). *Respuesta de la vainilla (Vanilla fragans) in vitro al ácido acetil salicílico (ASA)*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Torres-González, M. J., Aguirre, J., y Iracheta-Donjuan. (2011). Germinación de semillas y obtención de plántulas de *Vanilla planifolia* Andrews en condiciones in vitro. *Agroproductividad*, 3–8. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/574/443>
- Vargas, J., y Gámez, H. (2014). *Producción de vainilla en tres sistemas de producción en la sierra Huasteca Potosina* (Primera edición). <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/994.pdf>
- Villarreal, L. A., y Herrera-Cabrera, B. E. (2018). Requerimiento hídrico en el sistema de producción vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews)-Naranja (*Citrus sinensis* L.) región del Totonacapan, Veracruz, México. *Agroproductividad*, 11(3), 29–36. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/213/156>
- Watteyn, C., Dejonghe, O., Van Hoyweghen, K., Azofeifa Bolaños, J. B., Karremans, A. P., Vranken, L., Reubens, B., Muys, B., y Maertens, M. (2022). Exploring farmer

preferences towards innovations in the vanilla supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129831. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.129831>

Watteyn, C., Fremout, T., Karremans, A. P., Huarcaya, R. P., Azofeifa, J. B., Reubens, B., y Muys, B. (2020). Vanilla distribution modeling for conservation and sustainable cultivation in a joint land sparing/sharing concept. *Ecosphere*, 11(3): e03056. <https://doi.org/10.1002/ECS2.3056>

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de área de estudio y sistemas de producción



Anexo 3. Resultados de análisis de suelo



INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-19628

N° Id.: 000003305

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: BRAYAN MEDINA HERRERA
2.-DIRECCIÓN	: PROLONGACIÓN 20 DE ABRIL
3.-PROYECTO	: PRODUCCION DE VAINILLA POMPONA
4.-PROCEDENCIA	: WAWKI
5.-SOLICITANTE	: BRAYAN MEDINA HERRERA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 000005576-2022-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2023-01-28

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Suelos - Agronomía
2.-Sub.Tipo producto	: Para Cultivo Permanente
3.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2023-01-08
4.-PERIODO DE ENSAYO	: 2023-01-08 al 2023-01-26

Eder Sergio Recuay Granados
Supervisor de laboratorio Agronomía
Ing. Químico
CIP N° 221809

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel.:
940 598 572
www.alab.com.pe

SEDE ZARUMILLA
Prolongación zarumilla Mz
D2, LT3, Bellavista, Callao
P (+511) 7130636
Cel.: 932646460
www.alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:
Mz. E LL9 COOP SIDSUR
P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.alab.com.pe

SEDE PIURA: Pág. 1 de 3
Calle Los Ebanos Mz G LT 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.alab.com.pe



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-19628

N° Id.: 0000063305

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Conductividad Eléctrica (Extracto 1:1) en Suelos ²	MVAL-AGR-02-2020.	Determination of Conductivity.
pH (Extracto 1:1) en Suelos ²	MVAL-AGR-01. 2022	Determinación de pH.
Densidad Aparente ¹⁾	Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, ítem 3.2.3 Densidad	Determinación de la Densidad Aparente
Preparación de Muestras Suelos ¹⁾	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, AS-01, ítem 7.1.1	Preparación de Suelos Agrícolas
Materia Orgánica ¹⁾	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, AS-07, ítem 7.1.7	Método de Walkley y Black.
Nitrógeno Total ¹⁾	NOM-021-AS 08/SMWEE Part 4.500 NH3 D, 4500N/02B, 4500N/03 E	Nitrógeno Total - Suelo
Textura ¹⁾	Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, ítem 3.4	Método del Hidrómetro de Bouyoucos (Arena, Arcilla, Limo y Textura).
Fósforo Disponible ¹⁾	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, AS-10, ítem 7.1.10	Método de Olsen Modificado, Extractor NaHCO ₃ 0.5M, pH 8.5
Potasio Disponible ¹⁾	Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, ítem 4.6.3	Saturación con acetato de amonio 1N pH 7.0. Lectura en espectrofotómetro

¹⁾NOM: Norma Oficial Mexicana

¹⁾ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

²⁾ Ensayo acreditado por el IAS

¹⁾ El Ensayo indicado no ha sido acreditado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Calleo P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel.:
940 598 572
www.alab.com.pe

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz
D2, Lt3, Bellavista, Calleo
P (+511) 7130636
Cel.: 932646460
www.alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.alab.com.pe

SEDE PIURA:
Calle Los Ebanos Mz G Lt 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.alab.com.pe

