



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

**Influencia de factores ambientales en la
producción de inflorescencia en sistemas de
cultivo de *Vanilla pompona* en CC Tingana,
Moyobamba**

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Mario Edinson Chinchay Carrasco

<https://orcid.org/0000-0003-4970-1484>

Asesor:

Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López Rojas

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

Código N° 60510722

Moyobamba, Perú

2024



FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

**Influencia de factores ambientales en la
producción de inflorescencia en sistemas de
cultivo de *Vanilla pompona* en CC Tingana,
Moyobamba**

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Mario Edinson Chinchay Carrasco

**Sustentado y aprobado el 21 de diciembre del 2023, ante el honorable
jurado:**

Presidente de Jurado
Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz
Visitación

Secretario de Jurado
Ing. Dra. Karina Milagros
Ordoñez Ruiz

Vocal de Jurado
Lic. M.Sc. Ronald Julca Urquiza

Asesor
Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López
Rojas

Moyobamba, Perú

2024



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TESIS
CONDUCENTES A TÍTULO PROFESIONAL N.º 027-2023-UNSM/EPIA/UI**

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

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A las 11:00 horas del día jueves 21 de diciembre del 2023, se dio inicio al acto público de sustentación del informe final de tesis: **“Influencia de factores ambientales en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de Vanilla pompona en CC Tingana, Moyobamba”**, para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, presentado por **Mario Edinson Chinchay Carrasco**, con la asesoría del **Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López Rojas**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por el **Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación** (Presidente del jurado), **Ing. Dra. Karina Milagros Ordoñez Ruiz** (Secretario) **Lic. M.Sc. Ronald Julca Urquiza** (Vocal) y acompañado por el **Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López Rojas** (Asesor), el presidente del jurado dirige brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la **Resolución N° 374-2022-UNSM/CFT/FE, de fecha 02 de noviembre 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 **dieciséis (16)**, 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 12:35 horas, el mismo día 21 de diciembre del 2023.

Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación
Presidente de Jurado

Ing. Dra. Karina Milagros Ordoñez Ruiz
Secretario de Jurado

Lic. M.Sc. Ronald Julca Urquiza
Vocal del Jurado

Blgo. M.Sc. Jon Jairo López Rojas
Asesor

Mario Edinson Chinchay Carrasco
Autor

Declaración de autenticidad

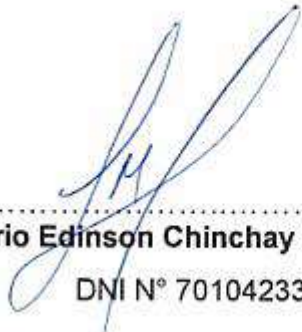
Mario Edinson Chinchay Carrasco, con DNI N° 70104233, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Influencia de factores ambientales en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en CC 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, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín

Moyobamba, 02 de febrero del 2024.


.....
Mario Edinson Chinchay Carrasco
DNI N° 70104233



Ficha de identificación

<p>Título del proyecto Influencia de factores ambientales en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de <i>Vanilla pompona</i> en CC Tingana, Moyobamba</p>	<p>Área de investigación: Ciencia y Tecnología Ambiental Línea de investigación: Gestión Integral de la Amazonia Sostenible Sublínea de investigación: Gestión Integral de Biodiversidad Amazónica Gestión y Promoción de Bionegocios Grupo de investigación: "GESTIÓN INTEGRAL DE LA AMAZONIA SOSTENIBLE" Resolución N° 382-2022-UNSM/CFT/FE Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor: Mario Edinson Chinchay Carrasco</p>	<p>Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0003-4970-1484</p>
<p>Asesor: Blgo. M. Sc. Jhon Jairo López Rojas</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Unidad o Laboratorio Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0001-6726-5095</p>

Dedicatoria

La presente tesis se la dedico con orgullo a mis queridos padres, hermanos y demás familiares quienes en cada momento de mi etapa universitaria y de mi vida personal han estado presentes inculcándome, enseñándome y motivándome para cumplir cada uno de mis objetivos y metas planteadas.

Agradecimientos

A Dios, por brindarme salud y bienestar para cumplir cada uno de mis objetivos, metas y planes trazados a lo largo de mi vida.

A toda mi familia por la comprensión, apoyo incondicional y estímulo constante durante toda mi etapa universitaria.

A mi asesor, Blgo. Jhon Jairo López Rojas, por su asesoramiento y apoyo constante durante la ejecución de la tesis.

A la “Asociación de Conservación de Aguajales y Rencales del Alto Mayo (ADECARAM)” por el financiamiento para la ejecución del presente estudio.

Índice general

Ficha de identificación.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimientos	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	12
RESUMEN	13
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	19
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	28
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. ÁMBITO Y CONDICIONES DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.1.1. Contexto de la investigación.....	29
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	30
3.2. SISTEMA DE VARIABLES	30
3.2.1. Variables principales.....	30
3.3. PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.3.1. Ejecución de la evaluación de los factores ambientales (luminosidad, temperatura y humedad relativa) en los sistemas de cultivo de Vanilla pompona.....	31
3.3.2. Ejecución de la evaluación de la producción de inflorescencias en los sistemas de cultivo de Vanilla pompona.....	32
3.3.3. Ejecución del análisis de la influencia de los factores ambientales en la producción de inflorescencias en sistemas de cultivo de Vanilla pompona	32
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1. FACTORES AMBIENTALES (LUMINOSIDAD, TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA) EN LOS SISTEMAS DE CULTIVO DE VANILLA POMPONA.....	35
4.1.1. Luminosidad en los sistemas de cultivo de Vanilla pompona	35
4.1.2. Temperatura en los sistemas de cultivo de Vanilla pompona	36
4.1.3. Humedad relativa en los sistemas de cultivo de Vanilla pompona.....	39

4.2. PRODUCCIÓN DE INFLORESCENCIAS EN LOS SISTEMAS DE CULTIVO DE VANILLA POMPONA	42
4.2.1. Producción de inflorescencias y botones florales según meses	42
4.2.2. Cantidad total de inflorescencias y botones flores por planta en los sistemas de cultivo	43
4.3. ANALIZAR LA INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LA PRODUCCIÓN DE INFLORESCENCIAS EN SISTEMAS DE CULTIVO DE VANILLA POMPONA	45
4.3.1. Influencia de la temperatura en la producción de inflorescencias en sistemas de cultivo de Vanilla pompona.....	45
4.3.2. Influencia de la luminosidad en la producción de inflorescencias en sistemas de cultivo de Vanilla pompona.....	48
4.3.3. Influencia de la humedad relativa en la producción de inflorescencias en sistemas de cultivo de Vanilla pompona.....	50
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	63

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de variables por objetivo específico	30
Tabla 2. Matriz de datos utilizados en la prueba ANCOVA	33
Tabla 3. Prueba de ANCOVA entre el número de inflorescencias y la temperatura	46
Tabla 4. Comparaciones por parejas entre los meses de estudio y la producción de inflorescencias con la temperatura como covariable	47
Tabla 5. Prueba de ANCOVA entre el número de inflorescencias y la luminosidad	49
Tabla 6. Comparaciones por parejas entre los meses de estudio y la producción de inflorescencias con la luminosidad como covariable	49
Tabla 7. Prueba de ANCOVA entre el número de inflorescencias y la humedad relativa	51
Tabla 8. Datos promedios de temperatura y humedad relativa por hora	65
Tabla 9. Datos de luminosidad	66
Tabla 10. Datos de temperatura mínima, máxima y media en el mes de junio.....	67
Tabla 11. Datos de temperatura mínima, máxima y media en el mes de julio.....	68
Tabla 12. Datos de temperatura mínima, máxima y media en el mes de agosto	69
Tabla 13. Datos de temperatura mínima, máxima y media en el mes de setiembre ...	70
Tabla 14. Datos de humedad relativa mínima, máxima y media en el mes de junio ...	71
Tabla 15. Datos de humedad relativa mínima, máxima y media en el mes de julio.....	72
Tabla 16. Datos de humedad relativa mínima, máxima y media en el mes de agosto	73
Tabla 17. Datos de humedad relativa mínima, máxima y media en el mes de setiembre	74
Tabla 18. Datos de número de inflorescencias y botones florales según sistema de cultivo.....	75

Índice de figuras

Figura 1. <i>Vanilla pompona</i> Schiede subsp. <i>grandiflora</i> (Lindl.).....	19
Figura 2. Flor y esquema del labelo de <i>Vainilla pompona</i>	21
Figura 3. <i>Euglossa dilemma</i> atraído y capturado en el Centro de Investigación y Educación Tropical de la Universidad de Florida.....	22
Figura 4. Desarrollo del frijol en ausencia de polinización manual para <i>V. phaeantha</i> (izquierda) y <i>V. mexicana</i> (derecha) en áreas naturales.....	22
Figura 5. <i>V. planifolia</i> (arriba) y <i>V. pompona</i> (parte inferior) de la flor con anteras (polinias), rostelo, y estigmas.	23
Figura 6. Método de la polinización manual de la flor de vainilla.....	25
Figura 7. Luminosidad (Lx) registrado en los sistemas de cultivo según horario.....	35
Figura 8. Distribución de la temperatura media horaria en los sistemas de cultivo. (a) Junio, (b) Julio, (c) Agosto, d) setiembre.	37
Figura 9. Distribución de la temperatura mínima, máxima y media en los sistemas de cultivo. (a) Junio, (b) Julio, (c) Agosto, d) setiembre.....	38
Figura 10. Distribución de la humedad relativa media horaria en los sistemas de cultivo. (a) Junio, (b) Julio, (c) Agosto, d) setiembre.....	40
Figura 11. Distribución de la humedad relativa media en los sistemas de cultivo. (a) Junio, (b) Julio, (c) Agosto, d) setiembre.	41
Figura 12. Producción de inflorescencias según y botones florales según meses. (a) Inflorescencias, (b) Botones florales.	42
Figura 13. Cantidad de inflorescencias producidos en los sistemas de cultivo.....	43
Figura 14. Cantidad total de botones florales producidos en los sistemas de cultivo. .	45
Figura 15. Distribución del número de inflorescencias con respecto a la temperatura en los sistemas de cultivo. (a) Malla raschel, (b) Bosque secundario, c) Plantación forestal.	46
Figura 16. Distribución del número de inflorescencias con respecto a la luminosidad en los sistemas de cultivo. (a) Malla raschel, (b) Bosque secundario, c) Plantación forestal.	48
Figura 17. Distribución del número de inflorescencias con respecto a la humedad relativa en los sistemas de cultivo. (a) Malla raschel, (b) Bosque secundario, c) Plantación forestal.	50

RESUMEN

El objetivo general de la investigación fue “Evaluar la influencia de factores ambientales en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en CC Tingana, Moyobamba”. La muestra estuvo conformada por 45 plantas de *V. pompona* (15 plantas en cada sistema). Se midieron los parámetros de temperatura y humedad relativa con un registrador (Datalogger) y la luminosidad con un luxómetro manual durante un periodo de cuatro meses (junio a setiembre del 2023), el mismo periodo en el que se contabilizó y registró el número de inflorescencias y botones florales, para medir ambas variables se utilizó la técnica de la observación directa y las variables de luminosidad, inflorescencias y botones florales se midieron cada quince días; finalmente, se evaluó la influencia de los factores ambientales en la producción de inflorescencias a través del análisis de covarianza (ANCOVA), donde los factores fijos fueron los sistemas de cultivo y los meses de estudio y las covariables fueron la temperatura, luminosidad y humedad relativa. Los resultados demostraron que la luminosidad es mayor al medio día, además la temperatura y humedad relativa difieren según meses, los mayores valores de temperatura y menores valores de humedad se registraron en plantación forestal, en cambio en malla raschel y bosque secundario los valores no difirieron ampliamente; asimismo, la mayor producción de inflorescencias y botones florales se registró en bosque secundario (44 inflorescencias y 236 botones florales), seguido de plantación forestal (40 inflorescencias y 210 botones florales) y la menor producción se registró en malla raschel (36 inflorescencias y 178 botones florales); finalmente, se determinó que los meses estudiados y los factores ambientales como temperatura y luminosidad influyeron en la producción de inflorescencias, donde el efecto de la intensidad de la luminosidad es mayor que el de la temperatura y la distribución de estos parámetros según meses tienen un efecto grande en el desarrollo de inflorescencias, con condiciones más óptimas registradas en julio, en tanto, la humedad relativa y los sistemas de cultivo no influyeron en la producción de inflorescencias. Se concluye que en la Concesión para la Conservación de Tingana el sistema de bosque secundario es el más apropiado para cultivar la *V. pompona* al presentar condiciones ambientales más adecuadas, particularmente en julio donde el sistema registró el mayor número de inflorescencias, además, un manejo adecuado, buenas prácticas agrícolas y la fertilización orgánica en cada uno de los sistemas de cultivo puede mejorar la productividad de *V. pompona*.

Palabras clave: Bosque secundario, factores ambientales, malla raschel, plantación forestal, *Vanilla pompona*.

ABSTRACT

The general objective of the research was "To evaluate the influence of environmental factors on inflorescence production in *Vanilla pompona* cultivation systems in CC Tingana, Moyobamba". The sample consisted of 45 *V. pompona* plants (15 plants in each system). The parameters of temperature and relative humidity were measured with a Datalogger and luminosity with a manual luxmeter during a period of four months (June to September 2023), the same period in which the number of inflorescences and flower buds were counted and recorded. To measure both variables, the direct observation technique was used and the variables of luminosity, inflorescences and flower buds were measured every fifteen days; Finally, the influence of environmental factors on inflorescence production was evaluated through analysis of covariance (ANCOVA), where the fixed factors were the cultivation systems and the months of study and the covariates were temperature, luminosity and relative humidity. The results showed that brightness is higher at midday, temperature and relative humidity differ according to months, the highest values of temperature and lowest values of humidity were recorded in forest plantation, while in raschel mesh and secondary forest the values did not differ widely; also, the highest production of inflorescences and flower buds was recorded in secondary forest (44 inflorescences and 236 flower buds), followed by forest plantation (40 inflorescences and 210 flower buds) and the lowest production was recorded in raschel mesh (36 inflorescences and 178 flower buds); Finally, it was determined that the months studied and the environmental factors such as temperature and luminosity influenced the production of inflorescences, where the effect of the intensity of luminosity is greater than that of temperature and the distribution of these parameters according to months have a large effect on the development of inflorescences, with the most optimal conditions recorded in July, while relative humidity and cultivation systems did not influence the production of inflorescences. It is concluded that in the Tingana Conservation Concession the secondary forest system is the most appropriate for growing *V. pompona* as it presents the most suitable environmental conditions, particularly in July where the system recorded the highest number of inflorescences. Furthermore, proper management, good agricultural practices and organic fertilization in each of the cropping systems can improve the productivity of *V. pompona*.

Key words: Secondary forest, environmental factors, raschel netting, forest plantation, *Vanilla pompona*.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

A nivel mundial la vainilla presenta el sabor más popular y apreciado por sí solo, además brinda suavidad y cuerpo cuando se emplea en combinación con otros sabores (Havkin y Belanger, 2011). No obstante, debido al hecho de que las orquídeas de vainilla son propagadas de forma vegetativa, la diversidad genética de las poblaciones de los cultivos es relativamente bajo, afectando negativamente la resiliencia de la producción (Borbolla et al., 2016; Bory et al., 2010). Además, la falta de polinizadores naturales obliga a los productores de vainilla a depender de la polinización manual, una actividad muy laboriosa y delicada (Villanueva et al., 2017).

Existen diferentes problemas a los cuales se enfrenta el cultivo de la vainilla, por una parte, a nivel mundial el establecimiento de las plantaciones se desarrolla en una estricta propagación clonal a través de cortes de tallos, cuyo proceso ha generado una disminución grave en la variedad genética, donde la consecuencia es que al no presentar variabilidad los cultivos, estos tienen una respuesta limitada a ataque del cambio climático y las plagas (Menchata et al., 2011). Así también, otro problema es la aplicación en exceso de plaguicidas y fungicidas que rompen los ciclos naturales y también las interacciones favorables que la especie presenta con organismos benéficos, los fungicidas perturban el ciclo interactivo entre hongos micorrizógenos nativos que forman parte de la rizosfera natural que son necesarios para la propia germinación de la vainilla, generando una reproducción casi nula por semilla en el medio natural y disminuyendo la forma de absorción de nutrientes debido a la falta de micorrizas en raíces (Soto, 2006).

Por otro lado, la aplicación de agroquímicos y también la modificación de los hábitats de influencia de los cultivos de vainilla por la deforestación, provocan una disminución de las poblaciones de polinizadores, los mismos que dependen de la proximidad de bosques para su alimentación y reproducción (Richards, 2001). Es así que, el escaso número de insectos polinizadores resulta ser uno de los principales problemas que presenta la vainilla (Coro, 2009). En este contexto, cada flor en las plantaciones de vainilla tiende a ser polinizada de forma manual para generar frutos y poder producir, esto implica una inversión grande en mano de obra para obtener los resultados esperados (Richards, 2001; Soto, 1999).

Las condiciones climáticas especiales como radiación solar intensa, presencia alterna de temperaturas bajas y altas o duración del día y la noche, entre otros factores, pueden provocar estrés en las plantas (Díez et al., 2017) y la estimulación de la floración

continua, por ello es necesario desarrollar estudios a fin de determinar los factores que inciden en una constante floración (Hernández, 2018). Para cultivar la vainilla es necesario proporcionar a las plantaciones las condiciones ambientales suficientes para su desarrollo, bien sea a través del desarrollo de sistemas agroforestales o como también mediante sistemas de techo sombra (Ranadive, 2005).

Los sistemas agroforestales resaltan como una alternativa en la producción de la vainilla debido a que controla la cantidad de luz que ingresa al sistema y la materia orgánica que generan en el suelo (Paniagua et al., 2013); por su parte, el sistema de techo bajo sombra permite asimilar las condiciones requeridas por la vainilla para que su desarrollo y crecimiento genere un microclima ideal similar a lo ofrecido por el dosel de los árboles en el manejo de vainilla, permitiendo además regular la temperatura requerida para el adecuado desarrollo de las plantas (Vargas y Gámez, 2014).

De acuerdo con Householder et al. (2010), en la región amazónica las investigaciones referidas a la diversidad e historia natural de la vainilla son pocas. 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 la región San Martín (7 especies), departamento donde 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. Es así que, la presente investigación buscó evaluar la influencia de factores ambientales en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en CC. Tingana, Moyobamba.