Pág 2 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-19628

N° Id.: 000063305

IV. RESULTADOS

ITEM	1			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-23-61957			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	M1: MALLA ROSCHEL			
COORDENADAS:	NO APLICA			
UTM WGS 84:	NO APLICA			
PRODUCTO:	Pais Cultivo Permanente			
SUB PRODUCTO:				
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA):	03-01-2023			
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA):	03-01-2023			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Conductividad Eléctrica (Extracto 1:1) en Suelos 2	dSm	NA,	0,01	0,08
pH (Extracto 1:1) en Suelos 2	Unidad de pH	NA,	0,01	4,359
Densidad Aparente (**)	g/cm3	0,03	0,10	0,73
Preparación de Muestras Suelos (**)	no unidad	NA,		FINALIZADO
Materia Orgánica (*)	%	0,04	0,10	2,00
Nitrógeno Total (**)	mg/Kg	50	150	1 011
Textura				
Arena (**)	%	NA,	NA,	75
Arcilla (**)	%	NA,	NA,	5
Limo (**)	%	NA,	NA,	20
Clase Textural (**)	no unidad	NA,	NA,	Fr,A
Fósforo Disponible (**)	mg/Kg	2,00	6,00	7,60
Potasio Disponible (**)	ppm	30,00	70,00	<70,00

¹ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² El Ensayo indicado no ha sido acreditado

³ Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *<= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, *<= Menor que el L.D.M.

A = Arena; A.Fr. = Arena Franca; Fr.A. = Franco Arenoso; Fr. = Franco; Fr.L. = Franco Limoso; L = Limoso; Fr.Ar.A = Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar. = Franco Arcilloso
Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso; Ar.A. = Arcillo Arenoso; Ar.L. = Arcillo Limoso; Ar. Arcilloso

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel:
940 598 372
www.alab.com.pe

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz
D2, Lt3, Bellavista, Callao
P (+511) 7130636
Cel: 932646460
www.alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
P (+073) 616843
Cel: 932646642
www.alab.com.pe

SEDE PIURA: Pág.3 de 3
Calle Los Ebanos Mz G Lt 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel: 919 475 133
www.alab.com.pe



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-19630

N° Id.: 000063307

IV. RESULTADOS

ITEM		1		
CÓDIGO DE LABORATORIO:		M-23-61962		
CÓDIGO DEL CLIENTE:		H3-PLANTACION FORESTAL		
COORDENADAS:		NO APLICA		
UTM WGS 84:		NO APLICA		
PRODUCTO:		Paso Cultivo Permanente		
SUB PRODUCTO:				
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:		NO APLICA		
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA):		03-01-2023		
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA):		03-01-2023		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Conductividad Eléctrica (Extracto 1:1) en Suelos 2	dS/m	NA.	0,01	0,05
pH (Extracto 1:1) en Suelos 2	Unidad de pH	NA.	0,01	4,481
Densidad Aparente (*)	g/cm ³	0,03	0,10	0,82
Preparación de Muestras Suelos (**)	no unidad	NA.		FINALIZADO
Materia Orgánica (*)	%	0,04	0,10	1,86
Nitrógeno Total (*)	mg/Kg	50	150	833
Textura				
Arena (**)	%	NA.	NA.	70
Arcilla (**)	%	NA.	NA.	10
Limo (**)	%	NA.	NA.	20
Clase Textural (**)	no unidad	NA.	NA.	Fr.A
Fósforo Disponible (*)	mg/Kg	2,00	6,00	7,20
Potasio Disponible (*)	ppm	30,00	70,00	<70,00

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

‡ Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

A = Arena; A.Fr. = Arena Franca; Fr.A. = Franco Arenoso; Fr. = Franco; Fr.L. = Franco Limoso; L = Limoso; Fr.Ar.A = Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar. = Franco Arcilloso; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso; Ar.A. = Arcillo; Arenoso; Ar.L. = Arcillo Limoso; Ar. = Arcilloso

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel:
940 598 572
www.alab.com.pe

SEDE ZARUMILLA
Prolongación zarumilla Mz
D2, Lt3, Bellavista, Callao
P (+511) 7130636
Cel.: 932646460
www.alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.alab.com.pe

SEDE PIURA:
Calle Los Ebanos Mz G Lt 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.alab.com.pe

Pág. 3 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-19631

N° Id.: 000063308

IV. RESULTADOS

ITEM	1			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-23-61963			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	M2-BOSQUE SECUNDARIO			
COORDENADAS:	NO APLICA			
UTM WGS 84:	NO APLICA			
PRODUCTO:	Para Cultivo Permanente			
SUB PRODUCTO:				
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA):	08-01-2023			
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA):	08-01-2023			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Conductividad Eléctrica (Extracto 1:1) en Suelos 2	dS/m	NA	0,01	0,07
pH (Extracto 1:1) en Suelos 2	Unidad de pH	NA	0,01	4,182
Densidad Aparente (**)	g/cm ³	0,03	0,10	0,64
Preparación de Muestras Suelos (**)	no unidad	NA		FINALIZADO
Materia Orgánica (**)	%	0,04	0,10	1,59
Nitrógeno Total (**)	mg/Kg	50	150	802
Textura				
Arena (**)	%	NA	NA	70
Arcilla (**)	%	NA	NA	10
Limo (**)	%	NA	NA	20
Clase Textural (**)	no unidad	NA	NA	Fr,A
Fósforo Disponible (**)	mg/Kg	2,00	6,00	7,80
Potasio Disponible (**)	ppm	30,00	70,00	<70,00

○ Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

□ El Ensayo indicado no ha sido acreditado

† Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *c* = Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, *c* = Menor que el L.D.M.

A = Arena; A.Fr. = Arena Franca; Fr.A. = Franco Arenoso; Fr. = Franco; Fr.L. = Franco Limoso; L = Limoso; Fr.Ar.A = Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar. = Franco Arcilloso; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso; Ar.A. = Arcillo; Arenoso; Ar.L. = Arcillo Limoso; Ar. = Arcilloso

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel.:
940 598 572
www.alab.com.pe

SEDE ZARUMILLA
Prolongación zarumilla Mz
D2, Lt3, Bellavista, Callao
P (+511) 7130636
Cel.: 932646460
www.alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.alab.com.pe

SEDE PIURA: Pág. 3 de 3
Calle Los Ebanos Mz G Lt 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.alab.com.pe

Anexo 4. Ficha de recolección de datos de variable de producción de *V. pompona*

Proyecto	: Sistemas de cultivo en la producción de <i>Vanilla pompona</i> en la concesión para conservación Tingana - Moyobamba											
Fecha	:	Hora de inicio	:	Hora de término	:							
	Longitud:			Latitud:								
Sistema de cultivo	Plantas	Variables de producción										
		Flores no fertilizadas	Nº de cápsulas polinizadas	Nº de cápsulas enfermas	Nº de cápsulas cosechadas	Peso (g) y longitud (cm) de cápsulas						
						1	2	3	4	5	6	7
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
Observaciones:												

Anexo 5. Pruebas estadísticas de supuestos de normalidad y homocedasticidad

Tabla 12

Prueba de normalidad para el conjunto de datos

Variables	Sistemas de cultivo	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estad.	gl	Sig.	Estad.	gl	Sig.
Cápsulas polinizadas/planta	Malla raschel	,139	15	,200	,899	15	,092
	Plantación forestal	,167	15	,200	,846	15	,015*
	Bosque secundario	,230	15	,031	,832	15	,010*
Cápsulas cosechadas/planta	Malla raschel	,119	15	,200	,964	15	,767
	Plantación forestal	,223	15	,042	,851	15	,018*
	Bosque secundario	,165	15	,200	,929	15	,263
Peso de cápsulas/planta	Malla raschel	,162	15	,200	,957	15	,645
	Plantación forestal	,192	15	,140	,851	15	,018*
	Bosque secundario	,180	15	,200	,935	15	,320
Longitud de cápsulas/planta	Malla raschel	,206	15	,085	,755	15	,001*
	Plantación forestal	,159	15	,200	,970	15	,853
	Bosque secundario	,141	15	,200	,926	15	,237
Peso de cápsulas	Malla raschel	,057	77	,200	,993	77	,948
	Plantación forestal	,077	198	,007*	,985	198	,036*
	Bosque secundario	,105	83	,025*	,970	83	,053
Longitud de cápsulas	Malla raschel	,128	77	,003*	,977	77	,179
	Plantación forestal	,096	198	,000*	,903	198	,000
	Bosque secundario	,159	83	,000*	,945	83	,001

Nota. * < 0,05.

Para las variables cápsulas polinizadas, cápsulas cosechadas, peso de cápsulas/planta y longitud de cápsulas/planta al no superar una muestra de 50 datos se evalúa la prueba de “Shapiro-Wilk”, donde en por lo menos un grupo de datos (sistema malla raschel, plantación forestal o bosque secundario) de cada una de las variables, existen niveles de significancia < 0,05, lo cual indica que el conjunto de datos no se distribuye según la normal, lo que amerita a desarrollar una prueba estadística no paramétrica. Caso similar ocurre para las variables de peso y longitud de cápsulas al analizar la prueba de “Kolmogorov-Smirnov”, debido a que estos sistemas de cultivo superan los 50 datos de muestra.