La investigación se enmarcó en la problemática: ¿Influyen los factores ambientales en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en CC. Tingana, Moyobamba?, planteándose a partir de lo mencionado H_1 : Si influyen los factores ambientales en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en CC. Tingana, Moyobamba; y, H_0 : No influyen los factores ambientales en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en CC. Tingana, Moyobamba. El objetivo general fue “Evaluar la influencia de factores ambientales en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en CC. Tingana, Moyobamba” y los objetivos específicos fueron, 1ro: Evaluar los factores ambientales (luminosidad, temperatura y humedad relativa) en los sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*; 2do: Evaluar la producción de inflorescencias en los sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*; y, 3ro: Analizar la influencia de los factores ambientales en la producción de inflorescencias en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales

Andrade et al. (2023), evaluaron el rendimiento de frutos de vainilla en tres sistemas de cultivo distintos en relación con indicadores climáticos. Evaluaron un total de 16 indicadores del fruto y registraron niveles de radiación fotosintéticamente activa, humedad relativa, temperatura y precipitación acumulada en el ciclo productivo. Encontraron que el sistema de cultivo influyó en el rendimiento de frutos de vainilla, donde malla sombra con tutor inerte (Barriles) rindió más, aunque sus frutos fueron de menor tamaño y peso que el sistema malla sombra con tutor vivo (Solteros de Juan Rosas) y que el sistema acahual (20 soles); el efecto de las condiciones climáticas fue evidenciado principalmente en el número de inflorescencias y densidad de frutos.

Parada et al. (2022), caracterizaron condiciones climáticas y micro climáticas de tres sistemas productivos de *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 la vainilla, con mayor cantidad de estrés hídrico; el sistema 1 presentó condiciones climáticas y micro climáticas mucho más adecuadas para cultivar la vainilla.

Raffi et al. (2020), en Negeri Sembilan estado de Malasia determinaron las fluctuaciones en la precipitación y humedad como principales promotores de la floración de las vides maduras de *V. montana*; asimismo, determinaron que la humedad relativa mínima anual registrada en febrero de cada año sirvió como sinergia para el desarrollo de los botones florales; las fluctuaciones de temperatura mostraron el menor efecto sobre el proceso de evocación de la floración con temperatura promedio diaria de 30 °C, siendo 34°C la mayor y 25°C la menor temperatura registrada en 3 meses consecutivos. La alta intensidad de la luz también se especuló como otro factor de promoción, ya que los individuos de *V. montana* que poblaban los bordes del bosque bajo el dosel de los árboles semisombreados producían inflorescencias en las enredaderas que estaban muy expuestas a la luz solar.

Martínez y Herrera (2019), sistematizaron las labores de manejo en diferentes etapas de manejo del cultivo de *Vanilla planifolia* como establecimiento, floración, polinización, desarrollo de los frutos y por último la cosecha. Encontraron que, hubo diferencias en el sistema de manejo en ambos lugares sujetas al conocimiento heredado por sus antepasados, además de factores ambientales y físicos donde se cultiva la vainilla, recalcando que las etapas de establecimiento, floración y polinización fueron críticas, siendo indispensable cumplir con estos procesos para una óptima producción.

Hernández et al. (2019), en el estado de Oaxaca en México, caracterizaron la variación morfológica infra específica mediante el labelo de la *Vanilla pompona* evaluando un total de 80 flores provenientes de 23 ejemplares, el labelo de cada flor fue diseccionado y analizado a través de una morfometría geométrica, obteniendo 60 variables agrupadas en región apical, media y basal. Encontraron que, fueron significativas 58 variables, existió variación morfológica floral del labelo en la *Vanilla pompona* que fueron representados por 4 morfotipos en Oaxaca, que probablemente se debió a la presión y selección proveniente del ambiente y polinizadores, donde probablemente los complejos montañosos funcionaron como barrera geográfica.

Villarreal y Herrera (2018), en la región del Totonacapan, en Veracruz, México, caracterizaron y cuantificaron el requerimiento hídrico necesario del sistema de producción de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews en *Citrus sinensis* L. "naranja". Encontraron que, la región en estudio fue húmeda, identificando periodo de déficit hídrico extensible en la mayor parte del año, alterando así el periodo crítico de floración de vainilla entre abril y junio; asimismo, estimaron que, las cantidades hídricas necesarias para un año productivo fueron desde 851,7 a 1345,3 mm, reflejando ello en requerimiento de riesgo a partir de 193,1 a 502,8 mm de agua al año.

Hernández (2018), refiere que en México la *V. planifolia* florece una vez al año y en Perú la misma especie llegó a tener múltiples inflorescencias caracterizadas por la presencia de 1 a 7 inflorescencias secundarias o laterales en la zona del raquis de la principal inflorescencia. Concluyó que, en la granja San Rocco, esta plantación presentó peculiaridades únicas no habituales en otros tipos de plantaciones, como la floración constante y producción de múltiples inflorescencias.

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

VeccPo 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. *Vanilla pompona*

Vanilla pompona (Figura 1), se caracteriza por ser una especie de suma prioridad perteneciente al acervo genético secundario de la *V. planifolia* debido a que cuenta con importantes características que no se encuentran dentro del germoplasma de esta última, tal es el caso de la tolerancia a climas exóticos, la pudrición de raíz (*Fusarium oxysporum*) y la resistencia a antracnosis (*Collectotrichum sp.*). Asimismo, 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). No obstante, los frutos beneficiados de la *V. pompona* tienen calidad aromática inferior debido a su concentración menor de la vainillina (Korthou y Verpoorte, 2007).



Figura 1

Vanilla pompona Schiede subsp. *grandiflora* (Lindl.).

Fuente: Tomado de Soto (1999).

Dentro de la cuenca amazónica del Perú, la *Vanilla pompona* presenta un gran potencial para que sea cultivada, debido a su capacidad de crecimiento de forma natural, pudiendo lograrse la propagación del cultivo en un bosque primario, adaptando algunas estrategias ecológicas básicas (Scaccabarozzi, 2021).

2.2.2. Periodo de floración de la vainilla

En los países productores de vainilla, ubicados en la latitud norte, incluidos México, India y China, la vainilla florece principalmente en la temporada de primavera, de marzo a mayo, pero con mayor intensidad durante el mes de abril. En países productores como Madagascar, Comoras, Indonesia, Papúa Nueva Guinea y la Polinesia Francesa, la floración ocurre durante la temporada de otoño (septiembre a diciembre), debido a que están ubicados geográficamente en la latitud sur (Hernández-Hernández, 2018).

a. Floración atípica de vainilla en Perú

Algo sorprendente, que no es común observar en *V. planifolia* cv. "Mansa", es la producción de inflorescencias de manera constante durante todo el año, pero con mayor intensidad en los meses de septiembre a diciembre (como suele ocurrir en los países productores de vainilla ubicados en latitudes australes). Mientras que en México esta especie y cultivar florece una vez al año, en Perú la misma especie tuvo múltiples inflorescencias en el raquis de la inflorescencia principal. Esta característica se encontró en el 10 % de las plantas (Hernández, 2018).

Esta floración atípica puede deberse a que las plantas se están cultivando en una región geográfica diferente a la mayoría de las regiones productoras de vainilla y por lo tanto tienen condiciones climáticas especiales como radiación solar intensa, presencia alterna de temperaturas bajas y altas o duración del día y la noche, entre otros factores, que pueden estar provocando estrés en las plantas y la estimulación de la floración continua (Díez et al., 2017). Es necesario, sin embargo, realizar los estudios correspondientes para determinar realmente qué factores están incidiendo en esta floración constante. En las plantaciones de México, este tipo de inflorescencia se presenta ocasionalmente en un porcentaje muy bajo de menos del 1 %. También se ha informado en Uganda que pueden ocurrir dos floraciones por año, debido a que hay dos períodos de sequía que causan estrés en las plantas y por lo tanto inducen la floración (Hernández, 2018).

Inflorescencia; la inflorescencia es axilar, con cantidades de racimos entre 1-20 flores, con largo entre 3,1 a 4,2 cm, pedúnculo de 0,2 cm; raquis entre 3 a 4 cm de color verde (Damian, 2020).

Brácteas florales; son de color verde y fuertemente congestas de 0,6 a 0,9 cm, de características cóncavas, triangulares y de ápice obtuso (Damian, 2020).

Flores; son sucesivas, al mismo tiempo se abren entre 2 a 4, blanco en el ápice, labelo más oscuro y tépalos amarillos, columnas amarillentas y normalmente fragantes (Damian, 2020).

Ovario terete; es de color amarillento y en el ápice de color verde entre 2,9 a 4 cm (Damian, 2020).

Sépalo dorsal; con dimensiones de 6 a 10,5 * 1,2 a 1,6 cm, de tipo oblanceolado, ápice redondeado a obtuso, reflexo en la mitad superior, 13 venas, márgenes revolutos, caliptrado (Damian, 2020).

Sépalos laterales; son de tipo oblanceolados con dimensiones de 6 a 9,4 * 1,2 a 2 cm, oblicuos, con ápice ligeramente caliptrado, en la mitad superior fuertemente reflexo y con 13 venas (Damian, 2020).

Pétalos; son oblanceolados con dimensiones de 6 a 9,8 * 1,1 a 1,6 cm, con el ápice truncado a ligeramente rotuso, presenta nueve venas, los márgenes superiores son de forma irregular, reflexos en el tercio superior, presenta una quilla conspicua en la parte centro de la zona adaxial (Damian, 2020).

Labelo; presenta dimensiones de 5,8 a 7,2 * 3,2 a 3,4 cm, en sus márgenes se une con la columna por 5 a 6,5 cm, la lámina es de forma oblonga con tendencia a forma de trompeta, es unguiculada y densamente papilosa; los márgenes irregulares, ligeramente lacerados, reflexo, ápice fuertemente emarginado, zona basal hasta el callo penicilado con dos quillas gruesas, papilosas y paralelas (Damian, 2020).

Callo penicilado; se compone de 8 a 10 lacinias, de las cuales la mayoría está libre, siendo los 3 a 4 últimos fusionados en las zonas laterales a 3,5 de la zona del ápice, 0,7 * 0,7 cm (Damian, 2020).

Columna; es subterete erguida, entre 4 a 7,3 * 0,4 cm de dimensiones, la superficie ventral es cubierta de forma densa por tricomas (Damian, 2020).

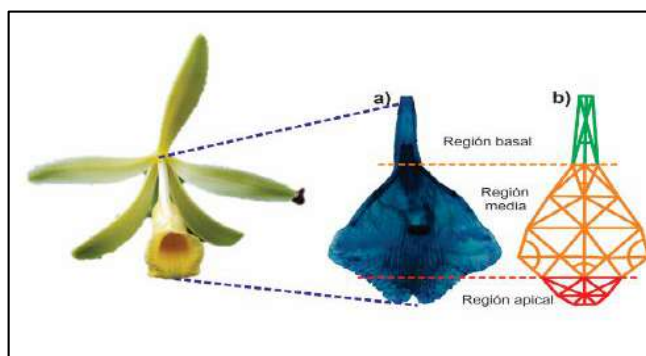


Figura 2

Flor y esquema del labelo de *Vainilla pompona*.

Fuente: Tomado de Hernández et al. (2019).

2.2.3. Polinización de la vainilla

La polinización automática de las flores de *V. planifolia* es rara o inexistente en regiones donde no se producen polinizadores nativos (abejas y, tal vez, colibríes). Aunque no es nativo, el *Euglossa dilemma* de la abeja orquídea (Figura 3) se ha establecido en el sur de Florida y podría ser un polinizador de la vainilla. De lo contrario, las observaciones en áreas naturales muestran que las especies nativas de vainilla establecerán vainas en ausencia de polinización manual (Figura 4). Una hipótesis es que un polinizador de orquídeas nativas en el sur de Florida también podría polinizar las flores de *V. planifolia* reduciendo la necesidad de polinización manual (Chambers et al., 2019).



Figura 3

Euglossa dilemma atraído y capturado en el Centro de Investigación y Educación Tropical de la Universidad de Florida.

Fuente: Tomado de Chambers et al. (2019).



Figura 4

Desarrollo del frijol en ausencia de polinización manual para *V. phaeantha* (izquierda) y *V. mexicana* (derecha) en áreas naturales.

Fuente: Tomado de Chambers et al. (2019).

A pesar de la alta eficiencia de la polinización manual, potencialmente conduce a una sobre polinización, lo que estresa a las plantas y las hace menos tolerantes a los estreses abióticos y bióticos, como sequías, cambios de temperatura, y enfermedades

causadas por *Fusarium*, *Phytophthora*, y *Glomerella* y por el mosaico *cymbidium* (Cameron, 2011; Havkin y Belanger, 2011; Ramos et al., 2017).

A lo largo de río de Madre de Dios Scaccabarozzi (2021) refiere que se encontraron muchas poblaciones de *Vanilla pompona*, de las cuales algunas se encontraron potencialmente conectadas aun teniendo el elevado nivel de fragmentación del hábitat. Asimismo, observó que son las abejas *Eulaema* las que actuaban como agentes polinizadores para la *V. pompona*, resultando ser una estrategia clave centrarse en los polinizadores, que actúan como los mensajeros de la vida de la vainilla nativa.

Para polinizar una flor de vainilla, el rostelo que separa las polinias y el estigma que tiene que ser pasado por alto. Las polinizaciones deben intentarse por la mañana, generalmente entre las 6 a.m. y el mediodía. La polinización manual se puede lograr con un palillo u otro implemento estrecho. Las secciones de la flor *V. planifolia* y *V. pompona* (Figura 5) para ayudar en la descripción de la polinización. El pétalo inferior se puede rasgar para exponer las anteras con polen (polinia), rostelo y estigmas. El rostelo se empuja suavemente hacia arriba y lejos de los estigmas hasta que el colgajo de polinia se puede empujar hacia los estigmas y hacer un contacto suave con los estigmas. Si la polinización es exitosa, la flor se mantendrá en la planta, de lo contrario, generalmente se cae en 2–3 días. Los frijoles comenzarán a hincharse y alargarse rápidamente en unas pocas semanas si se polinizan con éxito (Chambers et al., 2019).

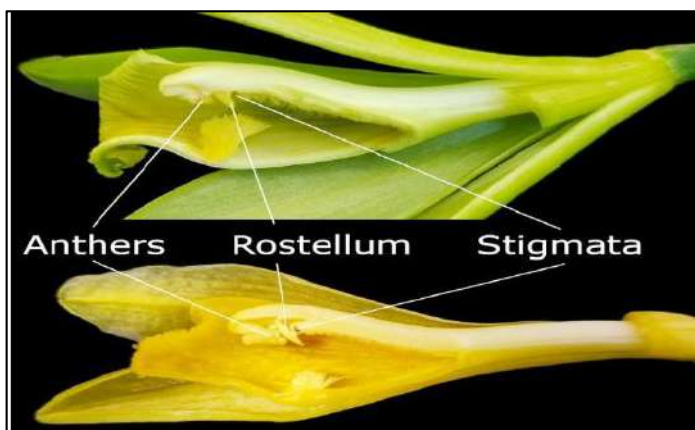


Figura 5

V. planifolia (arriba) y *V. pompona* (parte inferior) de la flor con anteras (polinias), rostelo, y estigmas.

Fuente: Tomado de Chambers et al. (2019).

Para los fines comerciales, solo se polinizan las flores en el lado inferior del racimo. Los frijoles producidos a partir de aquí se convertirán en frijoles rectos y tendrán un precio superior. Si la planta es vigorosa, se pueden polinizar un total de 8–12 flores en 10–20 racimos. Alrededor de 10 frijoles por racimo es deseable (Chambers et al., 2019).

a. Polinización manual

A fin de asegurar una cosecha buena de los frutos se tiene que practicar la polinización artificial o conocida como manual, siendo entre el tercer y cuarto año donde este cultivo empieza su etapa de floración. Debido a la fisiología floral, la planta no efectúa la autofecundación aun siendo una planta autógama. Ante ello se desarrolla la polinización de tipo manual a fin de lograr una fructificación suficiente. Es en la parte baja de la inflorescencia donde se encuentran las mejores flores, con inclinación hacia abajo, ya que generan fruto post polinización. Habitualmente los frutos que salen doblados son aquellos formados a partir de flores que se encuentran en la parte elevada de la inflorescencia (Colombia Alternative Development (CAD) Project, 2003).

La cantidad de flores para polinizar, en otras palabras, es la cantidad de frutos que se quiere producir es dependiente de la disponibilidad de agua y del nivel de desarrollo de la planta. Está entre 5 y 60; habitualmente una planta de tipo adulta de 4 o más años, genera entre 30 y 40 frutos (CAD Project, 2003).

Durante el proceso de la polinización manual se debe cuidar no dañar las raíces al pisar el suelo de las inmediaciones de las plántulas. Asimismo, al polinizarse una gran cantidad de flores, las plantas pueden llegar a debilitarse, frenando su crecimiento y donde los frutos se desarrollan mal o son repulsados. Es así que las plantas de vainilla se vuelven sensibles ante insectos dañinos y enfermedades. Al padecer la planta afectación inmediata post polinización, habitualmente se deberá a que polinizó gran cantidad de flores o que se generaron daños a la parte de las raíces debido al pisoteo realizado (CAD Project, 2003).

Los capullos restantes son eliminados después de haber polinado una suficiente cantidad de flores. Entre 15 a 20 días, nuevamente la plantación es controlada a fin de generar eventuales refuerzos de polinización o bien para retirar brotes y flores que crecieron en el intervalo (CAD Project, 2003).

Por otro lado, Barrera et al. (2009), refiere que la cantidad de flores a polinizar por los agricultores depende de la sanidad y vigor de la planta e influye en la maduración y tamaño de la vaina. Así también, los productores suelen señalar que, si los cultivos no reciben fertilizantes y la suficiente humedad, resulta mucho mejor polinizar pocas flores por cada maceta, con el objetivo de que estas maduren y tengan las plantas posibilidades de seguir dando flores continuamente. La mayor cantidad de productores polinizan a partir de 3 a 7 flores por maceta, lo cual se fundamenta en el tradicional conocimiento con el que cuentan los productores (Barrera et al., 2009).



Figura 6

Método de la polinización manual de la flor de vainilla.

Fuente: Tomado de Vargas y Gámez (2014).

b. Motivaciones, oportunidades, beneficios, limitaciones y riesgos de la polinización manual

Las principales motivaciones económicas para practicar o recomendar la polinización manual es aumentar el cuajado y/o la calidad de la fruta. Las oportunidades de la polinización manual son el control del origen y la cantidad de polen, el momento y la frecuencia de la polinización, así como la independencia de las fluctuaciones ambientales. Los agricultores pueden aumentar los rendimientos, mejorar la calidad de la fruta, evitar el aborto de la fruta, aumentar el empleo y garantizar la subsistencia de alimentos. Las principales limitaciones de la polinización manual son los altos insumos de mano de obra, los altos costos de materiales y las habilidades requeridas. Los principales riesgos de la polinización manual incluyen la gestión que ignora la conservación de los polinizadores, los altos precios de los alimentos, la polinización excesiva, los accidentes laborales y el trabajo injusto. La polinización manual puede ser una herramienta valiosa para los sistemas de cultivo donde los polinizadores están ausentes o no son confiables para mantener una producción agrícola de alta calidad (Wurz et al., 2021).