Tabla 13*Prueba de homocedasticidad para el conjunto de datos*

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Cápsulas polinizadas/planta	Se basa en la media	4,109	2	42	,023*
Cápsulas cosechadas/planta	Se basa en la media	5,823	2	42	,006*
Peso de cápsulas/planta	Se basa en la media	4,329	2	42	,020*
Longitud de cápsulas/planta	Se basa en la media	1,082	2	42	,348
Peso de cápsulas	Se basa en la media	1,375	2	355	,254
Longitud de cápsulas	Se basa en la media	1,993	2	355	,138

Nota. * < 0,05.

Con respecto a la prueba de homocedasticidad (Estadístico de Levene) se determinó que en las variables cápsulas polinizadas, cápsulas cosechadas y peso de cápsulas/planta existe diferencias significativas entre los sistemas de cultivo, lo cual amerita aplicar una prueba estadística no paramétrica.

Al encontrar que por lo menos un conjunto de datos (sistema de cultivo) para las variables estudiadas no cumple el supuesto de normalidad y/o homocedasticidad, se tuvo a bien aplicar una prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis para el conjunto de datos, la misma que según Amat (2016) también se lo conoce como “test H” y es una alternativa de tipo no paramétrica a la “prueba ANOVA” de una vía para un conjunto de datos no pareados y es una extensión de la prueba “Mann-Whitney” para más de dos grupos. Asimismo, se utilizó una prueba de post hoc de comparaciones múltiples, para determinar el sistema de cultivo óptimo para la producción de *V. pompona*.

Anexo 6. Prueba estadística de H de Kruskal-Wallis y de comparaciones múltiples (post hoc)

Tabla 14

Rangos promedios de las variables de producción de Vanilla pompona – Prueba de Kruskal-Wallis

Variables	Sistemas de cultivo	N	Rango promedio
Cápsulas polinizadas/planta	Malla raschel	15	17,33
	Plantación forestal	15	31,97
	Bosque secundario	15	19,70
	Total	45	
Cápsulas cosechadas/planta	Malla raschel	15	16,67
	Plantación forestal	15	34,37
	Bosque secundario	15	17,97
	Total	45	
Peso de cápsulas/planta	Malla raschel	15	17,33
	Plantación forestal	15	32,33
	Bosque secundario	15	19,33
	Total	45	
Longitud de cápsula/planta	Malla raschel	15	27,77
	Plantación forestal	15	15,97
	Bosque secundario	15	25,27
	Total	45	
Peso de cápsula	Malla raschel	77	208,25
	Plantación forestal	198	149,60
	Bosque secundario	83	224,15
	Total	358	
Longitud de cápsula	Malla raschel	77	204,71
	Plantación forestal	198	159,46
	Bosque secundario	83	203,92
	Total	358	

Tabla 15

Comparaciones entre parejas de sistemas de cultivo

Variables	Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. Ajust.
Cápsulas polinizadas /planta	Malla raschel- Bosque secundario	-2,367	4,771	-,496	,620	1,000
	Malla raschel- Plantación forestal	-14,633	4,771	-3,067	,002	,006**
	Bosque secundario- Plantación forestal	12,267	4,771	2,571	,010	,030*
Cápsulas cosechadas/planta	Malla raschel- Bosque secundario	-1,300	4,764	-,273	,785	1,000
	Malla raschel- Plantación forestal	-17,700	4,764	-3,715	,000	,001**
	Bosque secundario- plantación forestal	16,400	4,764	3,443	,001	,002**

Peso de cápsulas/planta	Malla raschel-Bosque secundario	-2,000	4,796	-,417	,677	1,000
	Malla raschel-Plantación forestal	-15,000	4,796	-3,128	,002	,006**
	Bosque secundario-plantación forestal	13,000	4,796	2,711	,007	,020*
Longitud de cápsulas/planta	Plantación forestal-Bosque secundario	-9,300	4,790	-1,941	,052	,157
	Plantación forestal-Malla raschel	11,800	4,790	2,463	,014	,041*
	Bosque secundario- Malla raschel	2,500	4,790	,522	,602	1,000
Peso de cápsulas	Plantación forestal-Malla raschel	58,643	13,893	4,221	,000	,000**
	Plantación forestal-Bosque secundario	-74,547	13,536	-5,511	,000	,000**
	Malla raschel-Bosque secundario	-15,904	16,367	-,972	,331	,994
Longitud de cápsulas	Plantación forestal-Bosque secundario	-44,465	13,432	-3,310	,001	,003**
	Plantación forestal-Malla raschel	45,257	13,796	3,280	,001	,003**
	Bosque secundario- Malla raschel	,793	16,253	,049	,961	1,000

Nota. *Significativo al 0,05; **Significativo al 0,01.