2.2.4. Requerimientos climáticos y edáficos

a. Suelo

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).

Por otro lado, de acuerdo a Damirón (2004) la naturaleza de los terrenos resulta no ser importante, siempre y cuando las tierras tengan características de permeabilidad y no sean muy compactos, debido a que los suelos con demasiado contenido de arcilla, tienden a cuartearse en las épocas secas y los suelos con demasiada cantidad de arena no presentan la capacidad de retener humedad, generalmente se eligen suelos volcánicos de la selva baja y alta perennifolias.

b. Temperatura

Las plantaciones de vainilla son cultivadas generalmente de forma extensa en zonas de clima húmedo y cálido, desde el nivel más bajo del mar hasta los 600 m de altitud, donde las temperaturas medias son de 25 °C (Pérez, 2014).

c. Humedad

Los cultivos de vainilla se desarrollan en zonas que presentan humedad relativa cerca al 80 % y precipitaciones anuales de 1 200, 1 500 hasta los 2 000 mm (Pérez-Atzin, 2014). Asimismo, de acuerdo a CAD Project (2003) el cultivo de vainilla es posible hasta el paralelo 20° sur.

d. Luminosidad

Para un óptimo desarrollo de los cultivos de vainilla se requiere de 50 % de sombra o luz durante gran parte del año, es recomendable mantener sombras de 50 a 70 % en épocas con demasiada luminosidad con el fin de mantener la humedad de aire y suelo, en cambio en épocas lluviosas la luminosidad difiere de 30 a 50 % (INIFAP, 2011).

e. Fotoperiodicidad

La fotoperiodicidad o también conocido como fotoperiodo explica la incidencia de cambios diurnos de luz y oscuridad en el desarrollo de las especies vegetales, en el caso de plantas de día corto la floración responde a periodos cortos de luz y largos de oscuridad y para plantas de día largo la floración responde a periodos largos de luz y cortos de oscuridad (De Las Moras, 2008).

Las plántulas de orquídeas crecen en gavetas a 40 cm desde la fuente luminosa, en tubos fluorescentes de 20 watts dentro de cuartos de crecimiento a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, con intensidad de fotoperiodicidad de 8 hrs de oscuridad y 16 hrs de luz, recomendaciones que pueden diferir tomando en cuenta el origen de las orquídeas a sembrar (Menchaca-García y Castelán-Culebro, 2020).

2.2.5. Sistemas de cultivo

a. En viveros o invernaderos: sistema de cultivo que también se le conoce como intensivo bajo sombra, donde se puede utilizar soportes artificiales o naturales (Azofeifa et al., 2014).

En estos sistemas productivos, las plantas de vainilla permanecen bajo sombra, además, se cultivan en bolsas con niveles elevados de material orgánico y también existen tutores artificiales que particularmente son de plástico reciclado o de madera inmunizada. Este tipo de sistema puede albergar entre 7 000 a 10 000 plantas por hectárea (Gómez et al., 2011; Hernández y Lubinsky, 2011; Padilla, 2011).

b. En áreas forestales: sistema de cultivo que también se conoce como tradicional o extensivo en la maleza. Es un sistema de tipo natural donde la sombra necesaria para el desarrollo de las especies se ve controlada por la caída del dosel y hojas, los cuales también brindan material orgánico necesario para la fertilización natural de los ecosistemas (Azofeifa et al., 2014). En el caso de cultivos de vainilla, es recomendable niveles de material orgánico de aproximadamente 20 % con existencia de capa de restos vegetales en la superficie terrestre (Cruz, 2004).

Los sistemas agroforestales se dividen en dos grupos: a) sistemas agroforestales no intensivos, donde el cultivo se maneja bajo vegetación secundaria y natural sin previos arreglos espaciales; b) sistemas agroforestales de tipo semi-intensivo, donde especies leñosas como árboles y arbustos se utilizan como forma de asociación deliberada con cultivos de tipo agrícolas. Ambos sistemas tienen la capacidad de albergar entre 3 000 a 5 000 plantas de vainilla por hectárea (Gómez et al., 2011; Hernández y Lubinsky, 2011; Padilla, 2011).

c. En tutores naturales: sistema de cultivo que también es definido como sistemas semi intensivos, en estos sistemas los tutores habitualmente forman parte de diseños experimentales asociados a árboles de alto valor (sistemas agroforestales). La selección de tutores se realiza meticulosamente y de forma cuidadosa para su normal desarrollo en la preparación del terreno de cultivo, son muy importantes al igual que la planta de vainilla y tienen que cumplir dos funciones primordiales: sostener y proporcionar sombra a la planta (Elorza et al., 2007). Se recomienda que los tutores naturales sean forestales de tipo leguminosas, debido a la incorporación de grandes cantidades de material orgánico y compuestos nitrogenados en los suelos. No obstante, en México los sistemas de producción que presentan mayores beneficios son aquellos donde las plantas de vainilla se asocian a cítricos y tienen niveles más elevados de vainillina (Barrera et al., 2009; Elorza et al., 2007; Hernández, 2011b). En Costa Rica, los sistemas más

frecuentes son con tutores en sistemas agroforestales (semi intensivos) y los invernaderos (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

Es la masa vegetal leñosa que se desarrolla en tierras o terrenos ya abandonados después de que la vegetación natural u original fue destruida por acción humana (Finegan, 1992).

Humedad relativa

Factor climático que modifica el rendimiento final de cultivos, con transpiración excesiva, las plantas se reducen y el crecimiento disminuye y si la humedad es muy baja, las plantas transpiran excesivamente pudiendo deshidratarse (Castro, 2011).

Inflorescencias

Se llama inflorescencia a la disposición de las flores sobre un tallo o en las ramas; supone una ramificación que a nivel general resulta ser constante en cada especie vegetativa (Menéndez, 2014).

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

Tipo de malla fabricada a través de cintas de polietileno de densidad alta (HDPE), estas son tejidas en diversas densidades y reciben un especial tratamiento para resistir el contacto con los rayos del sol (QuimiNet, 2012).

Plantación forestal

Es un tipo de bosque formado por el accionar antrópico, a través del establecimiento de semillas o plantas (Ministerio de Agricultura y Corporación Nacional Forestal, 2013).

Temperatura

Es un parámetro que tiene gran incidencia en los cultivos y además es de suma importancia para determinar fechas de siembra, cosechas y también variables de producción (Hoyos et al., 2012).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1. Contexto de la investigación

a. 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, noreste 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 siguientes 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).

b. Ubicación política

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

3.1.2. Periodo de ejecución

De acuerdo con la resolución N° 374-2022-UNSM/CFT/FE el periodo de ejecución de la investigación fue de 8 meses (02-11-2022 al 02-07-2023), pero debido a que la variable a estudiar depende de un periodo de floración se solicitó una ampliación de 4 meses (02-07-2023 al 02-11-2023) aprobado mediante resolución N° 303-2023-UNSM/CFT/FE.

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 y al público participante.

Asimismo, se evitó arrojar desperdicios al ambiente, para lo cual se usó bolsas plásticas o contenedores para la recolección temporal de residuos y posteriormente ser arrojados en un lugar pertinente.

3.1.4. Aplicación de principios éticos internacionales

El proyecto de investigación consideró ciertos principios éticos como: respeto a las personas, al ecosistema, a la justicia y beneficencia, además de principios como la integridad, confiabilidad y transparencia.

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variables principales

- Variable independiente : Factores ambientales (luminosidad, temperatura y humedad).

- Variable dependiente : Producción de inflorescencias.

Tabla 1

Descripción de variables por objetivo específico

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Objetivo específico № 1: Evaluar los factores ambientales (luminosidad, temperatura y humedad relativa) en los sistemas de cultivo de <i>Vanilla pompona</i> .			
Factores ambientales	- Luminosidad - Temperatura - Humedad relativa	Ficha de recolección de datos, ficha de procesamiento y análisis de datos, registro fotográfico.	- Lx - °C - %
Objetivo específico № 2: Evaluar la producción de inflorescencias en los sistemas de cultivo de <i>Vanilla pompona</i> .			
Producción de inflorescencias	- Inflorescencias - Botones florales	Ficha de recolección de datos, ficha de procesamiento y análisis de datos, registro fotográfico.	- N° inflorescencias/planta - N° total de inflorescencias - N° de botones florales/planta - N° total de botones florales
Objetivo específico № 3: Analizar la influencia de los factores ambientales en la producción de inflorescencias en sistemas de cultivo de <i>Vanilla pompona</i> .			
Análisis de influencia de factores ambientales en la producción de inflorescencias.	Influencia de factores ambientales en la producción de inflorescencias	Prueba estadística (ANCOVA y Bonferroni).	Ho: p valor > 0,05; Hi: p valor < 0,05.

3.3 Procedimientos de la investigación

3.3.1. Ejecución de la evaluación de los factores ambientales (luminosidad, temperatura y humedad relativa) en los sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*

a. Actividades y tareas

- Delimitación de sistemas de cultivo y selección de plantas de *Vanilla pompona*.
- Medición de factores ambientales.
- Procesamiento y análisis de datos.

b. Descripción de los procedimientos

Delimitación de sistemas de cultivo y selección de plantas de *Vanilla pompona*

- Haciendo uso de la técnica de la observación directa se realizó la delimitación y medición de las parcelas de estudio (sistemas de cultivo).
- Asimismo, dentro de los sistemas de cultivo se procedió a la selección de las 15 plantas de *Vanilla pompona*, las cuales al inicio no presentaron inflorescencias, a fin de poder de esta manera realizar un seguimiento quincenal de la producción de las variables mencionadas.

Medición de factores ambientales

- Para el caso de la temperatura y humedad relativa se adquirió y utilizó un registrador (Datalogger) con calibración de tienda. Estos instrumentos registraron los parámetros por cada hora y fueron instalados en cajas de madera para evitar la alteración del sol y la lluvia, además se ubicaron en lugares estratégicos dentro de cada sistema de cultivo. La medición de ambas variables se desarrolló diariamente durante un periodo de cuatro meses (junio – setiembre del 2023).
- En el caso de la variable luminosidad se adquirió y utilizó un luxómetro manual con calibración de tienda. Las mediciones se realizaron en cada medición de la inflorescencia y botones florales y un día después, con el objetivo de contar con datos representativos del tiempo de producción de las variables dependientes. Además, en cada sistema de cultivo se midió la luminosidad a las 9:00, 13:00 y 17:00 hrs, los datos registrados se recolectaron en una ficha de recolección de datos.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se utilizó la estadística descriptiva con el paquete estadístico del programa Excel para analizar el conjunto de datos de la variable temperatura, humedad relativa y luminosidad, y para elaborar tablas y figuras.

3.3.2. Ejecución de la evaluación de la producción de inflorescencias en los sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*

a. Actividades y tareas

- Medición de inflorescencias y botones florales en plantas de *V. pompona*.
- Procesamiento y análisis de datos.

b. Descripción de los procedimientos

Medición de inflorescencias y botones florales en plantas de *V. pompona*

- Para realizar la medición de inflorescencias y botones florales de *V. pompona* se empleó la técnica de la observación directa con una ficha de recolección de datos como instrumento de medición.
- La medición de la variable inflorescencias se realizó en cada una de las 15 plantas escogidas en los tres sistemas de cultivo y los botones florales se contabilizaron en cada una de las inflorescencias, registros que permitieron obtener el número de inflorescencias y botones florales por planta y total. La medición se realizó con frecuencia de cada 15 días, empezando del 01 de junio hasta el 30 de setiembre previo monitoreo desde el mes de abril, es así que el periodo de monitoreo fue de cuatro meses obteniendo un total de 8 observaciones.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se utilizó la estadística descriptiva para analizar los datos empleando como herramienta estadística el programa Excel.

3.3.3. Ejecución del análisis de la influencia de los factores ambientales en la producción de inflorescencias en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*

a. Actividades y tareas

- Sistematización de resultados.
- Análisis estadístico.

b. Descripción de los procedimientos

Sistematización de resultados

- Se sistematizaron los resultados obtenidos de los dos primeros objetivos con el fin de facilitar el análisis de los datos. Las observaciones representaron los datos registrados durante cada mes, en el caso de las variables independientes (luminosidad, temperatura y humedad relativa) se tomó en cuenta los promedios y para la variable dependiente se consideró el número total de inflorescencias contabilizados en cada uno de los meses (Tabla 2).

Tabla 2

Matriz de datos utilizados en la prueba ANCOVA

Sistemas de cultivo	Meses	Inflorescencias	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Luminosidad (Lx)
Malla raschel	Junio	2	22,3	85,1	38533
	Julio	18	22,5	81,9	54978
	Agosto	14	22,8	77,7	54996
	Setiembre	2	22,3	81,3	58275
Bosque secundario	Junio	3	22,0	85,5	38379
	Julio	26	22,3	81,0	48731
	Agosto	14	23,0	74,8	49878
	Setiembre	1	22,6	78,5	47926
Plantación forestal	Junio	8	22,5	81,1	44995
	Julio	25	23,3	76,3	68325
	Agosto	5	24,1	72,9	97342
	Setiembre	2	23,0	75,3	65571

Análisis estadístico

- Para evaluar evaluar la influencia de los factores ambientales en la producción de inflorescencias se utilizó el análisis de covarianza (ANCOVA), considerando a la inflorescencia como la variable dependiente, los sistemas de cultivo y los meses estudiados (junio, julio, agosto y setiembre) como factores fijos dentro del análisis, en tanto, los factores ambientales (temperatura, luminosidad y humedad relativa) fueron considerados como covariables.

- Las hipótesis que se evaluaron fueron las siguientes:

Hipótesis 1:

H_i: Existe influencia significativa de la temperatura en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en CC Tingana, Moyobamba.

H₀: No existe influencia significativa de la temperatura en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en CC. Tingana, Moyobamba.

Hipótesis 2:

H_i: Existe influencia significativa de la luminosidad en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en CC Tingana, Moyobamba.

H₀: No existe influencia significativa de la luminosidad en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en CC. Tingana, Moyobamba.

Hipótesis 3:

H_i: Existe influencia significativa de la humedad relativa en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en CC Tingana, Moyobamba.

H₀: No existe influencia significativa de la humedad relativa en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona* en CC. Tingana, Moyobamba.

- En todos los casos el nivel de significancia fue 0,05 y la regla de decisión se sustentó en rechazar H₀ si p valor > 0,05 y aceptar H_i si p valor < 0,05.

- Se utilizó el estadístico de Bonferroni a un nivel de significancia de 0,05 como prueba post hoc para realizar las comparaciones por parejas.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se utilizó la estadística descriptiva para sistematizar los resultados de los dos primeros objetivos y para evaluar la influencia de los factores ambientales en la producción de inflorescencias se utilizó el análisis de covarianzas (ANCOVA) con el estadístico Bonferroni al 0,05 de significancia como prueba post hoc.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Factores ambientales (luminosidad, temperatura y humedad relativa) en los sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*

4.1.1. Luminosidad en los sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*

La Figura 7, muestra que los tres sistemas de cultivo registraron niveles de luminosidad mayores en horario del medio día a diferencia de los horarios de la mañana y de la tarde; asimismo, se evidencia particularmente en horario del medio día un incremento de la luminosidad en los tres sistemas entre los meses de julio y agosto con descensos en junio y a partir de agosto; por otro lado, se evidencia que en los tres horarios la luminosidad registrada en la plantación forestal supera a lo encontrado en los otros sistemas de cultivo.

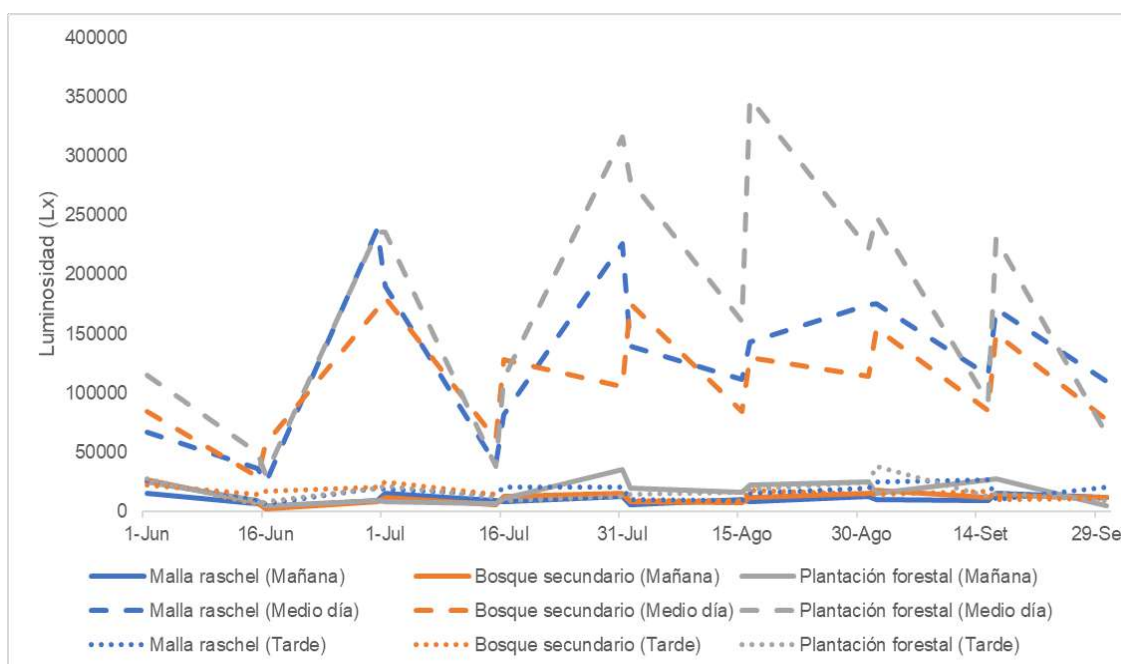


Figura 7

Luminosidad (Lx) registrado en los sistemas de cultivo según horario.

La Tabla 9 (ver Anexo 3) muestra que, en el horario de la mañana el menor valor de luminosidad se registró en el bosque secundario (2 510,0 Lx) en junio y el mayor valor en la plantación forestal (35 105,0 Lx) en julio, donde además se estimó el mayor valor promedio (21 052,3 Lx) en agosto y el menor valor fue determinado en malla raschel (8 806,0 Lx) en junio. Asimismo, la Tabla 9 muestra que, con respecto al horario de medio día, el menor valor de luminosidad se registró en malla raschel (24 090,0 Lx) en junio y

el mayor valor en plantación forestal (348 201,0 Lx) en agosto, donde además se determinó el mayor valor promedio (252 292,8 Lx) y el menor promedio se estimó en el bosque secundario (85 353,8 Lx) en junio. Finalmente, para el horario tarde en la plantación forestal se registró el mayor (38 210,0 Lx) y menor (5 440,0 Lx) valor de luminosidad en setiembre y junio, respectivamente, además el menor y mayor valor promedio se estimó en el bosque secundario (12 890,0 Lx) en agosto y en malla raschel (20 383,5 Lx) en setiembre, respectivamente.

Entre los tres sistemas estudiados el sistema de plantación forestal registró mayores niveles de luminosidad promedios entre 11 817,9 Lx en la mañana y 252 292,8 Lx al medio día, en tanto, los otros dos sistemas registraron menores niveles de luminosidad a excepción de malla raschel en horario de la tarde donde se registró 20 383,5 Lx. Puthur (2005) refiere que intensidades de luz superiores a $800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (43 200 Lx) podrían presentar efectos negativos en la productividad de vainilla y también valores altos pueden dañar a los tejidos (Andrade-Andrade et al., 2023), en cambio niveles bajos pueden retardar la floración (Kataoka et al., 2004). La luminosidad registrada en la mayoría de días en los tres sistemas se encontraron dentro de los rangos ideales ya que en la etapa del cultivo estudiado es necesario la intensidad de luz para la inducción floral (Díez et al., 2017; Runkle, 2019) y diferenciación floral (Borbolla-Pérez et al., 2017).

Los mayores niveles de luminosidad registrados al medio día particularmente puede deberse a que en esta hora los niveles de UV son máximos porque los rayos solares recorren una menor distancia posible en la atmósfera, situación inversa la que sucede en la mañana y en la tarde (Environmental Protection Agency (EPA), 2006). Asimismo, la plantación forestal registra mayor luminosidad, lo cual se puede deber a que estos sistemas al igual que los agroforestales controlan la proporción de luz que ingresa al sistema (Paniagua et al., 2013), lo cual podría incidir en los niveles más altos de temperatura registrados en el sistema y en niveles bajos de humedad que guarda relación inversa con la temperatura (Parad et al., 2022).

4.1.2. Temperatura en los sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*

En junio, la temperatura media horaria en el día registrado en malla raschel y plantación forestal con variaciones de 18,1 a 29,5 °C y de 18,5 a 29,5 °C respectivamente, fueron superiores a lo registrado en el bosque secundario entre las 9:00 y 16:00 hrs (Figura 8a). En julio, la plantación forestal registró mayores niveles de temperatura (entre 20,1 y 32,2 °C) entre las 7:00 y 12:00 hrs del día (Figura 8b). En agosto, bosque secundario y malla raschel registraron niveles de temperatura similares y entre las 9:00 y 18:00 hrs

en plantación forestal se registraron mayores temperaturas que oscilan entre 26,2 a 34,6 °C (Figura 8c). En setiembre entre las 7:00 y 13:00 hrs bosque secundario registró mayores valores de temperatura a comparación de malla raschel y entre las 10:00 y 16:00 hrs plantación forestal registró mayores temperaturas que los otros dos sistemas (Figura 8d).

A nivel general, la Figura 8a a 8d muestran en los cuatro meses de estudio diferencias entre los niveles de temperatura mínimos y máximos durante el día en los tres sistemas de cultivo, donde a partir de las 7:00 hrs la temperatura empieza a aumentar hasta llegar a sus picos más altos entre las 11:00 y 15:00 hrs, a partir del cual comienza a descender registrando los menores valores entre las 19:00 y 6:00 horas del día siguiente, información que respaldan Parada-Molina et al. (2022) refiriendo que en un sistema de monocultivo, acahual y malla sombra las máximas temperaturas se presentan entre las 12:00 y las 15:00 hrs, y las mínimas entre las 6:00 y las 7:00 hrs, lo cual se debe principalmente a la distribución diaria de la temperatura en el ambiente.

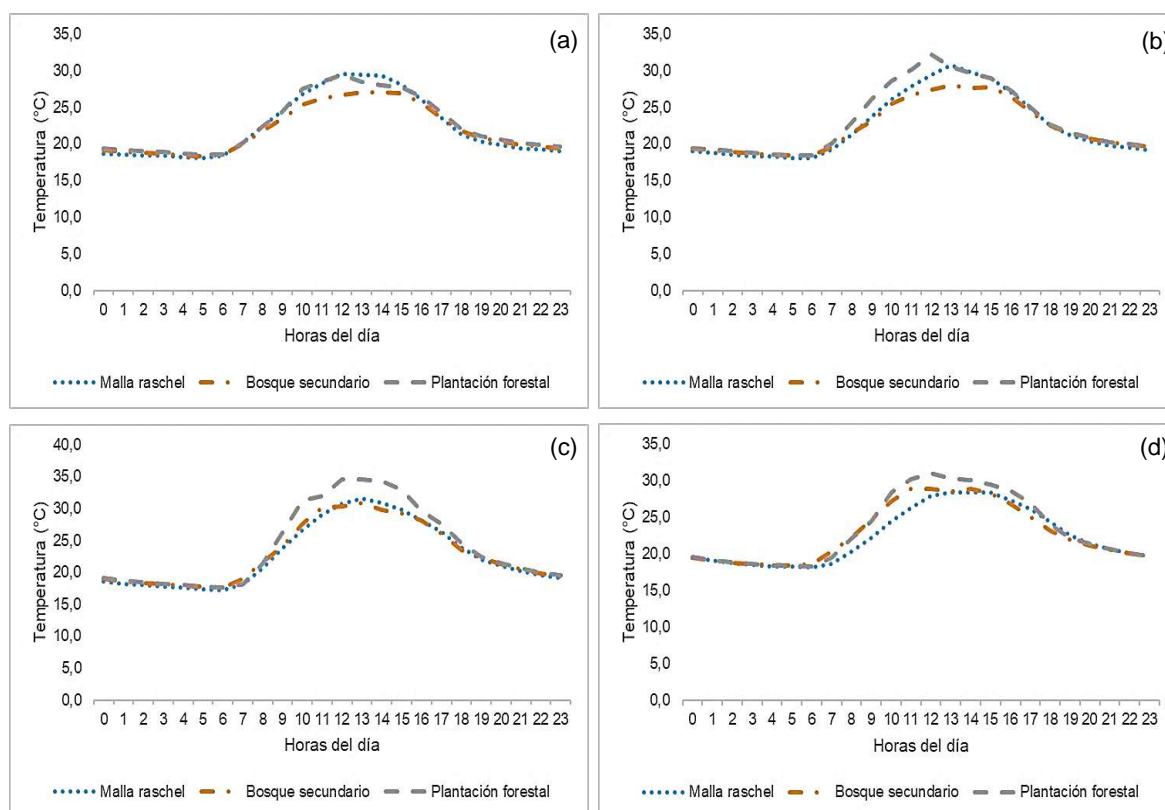


Figura 8

Distribución de la temperatura media horaria en los sistemas de cultivo. (a) junio, (b) Julio, (c) Agosto, d) setiembre.

En junio, malla raschel y plantación forestal registraron temperaturas máximas diarias similares a comparación de bosque secundario donde las temperaturas máximas fueron

menores, en cambio, los niveles mínimos y medios diarios fueron casi similares en los sistemas de cultivo; la máxima temperatura se registró en plantación forestal (34,3 °C) y la mínima en bosque secundario (14,8 °C), en tanto, la mayor y menor temperatura media se registró en plantación forestal (24,1 °C) y bosque secundario (20,2 °C), respectivamente (Figura 9a).

En julio, los tres sistemas registraron temperaturas máximas diarias diferentes con mayores niveles en plantación forestal, en cambio, los niveles mínimos y medios diarios fueron casi similares en los sistemas de cultivo con ligero aumento de temperaturas medias en plantación forestal; la máxima temperatura se registró en plantación forestal (37,9 °C) y la mínima en malla raschel (14,9 °C); la mayor y menor temperatura media se registró en plantación forestal (25,1 °C) y bosque secundario (20,6 °C), respectivamente (Figura 9b).

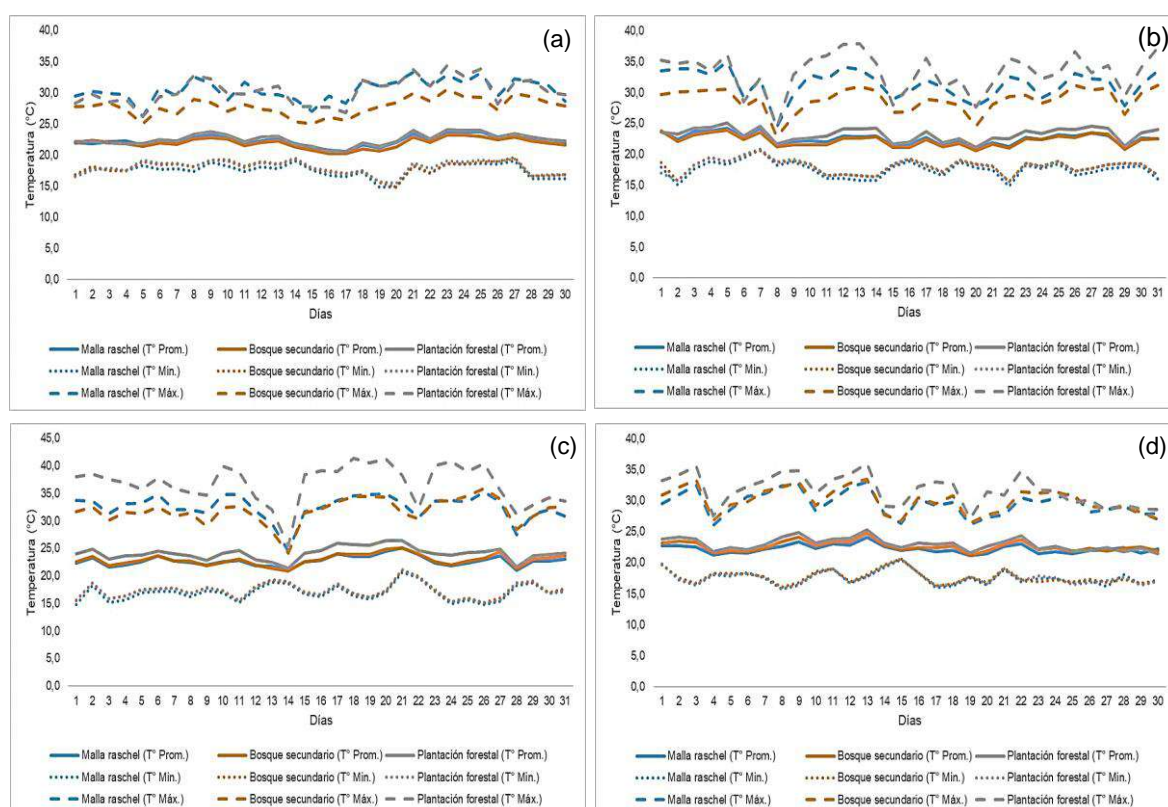


Figura 9

Distribución de la temperatura mínima, máxima y media en los sistemas de cultivo. (a) Junio, (b) Julio, (c) Agosto, d) setiembre.

En agosto, malla raschel y bosque secundario registraron temperaturas máximas diarias similares a diferencia de plantación forestal donde las temperaturas máximas fueron mayores, en cambio, los niveles mínimos y medios diarios fueron casi similares en los sistemas de cultivo con ligero aumento de temperaturas medias en plantación forestal; la máxima temperatura se registró en plantación forestal (41,4 °C) y la mínima en malla

raschel (14,8 °C); la mayor y menor temperatura media se registró en plantación forestal (26,4 °C) y bosque secundario (20,9 °C), respectivamente (Figura 9c).

En setiembre, malla raschel y bosque secundario registraron temperaturas máximas diarias similares a comparación de plantación forestal donde las temperaturas máximas fueron mayores, en cambio, los niveles mínimos y medios diarios fueron casi similares en los sistemas de cultivo; la máxima temperatura se registró en plantación forestal (36,0 °C) y la mínima en malla raschel (15,8 °C), la mayor y menor temperatura media se registró en plantación forestal (25,3 °C) y malla raschel (21,1 °C), respectivamente (Figura 9d).

Kumar y Balamohan (2013) refieren que las temperaturas ideales para cultivar vainilla son de 15 a 20 °C en la noche y 15 a 30 °C en el día, si bien durante los meses los tres sistemas registraron temperaturas en mencionados rangos, también llegaron a registrar temperaturas máximas diarias mayores a los 32 °C, como la plantación forestal que registró en agosto valores mayores a los 40 °C, temperaturas que fácilmente podrían favorecer a la inhibición de la inducción floral por estrés oxidativo (Ali et al., 2005) aborto prematuro de flores (Borbolla-Pérez et al., 2017) o a la caída prematura de los frutos y enfermedades en la etapa de desarrollo (Pérez-Silva et al., 2021; Villarreal y Herrera-Cabrera, 2018).

4.1.3. Humedad relativa en los sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*

En junio, la humedad relativa media horaria en el día registrado en malla raschel y plantación forestal con variaciones de 68,1 a 99,7 % y de 65,2 a 96,8 % respectivamente, fueron menores a lo registrado en el bosque secundario entre las 9:00 y 15:00 hrs (Figura 10a). En julio, la plantación forestal registró menor humedad (entre 58,0 y 94,5 %) entre las 7:00 y 13:00 hrs del día (Figura 10b). En agosto, bosque secundario y malla raschel registraron niveles de temperatura similares y entre las 8:00 y 18:00 hrs en plantación forestal se registró menor humedad que oscila entre 49,8 y 72,6 % (Figura 10c). Finalmente, en setiembre entre las 7:00 y 13:00 hrs bosque secundario registró menor humedad a comparación de malla raschel y entre las 9:00 y 16:00 hrs plantación forestal registró menores temperaturas que los otros dos sistemas (Figura 10d).

A nivel general, la Figura 10a a 10d muestran en los cuatro meses de estudio diferencias entre los niveles de humedad relativa mínimos y máximos durante el día en los tres sistemas de cultivo, donde a partir de las 7:00 hrs la humedad empieza a descender hasta llegar a sus picos más bajos entre las 11:00 y 15:00 hrs, a partir del cual comienza a aumentar registrando los mayores valores entre las 19:00 y 6:00 horas del día

siguiente. La humedad relativa en los tres sistemas presentó un comportamiento inverso a la temperatura tal y como lo refiere Parada-Molina et al. (2022) que en tres sistemas de cultivo (monocultivo, acahual y malla sombra) los valores máximos de humedad coincidieron con los mínimos de temperatura y viceversa.

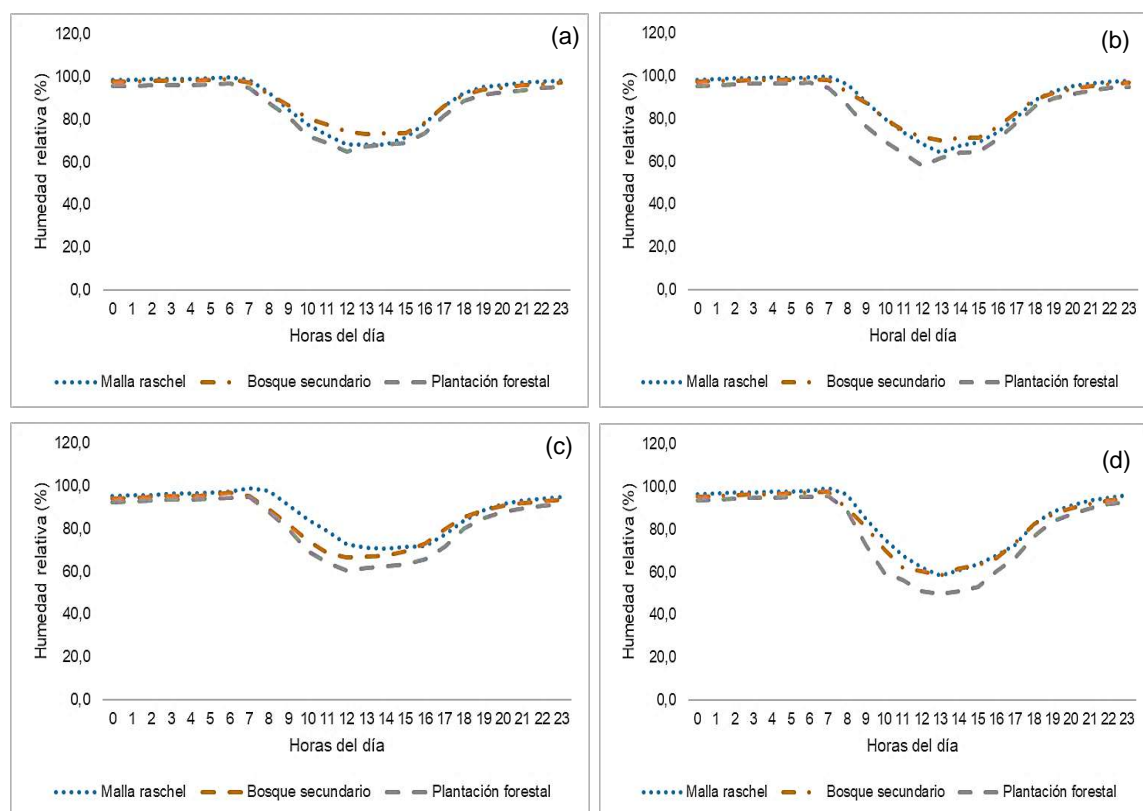


Figura 10

Distribución de la humedad relativa media horaria en los sistemas de cultivo. (a) Junio, (b) Julio, (c) Agosto, d) setiembre.

En junio, malla raschel y plantación forestal registraron niveles de humedad relativa similares a comparación de bosque secundario donde la humedad fue menor; la mayor y menor humedad relativa media se registró en bosque secundario (94,7 %) y plantación forestal (81,1 %), respectivamente (Figura 11a).

En julio, también malla raschel y plantación forestal registraron niveles de humedad relativa similares a comparación de bosque secundario donde la humedad fue menor; la mayor y menor humedad relativa media se registró en bosque secundario (98,2 %) y plantación forestal (76,3 %), respectivamente (Figura 11b).

En agosto, malla raschel y plantación forestal registraron niveles de humedad relativa similares a comparación de bosque secundario donde la humedad fue menor; la mayor y menor humedad relativa media se registró en malla raschel (94,9 %) y plantación forestal (72,9 %), respectivamente (Figura 11c).

En setiembre, los tres sistemas registraron niveles de humedad relativa diferentes, donde los mayores valores se registraron en malla raschel y los menores valores en plantación forestal; la mayor y menor humedad relativa media se registró en malla raschel (93,6 %) y plantación forestal (75,3 %), respectivamente (Figura 11c).