Anexo 7. Conjunto de datos recolectados de variables productivas de *Vanilla pompona*

Tabla 16

Datos de variables productivas de Vanilla pompona

Plantas	Variables de producción de <i>V. pompona</i>											
	Nº de cápsulas polinizadas/plant a			Nº de cápsulas cosechadas/planta			Peso de cápsulas (g)/planta			Longitud promedio de cápsulas (cm)/planta		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
1	4	8	18	1	8	11	42	294	625	18	19,88	19,36
2	3	11	15	3	11	8	152	438	544	18	17	21
3	7	14	5	7	14	5	319	676	253	18,14	18,5	17,8
4	11	16	6	10	16	6	555	815	270	19,1	19,13	17,33
5	10	14	6	8	14	6	490	635	297	18,75	17	17,67
6	5	5	3	5	5	3	265	210	184	18,2	18,4	20,33
7	11	10	7	6	10	6	312	456	403	18,83	17,1	20,33
8	6	19	3	3	15	2	150	462	99	18	15,67	19
9	9	27	8	9	27	7	440	1196	411	18,78	17,96	18,43
10	6	10	3	6	10	3	269	527	172	19,33	18,3	18,33
11	5	38	11	5	32	6	264	1450	291	19,2	17,63	18,33
12	4	6	6	4	6	2	215	280	87	19,5	17,17	17,5
13	3	18	3	1	16	3	80	651	174	22	17,13	19
14	3	6	16	3	6	10	154	330	513	19	19,5	19
15	7	8	5	6	8	5	305	286	214	18,5	16,38	17,4
Mínimo	3	5	3	1	5	2	42	210	87	18	15,67	17,33
Máximo	11	38	18	10	32	11	555	1450	625	22	19,88	21
Promedio	6,27	14,00	7,67	5,13	13,20	5,53	267,47	580,40	302,47	18,89	17,78	18,72
Total	94	210	115	77	198	83	4012	8706	4537	283,3	266,8	280,8

Nota. 1*: Sistema de malla raschel; 2*: Sistema de plantación forestal; 3*: Sistema de bosque secundario.

Anexo 8. Panel fotográfico

Fotografía 1. Selección de parcelas de muestreo y colocación de puntos referenciales.



Fotografía 2. Medición de distancias para las parcelas de muestreo.



Fotografía 3. Enumeración de plantas de *Vanilla pompona* en parcelas de muestreo.



Fotografía 4. Toma de muestra de suelo de las parcelas de muestreo.



Fotografía 5. Homogenización de muestras de suelo para su envío al laboratorio.



Fotografía 6. Conteo de cápsulas no fertilizadas, número cápsulas polinizadas y enfermas de *Vanilla pompona*.



Fotografía 7. Frutos cosechados de *Vanilla pompona*.



Fotografía 8. Medición del peso de cápsulas de *Vanilla pompona*.



Fotografía 9. Medición de la longitud de cápsulas de *Vanilla pompona*.



Fotografía 10. Verificación y retiro de frutos enfermos de *Vanilla pompona*.



Fotografía 11. Sistema de plantación forestal de cultivo de *Vanilla pompona*.



Fotografía 12. Sistema de bosque secundario de cultivo de *Vanilla pompona*.



Fotografía 13. Sistema de malla raschel de cultivo de *Vanilla pompona*.

Sistemas de cultivo en la
producción de Vanilla
pompona en la concesión para
conservación Tingana -
Moyobamba
by BRAYAN MEDINA HERRERA

Submission date: 20-May-2024 07:59AM (UTC-0500)

Submission ID: 2384020114

File name: ING_AMBIENTAL_-_Brayan_Medina_Herrera_-_Corregido.docx (19.48M)

Word count: 17040

Character count: 94505

Sistemas de cultivo en la producción de Vanilla pompona en la concesión para conservación Tingana - Moyobamba

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repositorio.unsm.edu.pe

Internet Source

4%

2

hdl.handle.net

Internet Source

2%

3

colposdigital.colpos.mx:8080

Internet Source

1%

4

tesis.unsm.edu.pe

Internet Source

1%

5

revistas.ucr.ac.cr

Internet Source

1%

6

Submitted to Universidad Nacional de San Martín

Student Paper

1%

7

www.uv.mx

Internet Source

1%

8

pt.scribd.com

Internet Source

1%

repositorio.utc.edu.ec