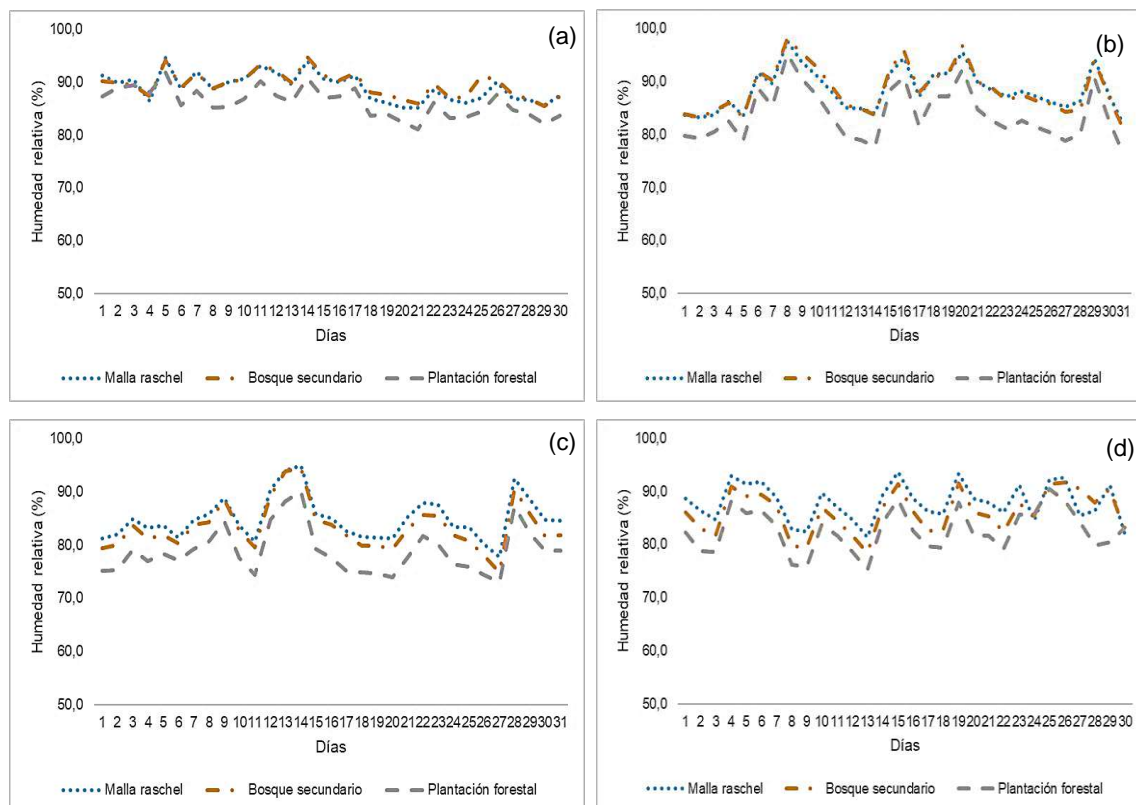


Figura 11

Distribución de la humedad relativa media en los sistemas de cultivo. (a) Junio, (b) Julio, (c) Agosto, d) setiembre.

La Figura 11a a 11d muestran en los cuatro meses de estudio la humedad relativa mínima, máxima y media diaria registrados en los sistemas de cultivo, donde se observa menor humedad en plantación forestal en junio, julio y agosto a diferencia de los otros sistemas y se observa diferencia de los valores de humedad entre los sistemas en cada mes. Sohail (2022) refiere que las condiciones de humedad relativa adecuada para la producción de vainilla son de 65 al 85 % y alrededor de 80 % (Kumar y Balamohan, 2013). Los sistemas de cultivo registraron en todos los meses niveles óptimos de humedad relativa, aunque hubo días donde se registró valores mínimos de humedad menores al 65 % lo cual podría generar estrés y favorecer a la inhibición de la inducción floral (Ali et al., 2005), aunque *Vanilla pompona* es una especie tolerante a periodos prologados de sequía (Barreda-Castillo et al., 2023; Cameron, 2018).

4.2. Producción de inflorescencias en los sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*

4.2.1. Producción de inflorescencias y botones florales según meses

De acuerdo a los meses estudiados, en los tres sistemas de cultivo a partir de la quincena de junio hasta la quincena de agosto se encontraron inflorescencias, cuyas cantidades fueron: 36 en malla raschel, de los cuales la mayor cantidad (11) se encontraron del 16 al 31 de julio; en bosque secundario se registró la mayor cantidad (44 inflorescencias), de los cuales el mayor número (14) se encontraron del 01 al 15 de julio; finalmente, en plantación forestal se registró 40 inflorescencias, de los cuales la mayor cantidad (15) se encontraron del 16 al 31 de julio (Figura 12a).

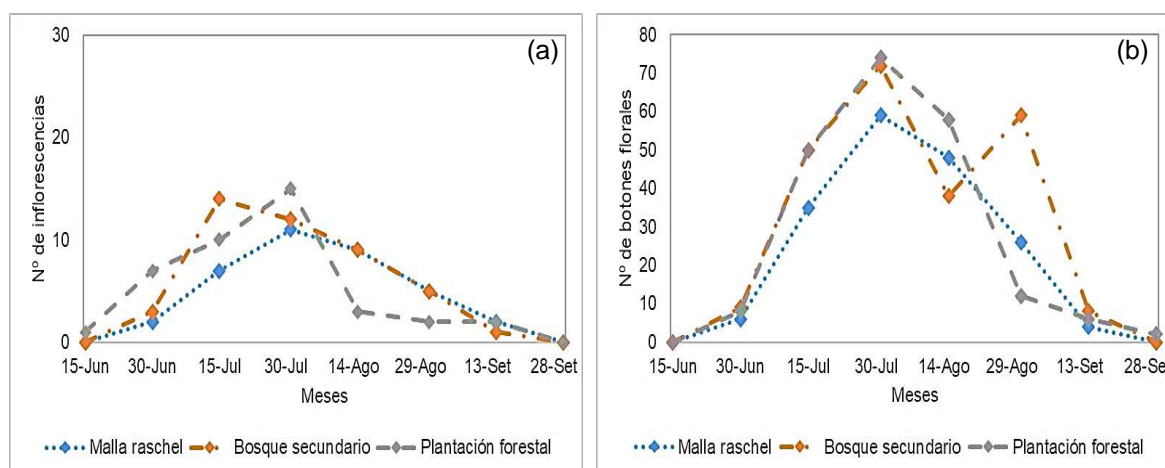


Figura 12

Producción de inflorescencias según y botones florales según meses. (a) Inflorescencias, (b) Botones florales.

En los tres sistemas de cultivo a partir de la quincena de junio hasta la quincena de agosto se encontraron botones florales, cuyas cantidades fueron: 178 en malla raschel, de los cuales la mayor cantidad (59) se encontraron del 16 al 31 de julio; en bosque secundario se registró la mayor cantidad (236), de los cuales el mayor número (72) se encontraron del 16 al 31 de julio; finalmente, en plantación forestal se registró 210 botones florales, de los cuales la mayor cantidad (74) se encontraron del 16 al 31 de julio (Figura 12b).

Soto y Dressler (2009) refieren que el periodo de floración de la *V. pompona* es de abril a junio; sin embargo, Viveros-Antonio et al. (2023) refieren que en localidades de Oaxaca, Jalisco, Puebla y Veracruz en México los periodos de floración de *V. pompona* son tres: floración temprana (marzo-mayo), continua (marzo-octubre) y tardía (junio-agosto); al respecto, en el área de estudio se monitoreo el periodo de floración desde el

mes de abril y se encontró inflorescencias a partir de junio, pudiendo considerar que en la zona se desarrolla una floración tardía debido a la región geográfica, condiciones climáticas presentes y al manejo del cultivo en la Concesión para Conservación Tingana, ya que los factores que influyen en el periodo de floración de las orquídeas son la luz y temperatura, factores bióticos y abióticos (Ordóñez-Blanco y Parrado-Rosselli, 2017; Van Schaik et al., 1993), disponibilidad hídrica y el manejo del cultivo (Rocha-Flores et al., 2018).

4.2.2. Cantidad total de inflorescencias y botones flores por planta en los sistemas de cultivo

La mayoría de plantas de *V. pompona* en malla raschel produjeron entre 1 y 4 inflorescencias/planta y en bosque secundario y plantación forestal entre 2 y 4 inflorescencias/planta, además en los tres sistemas hubo plantas que produjeron cantidades tan altas de hasta 6 inflorescencias/planta y tan bajas de hasta 1 inflorescencia/planta en bosque secundario y plantación forestal, y 0 inflorescencias/planta en malla raschel; asimismo, en bosque secundario una planta produjo la mayor cantidad de inflorescencias (8 inflorescencias/planta) (Figura 13).

La media de inflorescencias/planta en bosque secundario (2,93 inflorescencias/planta) fue mayor que lo obtenido en plantación forestal (2,67 inflorescencias/planta) y malla raschel (2,40 inflorescencias/planta) (Figura 13). Asimismo, de las 15 plantas que se evaluaron en cada sistema, la mayor cantidad de inflorescencias se produjo en bosque secundario (44 inflorescencias), seguido de plantación forestal (40 inflorescencias) y malla raschel (36 inflorescencias).

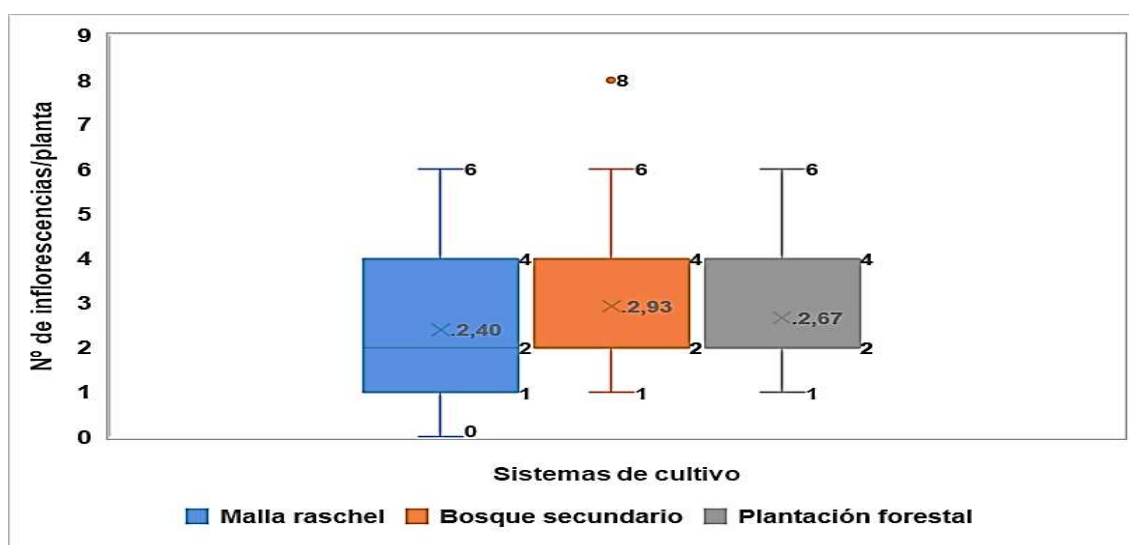


Figura 13

Cantidad de inflorescencias producidos en los sistemas de cultivo.

La media de producción de inflorescencias en malla raschel fue menor en relación a lo encontrado en bosque secundario y plantación forestal, lo cual probablemente se debe a los factores ambientales estudiados, debido a que en los meses de floración este sistema de cultivo registró menores niveles de luminosidad en relación a los otros sistemas, dado a que como señala Puthur (2005) el éxito de los cultivos de vainilla en gran medida están influenciados por el manejo de la luz, al considerarse este como la variable ambiental más incidente en la fotosíntesis.

En bosque secundario y plantación forestal hubo mayor cantidad de plantas con producción entre 2 y 4 inflorescencias/planta y aunque en los tres sistemas algunas plantas produjeron hasta 6 inflorescencias/planta y en bosque secundario hasta 8 inflorescencias/planta, las medias de producción en los tres sistemas fue relativamente bajo con respecto a lo encontrado por Diez et al. (2016) (7,7 inflorescencias/planta) y lo referido por Ranadive (2005) quien manifiesta que los cultivos de vainilla producen entre 8 y 15 inflorescencias. En gran parte la diferencia en los resultados se puede deber a las características genéticas de la *V. pompona*, además del estado nutricional de las plantas que puede afectar los procesos de floración (Diez et al., 2016), las propiedades del suelo (Rahman et al., 2019), el manejo del cultivo (Rocha-Flores et al., 2018), además del periodo de estrés por el cual podrían estar pasando las plantas, debido a que Ramya (2008) encontró que al someter a plantas de vainilla a un mes, mes y medio, dos meses y dos meses y medio el número de inflorescencias por planta fue de 3,85, 4,2, 3,23 y 1,75, respectivamente, valores similares a lo reportando en el estudio.

La Figura 14 muestra que la mayoría de plantas de *V. pompona* en malla raschel produjeron entre 8 y 14 botones florales/planta, en bosque secundario entre 9 y 23 botones florales/planta y en plantación forestal entre 9 y 16 botones florales/planta; asimismo, en malla raschel algunas plantas produjeron cantidades tan bajas de 0 botones florales/planta y en bosque secundario y plantación forestal 5 botones florales/planta; asimismo, en bosque secundario una planta produjo una mayor cantidad de botones (46 botones florales/planta) debido a que este individuo produjo mayor cantidad de inflorescencias.

La media de botones florales/planta en bosque secundario (15,73 botones florales/planta) fue mayor que lo obtenido en plantación forestal (14,00 botones florales/planta) y malla raschel (11,87 botones florales/planta) (Figura 14). Asimismo, de las 15 plantas que se evaluaron en cada sistema, la mayor cantidad de botones florales se produjo en bosque secundario (236 botones florales), seguido de plantación forestal (210 botones florales) y malla raschel (178 botones florales).

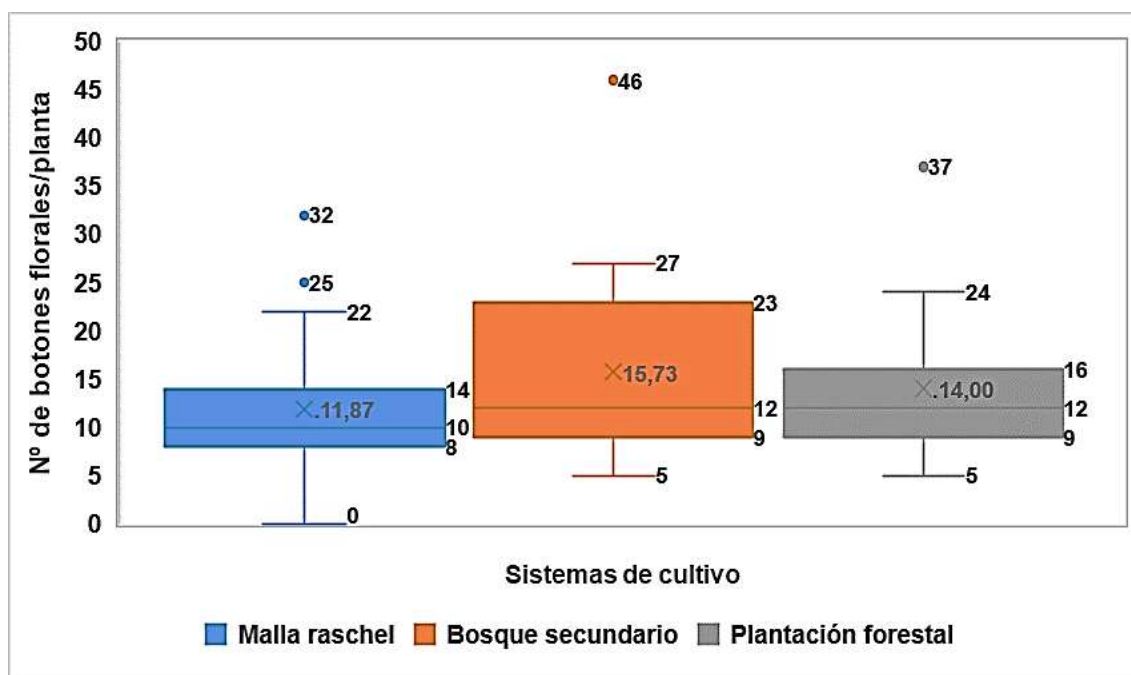


Figura 14

Cantidad total de botones florales producidos en los sistemas de cultivo.

Rocha-Flores et al. (2018) encontró que una planta de *V. planifolia* produce en promedio 37,38 flores/planta; al respecto, la especie de *V. pompona* estudiada produce un menor promedio de botones flores por planta (15,73) en bosque secundario, aunque hubo una planta que llegó a producir 46 botones florales, debido a que esta registró mayor número de inflorescencias, de los cuales depende los botones florales, además, la diferencia en los resultados se debe a diversos factores (ambientales, suelo, manejo del cultivo) y también como lo refieren Diez et al. (2016) los botones florales están sujetos a un control genético y es dependiente de la especie vegetal.

4.3. Analizar la influencia de los factores ambientales en la producción de inflorescencias en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*

4.3.1. Influencia de la temperatura en la producción de inflorescencias en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*

La Figura 15a a 15c muestran que en los tres sistemas de cultivo entre julio y agosto la producción constante de inflorescencias se paralizó y comenzó a reducirse, particularmente esto puede deberse a un incremento de la temperatura media por sobre los 23 °C en bosque secundario y plantación forestal, y cercano al valor mencionado en malla raschel, es así que agosto fue considerado como el mes más seco y de mayor estrés hídrico que puede incidir en la reducción de la producción de inflorescencias.

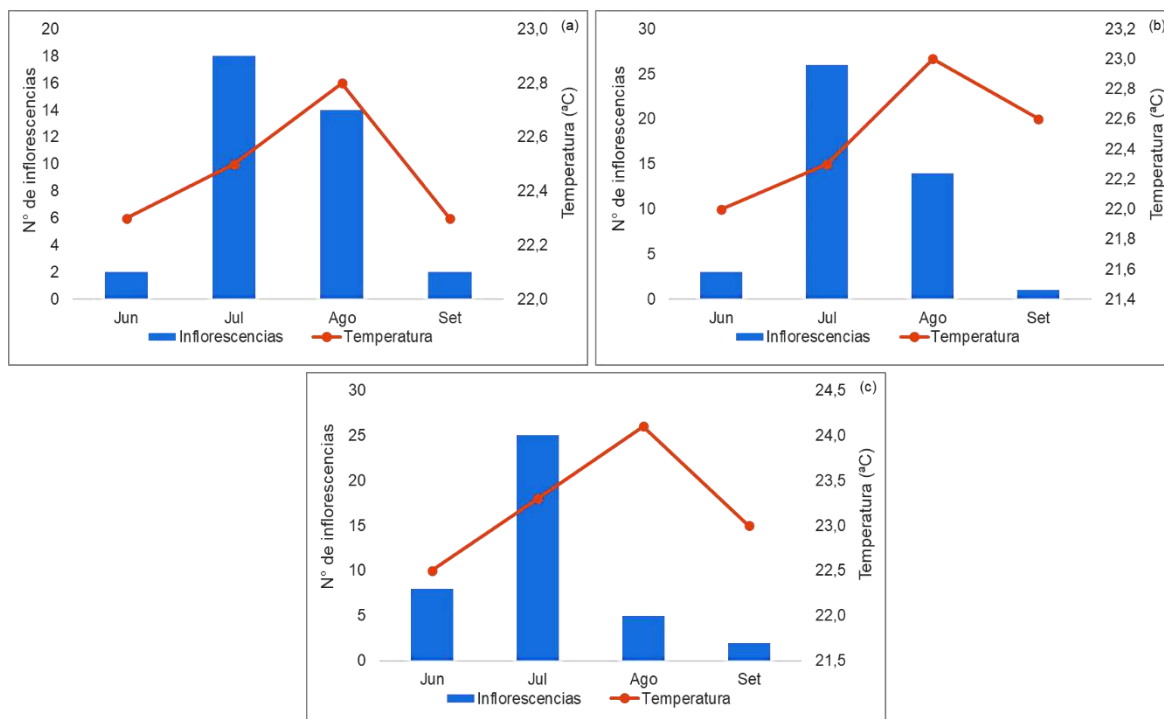


Figura 15

Distribución del número de inflorescencias con respecto a la temperatura en los sistemas de cultivo. (a) Malla raschel, (b) Bosque secundario, (c) Plantación forestal.

La Tabla 3 muestra a través de la prueba de ANCOVA que los sistemas de cultivo no mostraron diferencias en la producción de inflorescencias ($p = 0,128$), situación distinta de los meses estudiados que si incidieron en la variable dependiente ($p = 0,001$) con un efecto grande en la producción de inflorescencias evidenciado en la eta parcial al cuadrado ($\eta_p^2 = 0,951$); asimismo, se observa que la temperatura influyó en la producción de las inflorescencias ($p = 0,046$) con un nivel de efecto medio ($\eta_p^2 = 0,582$).

Tabla 3

Prueba de ANCOVA entre el número de inflorescencias y la temperatura

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	883,960	6	147,327	16,726	,004*	,953
Intersección	65,798	1	65,798	7,470	,041*	,599
Sistemas de cultivo	56,052	2	28,026	3,182	,128	,560
Meses	859,649	3	286,550	32,533	,001*	,951
Temperatura	61,293	1	61,293	6,959	,046*	,582
Error	44,040	5	8,808			
Total	2128,000	12				
Total corregido	928,000	11				

Nota: * Significativo al 0,05.

La Tabla 4 muestra diferencias estadísticamente significativas de las medias ajustadas del mes de julio con junio y setiembre, más no con el mes de agosto, el cual muestra

diferencias estadísticamente significativas solamente con setiembre. Estos resultados encontrados refieren que las condiciones de temperatura del mes de julio fueron las mejores para el desarrollo de inflorescencias en relación con los demás meses.

Tabla 4

Comparaciones por parejas entre los meses de estudio y la producción de inflorescencias con la temperatura como covariable

(I) Meses	(J) Meses	Diferencia de medias (I-J)	Sig. ^b
Junio	Julio	-23,944*	,004
	Agosto	-19,250	,093
	Setiembre	-1,798	1,000
Julio	Junio	23,944*	,004
	Agosto	4,694	1,000
	Setiembre	22,145*	,002
Agosto	Junio	19,250	,093
	Julio	-4,694	1,000
	Setiembre	17,452*	,040
Setiembre	Junio	1,798	1,000
	Julio	-22,145*	,002
	Agosto	-17,452*	,040

Nota: Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

La temperatura media de julio fue superior a lo estimado en junio y menor a lo registrado en agosto, mes que fue considerado como el periodo seco al registrar mayores niveles de temperatura con máximas que llegaron a superar los 40 °C en plantación forestal, sistema donde se evidenció una mayor reducción de la producción de inflorescencias al pasar de julio a agosto, particularmente se asume a que este fenómeno sucedido en los tres sistemas en agosto se debe a las temperaturas elevadas que se registraron en los sistemas de cultivo, con máximos diarios superiores a los 33 °C que junto a déficit de precipitaciones puede alterar el normal desarrollo del proceso de floración (Villarreal y Herrera-Cabrera, 2018) por inhibición de la inducción floral por estrés oxidativo (Ali et al., 2005).

Se determinó que la temperatura es un factor ambiental que incide en la producción de inflorescencias según meses estudiados, información que se corrobora con lo encontrado por Andrade et al. (2023) quienes afirman que la temperatura es un parámetro que incide en la densidad de inflorescencias y que temperaturas medias más elevadas puede afectar negativamente la producción de inflorescencias, tal y como se determinó en los sistemas de cultivo en el mes de agosto, donde el incremento brusco de los valores de temperatura redujo la producción de inflorescencias de *V. pompona*.

4.3.2. Influencia de la luminosidad en la producción de inflorescencias en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*

El sistema bosque secundario (Figura 16b) y plantación forestal (Figura 16c) registraron mayores niveles de luminosidad en agosto donde se registró la mayor temperatura promedio, en ambos sistemas estos dos parámetros más importantes guardaron una relación directa y el incremento de la luminosidad por sobre lo normal pudo haber incidido en la reducción de inflorescencias, lo cual se evidencia más en plantación forestal, además, en malla raschel (Figura 16a) el nivel promedio de luminosidad de julio y agosto varió poco al igual que la producción de inflorescencias, sin embargo, ante un incremento de la luminosidad media en setiembre la producción de inflorescencias se redujo ampliamente.

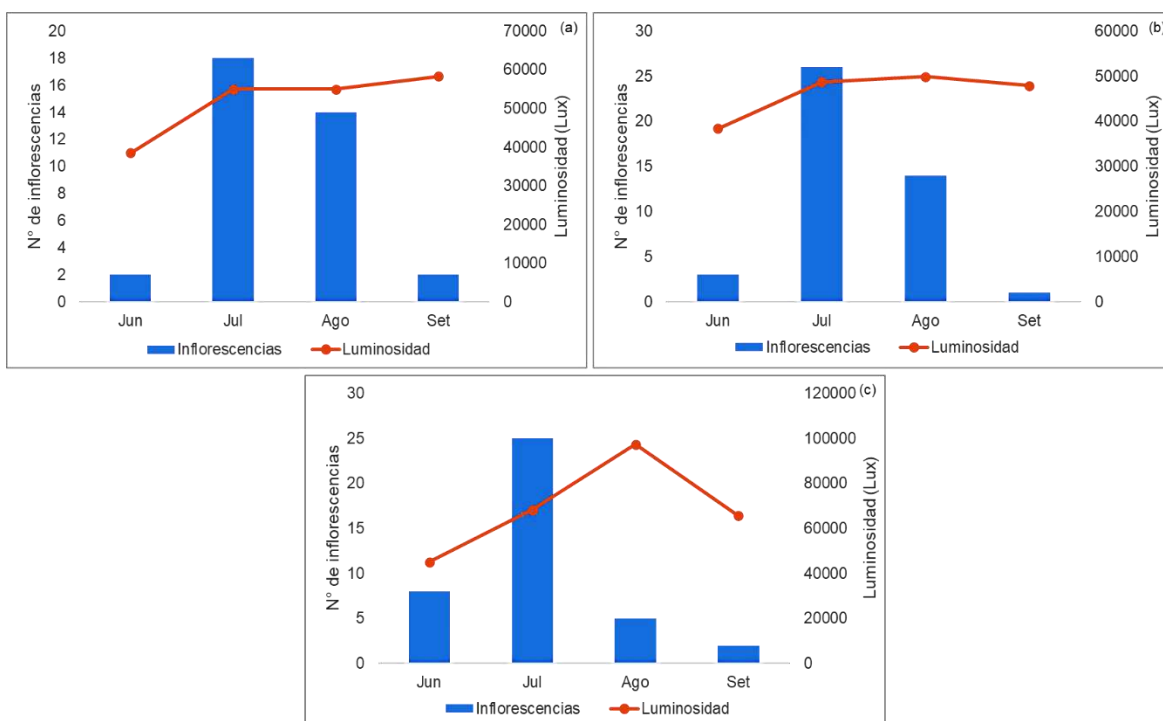


Figura 16

Distribución del número de inflorescencias con respecto a la luminosidad en los sistemas de cultivo. (a) Malla raschel, (b) Bosque secundario, (c) Plantación forestal.

La Tabla 5 muestra a través de la prueba de ANCOVA que la producción de inflorescencias varió significativamente según meses estudiados ($p = 0,001$) con un efecto grande ($\eta_p^2 = 0,962$) y no difirió según sistemas de cultivo ($p = 0,115$); asimismo, se observa que la luminosidad influyó en la producción de las inflorescencias ($p = 0,046$) con un nivel de efecto medio ($\eta_p^2 = 0,666$), aunque el valor de este efecto es mayor a lo obtenido con la temperatura ($\eta_p^2 = 0,582$), lo que refiere que el efecto de la luminosidad es un poco más intenso que el de la temperatura.

Tabla 5*Prueba de ANCOVA entre el número de inflorescencias y la luminosidad*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	892,861	6	148,810	21,174	,002*	,962
Intersección	161,302	1	161,302	22,952	,005*	,821
Sistemas de cultivo	48,314	2	24,157	3,437	,115	,579
Meses	877,796	3	292,599	41,634	,001*	,962
Luminosidad	70,194	1	70,194	9,988	,025*	,666
Error	35,139	5	7,028			
Total	2128,000	12				
Total corregido	928,000	11				

Nota: * Significativo al 0,05.

La Tabla 6 muestra diferencias estadísticamente significativas de las medias ajustadas del mes de julio y agosto con junio y setiembre, y no hubo diferencias significativas entre julio y agosto, y entre junio y setiembre. Estos resultados encontrados refieren que las condiciones de luminosidad del mes de agosto y principalmente de julio fueron las mejores u óptimas para producir inflorescencias a comparación de los niveles de luminosidad registrados en los meses de junio y setiembre.

Tabla 6*Comparaciones por parejas entre los meses de estudio y la producción de inflorescencias con la luminosidad como covariable*

(I) Meses	(J) Meses	Diferencia de medias (I-J)	Sig. ^b
Junio	Julio	-24,350*	,002
	Agosto	-15,772*	,043
	Setiembre	-2,987	1,000
Julio	Junio	24,350*	,002
	Agosto	8,578	,099
	Setiembre	21,363*	,001
Agosto	Junio	15,772*	,043
	Julio	-8,578	,099
	Setiembre	12,785*	,020
Setiembre	Junio	2,987	1,000
	Julio	-21,363*	,001
	Agosto	-12,785*	,020

Nota: Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

Por lo general la luminosidad guarda una relación directa con la temperatura, situación que fue más evidente en plantación forestal; sin embargo, en malla raschel se evidenció un incremento de la luminosidad entre agosto y setiembre, meses en los cuales la temperatura disminuyó, particularmente este fenómeno puede deberse a que en malla raschel se utilizaron tutores vivos y que hasta el mes de agosto no se desarrollaba la práctica de la poda de los árboles, una práctica de manejo que al no realizarse propicia

la sombra y reduce el ingreso de luz recibida por las vainillas (Andrade et al., 2023; Parada et al., 2022).

Al igual que la temperatura se determinó que la luminosidad es otro de los factores ambientales que afectaron la producción de inflorescencias con un mayor grado de efecto, resultados que también se corroboran con lo encontrado por Andrade-Andrade et al. (2023) quienes determinaron que la radiación fotosintéticamente activa influyó en la densidad de inflorescencias; particularmente, esto se puede deber a que la intensidad de la luz es importante para la inducción floral (Díez et al., 2017; Runkle, 2019) y diferenciación floral en cultivos de vainilla (Borbolla et al., 2017).

4.3.3. Influencia de la humedad relativa en la producción de inflorescencias en sistemas de cultivo de *Vanilla pompona*

La Figura 17a a 17c muestran que en los tres sistemas de cultivo entre julio y agosto la producción constante de inflorescencias se paralizó y comenzó a reducirse, esto puede deberse a la reducción considerable de los niveles de humedad por debajo del 75 % y que se deriva del incremento de la temperatura media en estos meses, esto pudo haber generado un periodo de estrés hídrico que fácilmente pudo haber afectado negativamente la producción de inflorescencias.

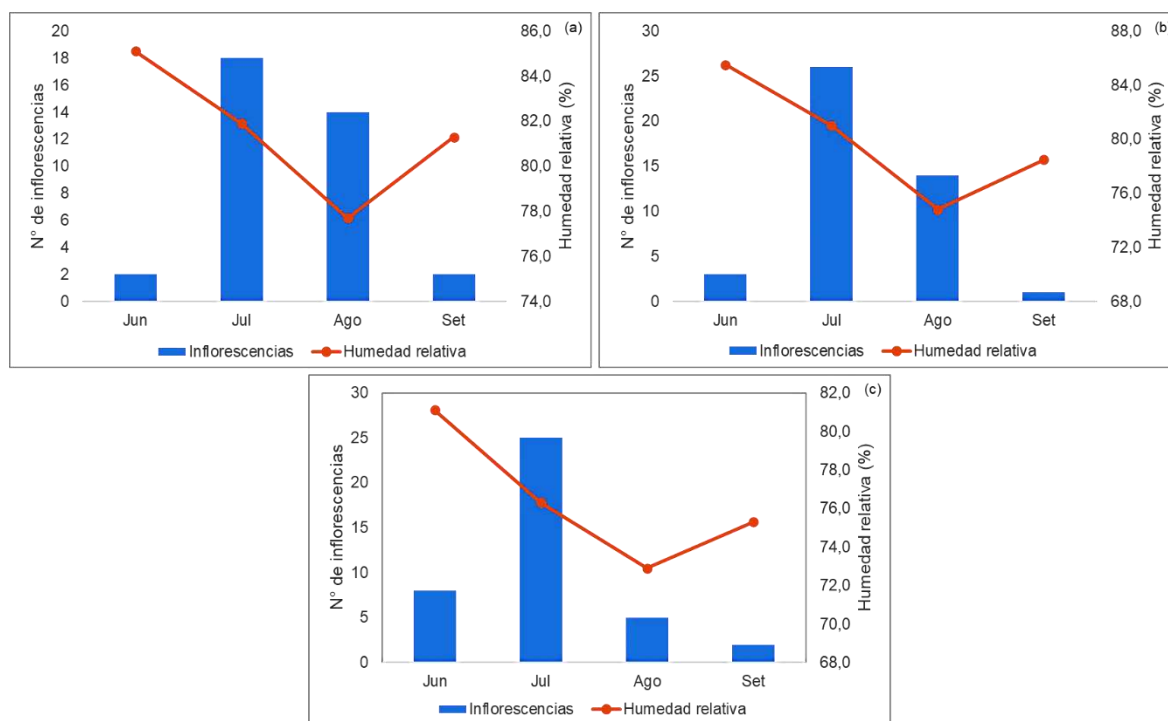


Figura 17

Distribución del número de inflorescencias con respecto a la humedad relativa en los sistemas de cultivo. (a) Malla raschel, (b) Bosque secundario, c) Plantación forestal.

La Tabla 7 muestra a través de la prueba de ANCOVA que la producción de inflorescencias no varió significativamente según sistemas de cultivo ($p = 0,824$) y si difirió según meses estudiados ($p = 0,009$) con un efecto grande ($\eta_p^2 = 0,888$); finalmente, se observa que, a diferencia de la temperatura y luminosidad, la humedad relativa no incidió en la producción de inflorescencias de *V. pompona* ($p = 0,784$).

Tabla 7

Prueba de ANCOVA entre el número de inflorescencias y la humedad relativa

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	824,404	6	137,401	6,632	,028*	,888
Intersección	2,556	1	2,556	,123	,740	,024
Sistemas de cultivo	8,338	2	4,169	,201	,824	,074
Meses	793,350	3	264,450	12,763	,009*	,885
Humedad relativa	1,737	1	1,737	,084	,784	,016
Error	103,596	5	20,719			
Total	2128,000	12				
Total corregido	928,000	11				

Nota: * Significativo al 0,05.

A diferencia de la temperatura y la luminosidad, la humedad relativa no influyó en la producción de inflorescencias de *V. pompona*, a pesar de considerarse un factor ambiental importante para el cultivo de la vainilla queda claro que no es un parámetro importante para el desarrollo de inflorescencias, pero si lo puede ser para el normal desarrollo de otros parámetros del cultivo, tal y como determinaron Andrade-Andrade et al. (2023) en su estudio, que si bien la humedad no influyó en la densidad de inflorescencias si tuvo efectos significativos en la relación de frutos/inflorescencia, con lo cual queda demostrado que es importante mantener condiciones de humedad óptimas para el desarrollo de otros parámetros del cultivo de vainilla.

Kumar y Balamohan (2013) refieren que las condiciones óptimas para cultivar vainilla son de alrededor del 80 %, información que se corrobora con los resultados encontrados ya que la mayor cantidad de inflorescencias que se produjeron en el mes de julio en los tres sistemas de cultivo fueron a condiciones medias de humedad relativa próximos al 80 %.

Se considera a la temperatura y a la intensidad luminosa como los dos parámetros más importantes en los cultivos de vainilla (Lee et al., 2019); información que se corrobora con lo encontrado en la presente investigación, debido a que en los tres sistemas de cultivo estudiados la temperatura y la luminosidad de los meses en estudio influyeron en la producción de inflorescencias, esto se debe a que la temperatura tiene efectos en la densidad de inflorescencias (Andrade-Andrade et al., 2023) y la intensidad de la luz

es la variable ambiental más relevante en la fotosíntesis (Puthur, 2005), favorece la inducción floral (Díez et al., 2017; Runkle, 2019) y diferenciación floral (Borbolla et al., 2017).

Al evaluar la influencia de los factores ambientales en la producción de inflorescencias se determinó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas de cultivo estudiados; no obstante, los resultados obtenidos permiten concluir que el mejor sistema para la producción de inflorescencias de *V. pompona* en la Concesión para la Conservación Tingana es el bosque secundario ya que produjo un mayor número de inflorescencias en todo el periodo de estudio y particularmente una mayor cantidad en el mes de julio donde las condiciones de temperatura y luminosidad fueron las mejores para el desarrollo de inflorescencias.

CONCLUSIONES

Los valores de luminosidad son diferentes según horarios, donde al medio día los sistemas registran mayor luminosidad, particularmente en plantación forestal. Además, la temperatura y humedad relativa es diferente según los meses, donde plantación forestal registra mayor temperatura y menor humedad, y bosque secundario registra menor temperatura y mayor humedad, con valores similares a lo que registra malla raschel; asimismo, agosto y julio son los meses con mayor temperatura y menor humedad, y setiembre y junio los meses de menor temperatura y mayor humedad.

La producción de inflorescencias y botones florales en *V. pompona* en la Concesión para Conservación Tingana se desarrolla entre los meses de junio y setiembre, con mayor cantidad entre la quincena de julio y la quincena de agosto. El sistema bosque secundario permite obtener una mayor producción de inflorescencias y botones florales en relación a plantación forestal y malla raschel.

La temperatura y la luminosidad son los factores ambientales que influyen en la producción de inflorescencias de *V. pompona*, ambos con niveles medios de efecto, aunque el efecto de la luminosidad es de mayor intensidad; asimismo, los meses de estudio mostraron diferencias en la producción de inflorescencias con un nivel de efecto grande, además, la media de temperatura y luminosidad de julio son los más óptimos para el desarrollo de inflorescencias en el área de estudio; finalmente, los sistemas de cultivo no mostraron diferencias en la producción de inflorescencias, aunque el bosque secundario es el más recomendable para cultivar la *V. pompona* en la concesión.

En respuesta a la hipótesis general planteada se concluye que los factores ambientales como luminosidad y temperatura si influyen en la producción de inflorescencias, en tanto, la humedad relativa es un factor ambiental que no incide en el desarrollo de inflorescencias, además, en la Concesión para la Conservación Tingana el sistema de bosque secundario produce un mayor número de inflorescencias debido a que presenta condiciones de luminosidad y temperatura más adecuadas en relación a los otros sistemas de cultivo.

RECOMENDACIONES

A los agricultores de la Concesión para conservación Tingana cultivar *V. pompona* se recomienda que, en un bosque secundario, ya que este sistema produjo mayor cantidad de inflorescencias, asumiendo que la temperatura y luminosidad como factores influyentes son los mejores en este sistema.

A los agricultores se recomienda desarrollar prácticas de manejo, particularmente en malla raschel y utilizar abonos orgánicos para la fertilización de los suelos en todos los sistemas, a fin de mejorar la productividad.

A las municipalidades, gobierno regional e instituciones del sector agrícola capacitar mediante escuelas de campo a los agricultores de cultivo de vainilla, con el objetivo de brindar alternativas para mejorar los cultivos y por ende la productividad de las diversas especies de vainilla que se pueden cultivar en la zona.

A investigadores recomendarles evaluar la producción de *V. pompona* en otros sistemas de cultivo, por ejemplo, plantaciones de cítricos, plantaciones forestales, bosque primario, monocultivos y otros, evaluar otras especies de vainilla e incluir otros factores ambientales como precipitación; asimismo, evaluar la fertilidad de los suelos, el estado nutricional de las plantas y la aplicación de diferentes tipos de abonos orgánicos, con el objetivo de complementar los resultados del estudio realizado.

A los estudiantes de nuestra universidad y otras instituciones de nuestra región, recomendarles desarrollar el estudio abordado en otros tipos de especies y otros tipos de sistemas, debido a que los antecedentes de estudio son escasos a nivel nacional y particularmente a nivel regional, esto tiene como objetivo brindar a los agricultores mejores sistemas de cultivo para mejorar la productividad de vainilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, M. B., Hahn, E.-J., y Paek, K.-Y. (2005). Effects of temperature on oxidative stress defense systems, lipid peroxidation and lipoxygenase activity in *Phalaenopsis*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 43(3), 213-223. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2005.01.007>
- Andrade-Andrade, G., Delgado-Alvarado, A., Herrera-Cabrera, B. E., Bustamante-González, A., Soto-Hernández, R. M., y Guízar-González, C. (2023). Humedad relativa y radiación fotosintéticamente activa influyen en el rendimiento de fruto de *Vanilla planifolia*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(1), 1-13. <https://doi.org/10.56369/tsaes.4177>
- 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), 181-188. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212014000100019.
- Barreda-Castillo, J. M., Monribot-Villanueva, J. L., Velázquez-Rosas, N., Bayman, P., Guerrero-Analco, J. A., y Menchaca-García, R. A. (2023). Morphological and physio-chemical responses to PEG-Induced water stress in *Vanilla planifolia* and *V. pompona* Hybrids. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(5), 4690. <https://doi.org/10.3390/ijms24054690>
- 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>
- Borbolla, V., Iglesias, L. G., Escalante, E. A., Martínez, J., Ortiz, M. M., y Octavio, P. (2016). Molecular and microclimatic characterization of two plantations of *Vanilla planifolia* (Jacks ex Andrews) with divergent backgrounds of premature fruit abortion. *Scientia Horticulturae*, 212, 240-250. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2016.10.002>

- Borbolla-Pérez, V., Iglesias-Andreu, L. G., Luna-Rodríguez, M., y Octavio-Aguilar, P. (2017). Perceptions regarding the challenges and constraints faced by smallholder farmers of vanilla in Mexico. *Environment, Development and Sustainability*, 19(6), 2421-2441. <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9863-y>
- Bory, S., Craig, S., Duval, M. F., y Besse, P. (2010). *Evolutionary processes and diversification in the genus Vanilla*. https://www.researchgate.net/publication/230602891_Evolutionary_Processes_and_Diversification_in_the_Genus_Vanilla
- Cameron, K. (2011). *Vanilla orchids: natural history and cultivation* (First edition). Timber Press.
- Cameron, K. M. (2018). Vanilla phylogeny and classification. En D. Havkin-Frenkel & F. Belanger (Eds.), *Handbook of Vanilla Science and Technology* (2nd ed., pp. 377-390). Hoboken: Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119377320.ch20>
- Castro, P. (2011). *Comportamiento energético de invernaderos agrícolas en el estado de Chihuahua, mediante simulación dinámica en TRNSYS y análisis paramétrico* [Tesis de maestría, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C.]. <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1004/398>
- 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*. https://www.researchgate.net/publication/338390367_Cultivo_de_vainilla_en_el_sur_de_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)*.
- 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]. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/15602/Damian_pl.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Damirón, R. (2004). *La vainilla y su cultivo*. Dirección General de Agricultura y Fitosanitaria. Gobierno del Estado, Xalapa, Veracruz. México. 50 p.
- De Las Moras, C. R. (2008). Factores que influyen en el desarrollo: el fotoperiodo. *Agricultura: Revista agropecuaria y ganadera*, 920-923. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Agri%2FAgri_2008_913_920_922.pdf
- Diez, M. C., Osorio, N. W., y Moreno, F. (2016). Effect of dose and type of fertilizer on flowering and fruiting of vanilla plants. *Journal of Plant Nutrition*, 39(9), 1297-1310. <https://doi.org/10.1080/01904167.2015.1098673>
- Díez, M., Moreno, F., y Gantiva, E. (2017). Effects of light intensity on the morphology and CAM photosynthesis of *Vanilla planifolia* Andrews. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 70(1), 8023-8033. <https://doi.org/10.15446/RFNA.V70N1.61736>
- 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>
- Environmental Protection Agency (EPA). (2006). *The sun, UV, and you. A guide to sunwise behavior*. <https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/sunuvu.pdf>
- Finegan, B. (1992). *El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas*. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/1589>
- Gómez, N. M., Moreno, F., y Díez, M. C. (2011). *El cultivo de la vainilla en Colombia*. En: Moreno-H F, Díez-G MC (ed) Cultivo de vainilla. Contribuciones para el desarrollo de su cadena productiva en Colombia. Medellín, Colombia, 82-91.

- 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., Herrera, E., y Delgado, A. (2019). Variación morfológica del labelo de *Vanilla pompona* (Orchidaceae) en Oaxaca, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 1-9. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2209>
- 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.*
- Hernández-Hernández, J. (2018). Atypical flowering of *Vanilla planifolia* in the region of Junín, Peru. *Handbook of Vanilla Science and Technology*, 53-63. <https://doi.org/10.1002/9781119377320.CH4>
- 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>
- Hoyos, D., Morales, J., Chavarría, H., Montoya, A., Correa, G., y Jaramillo, S. (2012). Acumulación de grados-día en un cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en un Modelo de Producción Aeropónico. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(1), 6389-6398. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179924340009>
- Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pesquera (INIFAP). (2011). *Paquete tecnológico vainilla (Vanilla planifolia Jackson) establecimiento y mantenimiento.*
- Kataoka, K., Sumitomo, K., Fudano, T., y Kawase, K. (2004). Changes in sugar content of *Phalaenopsis* leaves before floral transition. *Scientia Horticulturae*, 102(1), 121-132. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2003.12.006>

- Korthou, H., y Verpoorte, R. (2007). *Vanilla. En R. G. Berger (Ed.), Flavours and fragrances chemistry, bioprocessing and sustainability.*
- Kumar, R. K., y Balamohan, T. (2013). Factors affecting the quality of Vanilla-A Review. *Research & Reviews: Journal of Agriculture and Allied Sciences*, 2(3), 37-41. <https://www.rroij.com/open-access/factors-affecting-the-quality-of-vanilla--a-review.php?aid=33808>
- Lee, H. B., Lee, J. H., An, S. K., Park, J. H., y Kim, K. S. (2019). Growth characteristics and flowering initiation of Phalaenopsis Queen Beer 'Mantefon' as affected by the daily light integral. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 60(5), 637-645. <https://doi.org/10.1007/s13580-019-00156-2>
- Martínez, K., y Herrera, B. (2019). *Conocimiento tradicional sobre el manejo del cultivo de vainilla (Vanilla planifolia Jacks Ex. Andrews) en San Luis Potosí y Veracruz, México* [Tesis de maestría, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas]. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/3161>
- Menchaca-García, R. A., y Castelán-Culebro, S. F. (2020). *Manual de operación de la colección in vitro.* https://www.uv.mx/citro/files/2020/08/manual-in-vitro_pdf.pdf
- Menchata, R., Ramos, J., Moreno, D., Luna, M., Mata, M., Vázquez, L., y Lozano, M. (2011). Germinación in vitro de híbridos de *Vanilla planifolia* y *V. pompona*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(1), 80-84. <https://www.redalyc.org/pdf/776/77621348011.pdf>
- Menéndez, J. L. (2014). *Inflorescencias.* Astarnatura.com. <https://www.asturnatura.com/plantas/flor-inflorescencia.html>
- Ministerio de Agricultura y Corporación Nacional Forestal. (2013). *Guía básica de buenas prácticas para plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios.* https://www.conaf.cl/wp-content/uploads/2013/12/guia-buenas-practicas_ppf.pdf
- Ordóñez-Blanco, J. C., y Parrado-Rosselli, Á. (2017). Relación fenología-clima de cuatro especies de orquídeas en un bosque altoandino de Colombia. *Lankesteriana*, 17(1). <https://doi.org/10.15517/lank.v17i1.27897>
- Padilla-Vega, J. (2011). Sobre los árboles: el mejor lugar para cultivar vainilla. *LEISA Revista de Agroecología*, 27(2). <https://leisa-al.org/web/index.php/volumen-27-numero-2/1593-sobre-los-arboles-el-mejor-lugar-para-cultivar-vainilla>

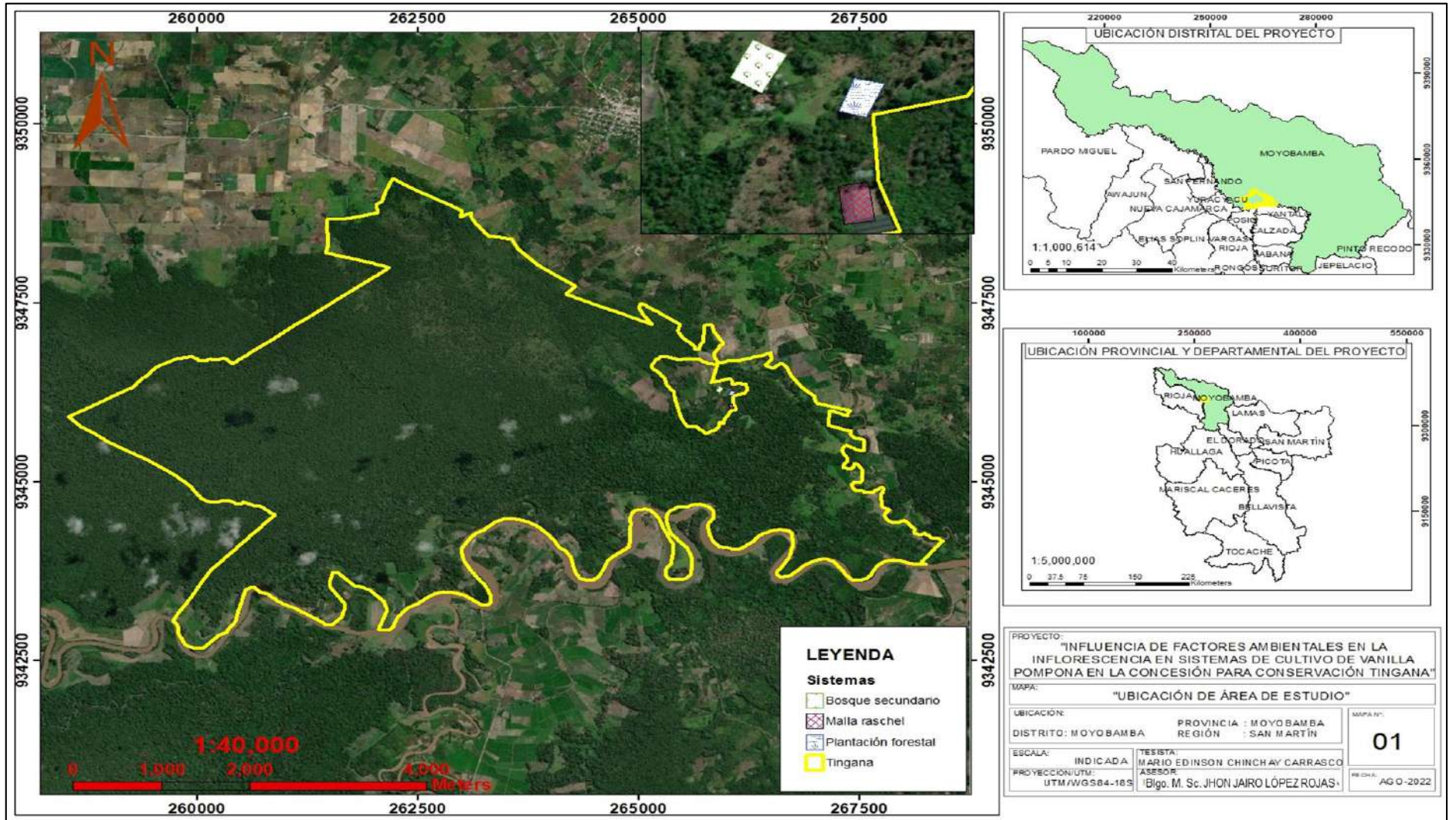
- Paniagua, A., Azofeifa, B., y García, J. A. (2013). Cultivo de la vainilla orgánica en sistemas agroforestales. *Universidad En Diálogo: Revista De Extensión*, 3(1 y 2), 31-46. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo/article/view/6434>
- Paniagua, A., Ávila, C. E., y García, J. (2008). *Manual 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>
- Pérez-Atzin, J. (2014). *Manual técnico del cultivo de la vainilla*. <https://docplayer.es/31789371-Manual-tecnico-del-cultivo-de-la-vainilla-elaborado-por-juan-perez-atzin-tecnico-operativo.html>
- Pérez-Silva, A., Nicolás-García, M., Petit, T., Dijoux, J. B., de los Ángeles Vivar-Vera, M., Besse, P., y Grisoni, M. (2021). Quantification of the aromatic potential of ripe fruit of *Vanilla planifolia* (Orchidaceae) and several of its closely and distantly related species and hybrids. *European Food Research and Technology*, 247(6), 1489-1499. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03726-w>
- Puthur, J. (2005). Influence of light intensity on growth and crop productivity of *Vanilla planifolia* Andr. *General and Applied Plant Physiology*, 31(3-4), 215-224. http://www.bio21.bas.bg/ipp/gapbfiles/v-31/05_3-4_215-224-s.pdf
- 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>
- Raffi, A., Alia, F., Salim, J. M., y Chin, A. A. (2020). *Vanilla montana* Ridl.: A new locality record in Peninsular Malaysia and its amended description. *Journal of Sustainability Science and Management*, 15, 49-55. <https://doi.org/10.46754/jssm.2020.10.006>
- 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>
- Ramos, A., Iglesias, L., Martínez, J., Ortíz, M., Andueza, R., Octavio, P., y Luna, M. (2017). Evaluation of molecular variability in germplasm of vanilla (*Vanilla planifolia* G. Jackson in Andrews) in Southeast Mexico: implications for genetic improvement

- and conservation. *Plant Genetic Resources*, 15(4), 310-320.
<https://doi.org/10.1017/S1479262115000660>
- Ramya, R. (2008). *Influence of micro meteorological factors on flowering in vanilla* [Tesis de maestría, Kerala Agricultural University].
<http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/1023>
- Ranadive, A. S. (2005). *Vanilla cultivation Vanilla 1st International Congress, Princeton, NJ*.
- Richards, A. J. (2001). Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? *Annals of Botany*, 88(2), 165-172.
<https://doi.org/10.1006/ANBO.2001.1463>
- 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>
- Runkle, E. S. (2019). Environmental control of the flowering process of *Phalaenopsis* orchids. *Acta Horticulturae*, 1262, 7-12.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1262.2>
- Scaccabarozzi, D. (2021). *Descubriendo Vainilla nativa en la selva de Madre de Dios*. ARBIO Perú. <https://www.arbioperu.org/blog/descubriendo-vainilla-nativa-en-la-selva-de-madre-de-dios/>
- Sohail, M. (2022). *Vanilla production in Australia: Feasibility report*.
<https://agrifutures.com.au/wp-content/uploads/2022/06/22-058.pdf>
- 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

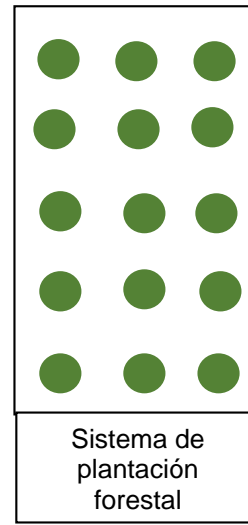
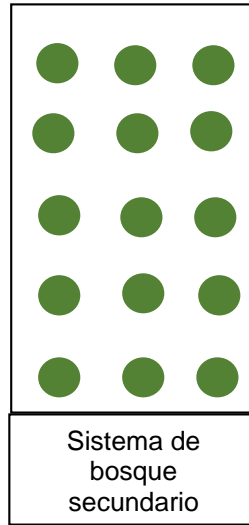
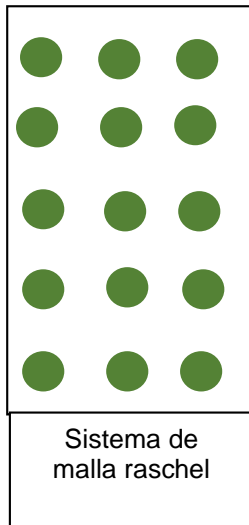
- ribosomal DNA. *Lankesteriana: International Journal on Orchidology*.
<https://doi.org/10.15517/LANK.V0I0.12065>
- Trinidad, K., Reyes, H., Fortanelli, J., Carranza, C., y Galarza, érika. (2021). Tipología de productores de vainilla (*Vanilla planifolia*) en sistemas agroforestales tradicionales de la Huasteca Potosina. *Espacialidades Revista de temas contemporáneos sobre lugares, política y cultura*, 11(1), 4-22.
- Van Schaik, C. P., Terborgh, J. W., y Wright, S. J. (1993). The phenology of tropical forests: Adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24(1), 353-377.
<https://doi.org/10.1146/annurev.es.24.110193.002033>
- 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>
- Vecco, C. D., León, M., Isminio, M. A., Mori, R. R., Marconi, M., y Fernández, M. (2018). *Orquídeas de Moyobamba. Estudio de diversidad y propuestas para su conservación*.
- Villanueva, S., Hernández, M., Fernández, G., Dorantes, A., Dzib, G., y Martínez, J. (2017). Wild *Vanilla planifolia* and its relatives in the Mexican Yucatan Peninsula: Systematic analyses with ISSR and ITS. *Botanical Sciences*, 95(2), 169-187.
<https://doi.org/10.17129/BOTSCI.668>
- 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>
- Viveros-Antonio, C., Delgado-Alvarado, A., Bustamante-González, A., Hernández-Ruíz, J., Arévalo-Galarza, Ma. de L., y Herrera-Cabrera, B. E. (2023). *Vanilla pompona* Schiede (Vanilloideae-Orchidaceae): Morphological variation of the labellum in the mexican localities of Veracruz, Puebla, Jalisco and Oaxaca. *Diversity*, 15(11), 1125.
<https://doi.org/10.3390/d1511112>
- Wurz, A., Grass, I., y Tschardtke, T. (2021). Hand pollination of global crops – A systematic review. *Basic and Applied Ecology*, 56, 299-321.
<https://doi.org/10.1016/J.BAAE.2021.08.008>

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación del proyecto



Anexo 2. Diseño de las parcelas de estudio



Anexo 3. Datos de factores ambientales

Tabla 8

Datos promedios de temperatura y humedad relativa por hora

Hora	Temperatura (°C)												Humedad relativa (%)													
	Junio			Julio			Agosto			Setiembre			Junio			Julio			Agosto			Setiembre				
	MR	BS	PF	MR	BS	PF	MR	BS	PF	MR	BS	PF	MR	BS	PF	MR	BS	PF	MR	BS	PF	MR	BS	PF	MR	BS
0	18,7	19,1	19,4	19,0	19,4	19,4	18,6	19,0	19,1	19,4	19,4	19,5	98,4	97,5	95,6	98,3	97,2	95,5	96,4	95,2	93,5	95,4	94,1	92,3		
1	18,6	19,0	19,2	18,8	19,1	19,2	18,2	18,6	18,7	19,1	19,1	19,1	98,7	97,9	95,9	98,5	97,6	95,8	96,8	95,6	94,2	95,6	94,3	92,7		
2	18,5	18,8	19,0	18,6	18,9	19,0	18,0	18,4	18,4	18,7	18,8	18,8	98,8	98,1	96,1	98,8	97,8	96,1	97,2	96,1	94,5	95,9	94,7	93,1		
3	18,4	18,7	18,9	18,4	18,7	18,8	17,8	18,1	18,2	18,5	18,6	18,6	99,0	98,2	96,2	99,0	97,9	96,4	97,5	96,3	94,8	96,4	95,2	93,6		
4	18,2	18,5	18,7	18,3	18,6	18,6	17,6	17,9	18,0	18,3	18,5	18,4	99,0	98,3	96,2	99,2	98,1	96,4	97,6	96,5	95,0	96,6	95,4	93,8		
5	18,1	18,3	18,5	18,1	18,4	18,4	17,4	17,7	17,8	18,3	18,3	18,3	99,2	98,5	96,5	99,2	98,3	96,6	97,8	96,8	95,2	97,1	95,7	94,1		
6	18,4	18,5	18,6	18,1	18,4	18,4	17,3	17,6	17,6	18,2	18,6	18,3	99,7	98,8	96,8	99,5	98,7	96,8	98,1	97,2	95,5	97,1	96,9	94,6		
7	20,1	20,0	20,1	19,2	19,6	20,1	18,2	19,0	18,2	18,7	20,3	19,4	98,7	97,5	94,8	99,7	98,3	94,5	99,4	97,6	95,9	98,8	95,3	95,0		
8	22,3	21,8	22,3	21,3	21,6	22,9	20,6	21,5	21,3	20,3	22,2	22,1	92,7	92,1	88,0	96,2	92,6	86,2	96,4	90,0	89,0	97,7	89,0	88,0		
9	24,6	23,4	24,4	23,7	23,2	26,1	23,7	24,0	26,2	22,2	24,7	24,5	84,8	86,6	81,4	88,0	87,4	76,6	84,9	81,4	72,6	91,4	82,1	79,9		
10	26,8	25,3	27,5	26,1	25,5	28,6	26,7	27,6	31,3	24,5	27,2	28,3	77,6	80,4	72,5	80,2	80,0	69,5	75,5	70,7	59,7	84,2	74,3	69,5		
11	28,3	26,2	28,4	27,9	26,7	30,1	29,1	30,2	32,0	26,2	28,8	30,2	72,6	77,5	68,9	73,4	74,3	63,8	67,8	62,0	56,4	78,8	68,5	64,0		
12	29,5	26,7	29,5	29,4	27,5	32,2	30,7	30,3	34,6	28,0	28,8	31,0	68,3	74,4	65,2	68,1	71,4	58,0	62,1	60,4	51,1	72,7	66,6	60,3		
13	29,4	27,0	28,5	30,7	28,0	30,5	31,6	30,8	34,5	28,4	28,5	30,3	68,1	73,3	67,4	64,3	69,8	61,6	58,5	58,2	49,8	70,9	67,2	61,9		
14	29,4	27,0	28,0	29,8	27,7	29,7	30,8	29,7	34,3	28,4	28,9	30,0	68,1	73,4	68,2	67,3	71,3	63,9	61,0	61,6	51,2	70,7	67,6	62,7		
15	28,1	27,0	27,7	28,9	27,8	29,0	29,8	29,2	32,9	28,4	28,2	29,5	71,7	73,4	69,2	68,9	71,0	64,6	63,6	63,4	53,2	71,6	69,4	63,4		
16	26,1	25,6	26,4	27,1	26,4	27,2	28,1	28,2	29,6	27,3	26,8	28,6	77,9	78,4	73,5	73,5	75,9	70,1	67,8	66,4	60,6	72,0	73,2	65,9		
17	23,5	23,5	24,3	24,9	24,4	25,0	26,4	26,1	27,6	26,1	25,0	27,0	86,2	86,1	81,9	80,6	82,9	78,1	72,8	73,6	66,6	77,1	79,6	71,7		
18	21,3	21,7	22,1	22,5	22,5	22,7	23,9	23,5	24,6	24,4	23,1	24,0	92,4	91,5	88,6	88,6	89,2	86,0	82,4	82,6	77,0	83,9	85,3	80,2		
19	20,4	20,9	21,1	21,1	21,4	21,5	22,0	22,2	22,5	22,5	21,9	22,2	95,3	94,0	91,6	92,8	92,0	89,6	88,4	87,0	83,9	88,9	88,8	85,1		
20	19,8	20,4	20,6	20,3	20,7	20,8	21,0	21,3	21,5	21,4	21,2	21,4	96,2	94,9	92,7	95,3	94,1	91,7	91,3	89,9	87,1	91,5	90,8	88,0		
21	19,4	19,9	20,1	19,8	20,2	20,3	20,2	20,5	20,7	20,7	20,6	20,7	97,2	96,0	93,8	96,6	95,3	93,4	93,6	92,2	89,8	93,4	92,0	89,7		
22	19,2	19,7	19,9	19,5	19,9	20,0	19,5	19,9	20,0	20,1	20,1	20,1	97,8	96,6	94,7	97,4	96,1	94,3	94,9	93,5	91,9	94,1	93,0	90,9		
23	19,0	19,4	19,6	19,2	19,6	19,7	19,1	19,4	19,5	19,7	19,7	19,7	98,2	97,1	95,3	97,9	96,7	95,1	95,9	94,5	92,9	94,9	93,7	91,8		

Nota: MR: Malla raschel; BS: Bosque secundario; PF: Plantación forestal.

Tabla 9

Datos de luminosidad

Meses	Malla raschel			Bosque secundario			Plantación forestal			
	Mañana	Medio día	Tarde	Mañana	Medio día	Tarde	Mañana	Medio día	Tarde	
1-Jun	15660	67050	26129	26780	84230	22024	24680	114913	27579	
15-Jun	6576	36360	9210	7834	29300	14274	8836	49747	5440	
16-Jun	3750	24090	6400	2510	57220	17360	4740	30800	8420	
30-Jun	9238	238390	19545	8118	170665	20235	9016	236120	19649	
1-Jul	15635	190410	19304	12135	180798	25281	8125	236205	21941	
15-Jul	9089	40270	14919	5934	60865	14749	6923	38035	11893	
16-Jul	8240	82085	20456	12815	127944	9350	10742	112541	9410	
31-Jul	12490	226150	20685	15410	105780	13710	35105	316350	12630	
1-Ago	5836	139610	9808	8024	175310	9578	19957	279120	14503	
15-Ago	10203	111540	8861	7205	84832	9024	16502	160340	16145	
16-Ago	8420	143380	15108	12115	130297	18248	22570	348201	19220	
31-Ago	12550	174920	19720	15410	113782	14710	25180	221510	24850	
1-Set	10280	175240	24850	18260	154150	14270	15420	248900	38210	
15-Set	9420	115245	26420	12320	85280	17045	26740	92300	12630	
16-Set	15547	170640	9724	13220	150411	9920	27450	230236	15620	
30-Set	11750	109640	20540	11670	77240	11320	5080	64920	9340	
Junio	Mínimo	3750,0	24090,0	6400,0	2510,0	29300,0	14274,0	4740,0	30800,0	5440,0
	Máximo	15660,0	238390,0	26128,5	26780,0	170665,0	22024,0	24680,0	236120,0	27579,0
	Promedio	8806,0	91472,5	15320,9	11310,3	85353,8	18473,3	11817,9	107894,9	15271,9
Julio	Mínimo	8240,0	40270,0	14919,0	5933,5	60865,0	9350,0	6922,5	38035,0	9410,0
	Máximo	15635,0	226150,0	20685,0	15410,0	180798,0	25280,5	35105,0	316350,0	21940,5
	Promedio	11363,5	134728,8	18841,0	11573,4	118846,8	15772,3	15223,6	175782,8	13968,3
Agosto	Mínimo	5836,0	111540,0	8861,0	7205,0	84832,0	9024,0	16502,0	160340,0	14503,0
	Máximo	12550,0	174920,0	19720,0	15410,0	175310,0	18248,0	25180,0	348201,0	24850,0
	Promedio	9252,3	142362,5	13374,3	10688,5	126055,3	12890,0	21052,3	252292,8	18679,5
Setiembre	Mínimo	9420,0	109640,0	9724,0	11670,0	77240,0	9920,0	5080,0	64920,0	9340,0
	Máximo	15547,0	175240,0	26420,0	18260,0	154150,0	17045,0	27450,0	248900,0	38210,0
	Promedio	11749,3	142691,3	20383,5	13867,5	116770,3	13138,8	18672,5	159089,0	18950,0

Tabla 10*Datos de temperatura mínima, máxima y media en el mes de junio*

Día	Malla raschel			Bosque secundario			Plantación forestal		
	T° Min.	T° Máx.	T° Prom.	T° Min.	T° Máx.	T° Prom.	T° Min.	T° Máx.	T° Prom.
1	16,7	29,5	22,1	16,9	27,8	22,0	16,5	28,3	22,2
2	18,0	30,2	21,8	18,2	27,9	22,4	17,6	29,8	22,3
3	17,6	29,9	22,2	17,5	28,4	22,1	17,9	28,5	22,0
4	17,5	29,7	22,3	17,5	27,2	21,8	17,5	29,0	21,8
5	18,4	26,2	21,6	19,0	25,0	21,5	19,2	26,2	21,8
6	17,7	30,9	22,3	18,5	27,5	22,0	18,6	29,4	22,5
7	17,8	29,5	21,9	18,6	26,6	21,7	18,7	29,8	22,3
8	17,4	32,5	23,0	18,1	28,9	22,6	18,1	32,8	23,4
9	18,8	31,5	23,2	19,2	28,4	22,8	19,2	32,2	23,8
10	18,3	28,8	22,8	19,1	27,0	22,6	19,3	29,9	23,2
11	17,4	31,7	21,9	18,1	28,1	21,6	18,3	29,8	22,2
12	18,1	29,8	22,3	18,8	27,4	22,0	19,0	30,6	23,0
13	17,8	29,7	22,7	18,5	27,1	22,3	18,6	31,1	23,0
14	19,1	29,0	21,9	19,5	25,4	21,3	19,5	27,8	21,8
15	17,6	27,0	21,2	17,8	25,1	20,7	17,9	27,8	21,4
16	16,7	29,5	20,8	17,3	26,1	20,3	17,5	27,7	20,7
17	16,5	28,4	20,6	17,0	25,5	20,2	17,1	26,9	20,6
18	17,2	31,9	21,7	17,5	27,0	21,0	17,5	32,1	22,0
19	14,9	31,1	21,2	15,6	27,8	20,6	15,6	31,1	21,4
20	15,0	31,7	22,1	14,8	28,4	21,3	15,5	31,2	22,2
21	18,2	33,4	23,5	18,4	29,9	23,0	18,8	33,7	24,0
22	17,1	30,9	22,3	17,2	28,6	22,0	17,9	31,1	22,6
23	18,7	32,9	23,7	18,7	30,5	23,3	19,1	34,3	24,1
24	18,5	31,6	23,7	18,6	29,4	23,3	18,9	32,7	24,0
25	18,7	33,2	23,8	18,9	29,3	23,0	19,2	33,9	24,0
26	18,6	29,5	22,8	19,0	27,2	22,5	19,0	28,3	22,9
27	19,1	32,2	23,3	19,6	30,0	22,9	19,5	31,7	23,5
28	16,2	31,8	22,5	16,6	29,4	22,2	16,7	32,0	22,9
29	16,3	31,2	22,0	16,7	28,5	22,0	16,9	30,1	22,5
30	16,3	28,6	21,9	16,9	27,9	21,7	16,9	29,7	22,3

Nota: T° Min.: Temperatura mínima; T° Máx.: Temperatura máxima; T° Prom.: Temperatura promedio.

Tabla 11

Datos de temperatura mínima, máxima y media en el mes de julio

Día	Malla raschel			Bosque secundario			Plantación forestal		
	T° Min.	T° Máx.	T° Prom.	T° Min.	T° Máx.	T° Prom.	T° Min.	T° Máx.	T° Prom.
1	17,9	33,5	23,7	18,6	29,7	23,8	17,0	35,2	23,6
2	15,0	33,9	22,4	15,7	30,1	22,1	15,8	34,7	23,3
3	17,6	33,9	23,7	18,3	30,2	23,2	18,3	35,1	24,2
4	18,9	32,8	23,8	19,5	30,4	23,6	19,6	33,5	24,4
5	18,3	35,0	24,2	18,8	30,5	23,9	18,8	36,2	25,1
6	19,5	29,2	22,8	19,9	27,7	22,5	19,9	28,5	22,9
7	20,8	32,1	24,2	20,7	29,3	23,6	20,8	32,3	24,5
8	18,3	24,5	21,5	18,7	22,8	21,3	18,8	24,4	21,6
9	18,8	29,7	22,1	19,1	26,2	21,5	19,2	32,9	22,4
10	17,8	32,8	22,2	18,4	28,5	21,6	18,5	35,3	22,7
11	16,1	32,2	21,9	16,6	28,9	21,6	16,6	36,0	23,0
12	16,1	34,1	23,0	16,7	30,5	22,6	16,8	37,8	24,2
13	15,8	33,7	22,9	16,5	31,0	22,6	16,5	37,9	24,1
14	15,8	32,1	22,9	16,4	30,3	22,8	16,4	34,7	24,2
15	18,1	28,9	21,5	18,4	26,8	21,2	18,5	28,0	21,7
16	18,9	30,3	21,6	19,2	26,9	21,2	19,3	31,1	22,0
17	17,6	32,0	22,7	18,2	29,0	22,4	18,3	35,6	23,7
18	16,6	30,9	21,4	17,1	28,6	21,2	17,2	30,9	21,9
19	18,8	29,0	22,1	19,0	27,9	21,8	19,1	32,3	22,5
20	17,9	27,8	21,0	18,3	24,5	20,6	18,5	27,7	21,2
21	17,5	29,3	21,9	18,1	28,1	21,7	18,2	31,6	22,7
22	14,9	32,6	21,2	15,6	29,3	21,0	15,6	35,5	22,5
23	18,3	31,9	22,7	18,6	29,6	22,5	18,6	34,6	23,8
24	17,7	29,1	22,4	18,1	28,3	22,4	18,2	32,2	23,4
25	18,5	30,5	23,2	18,9	29,1	23,0	18,9	33,1	24,1
26	16,7	33,1	23,0	17,3	31,1	22,8	17,3	36,6	24,1
27	17,1	32,2	23,5	17,7	30,4	23,5	17,7	33,2	24,6
28	17,7	32,0	23,1	18,3	30,8	23,2	18,4	34,3	24,2
29	17,9	27,9	21,1	18,5	26,5	20,9	18,5	29,5	21,3
30	18,2	31,3	22,6	18,4	29,8	22,4	18,5	34,1	23,5
31	16,0	33,6	22,5	16,7	31,2	22,6	16,7	37,3	24,1

Nota: T° Mín.: Temperatura mínima; T° Máx.: Temperatura máxima; T° Prom.: Temperatura promedio.

Tabla 12*Datos de temperatura mínima, máxima y media en el mes de agosto*

Día	Malla raschel			Bosque secundario			Plantación forestal		
	T° Min.	T° Máx.	T° Prom.	T° Min.	T° Máx.	T° Prom.	T° Min.	T° Máx.	T° Prom.
1	14,8	33,8	22,4	15,5	31,8	22,7	15,6	38,0	24,0
2	18,3	33,6	23,4	18,8	32,6	23,5	18,8	38,5	24,8
3	15,2	31,3	21,6	15,8	30,1	21,9	15,9	37,5	23,1
4	15,7	33,1	22,0	16,3	31,6	22,4	16,4	37,0	23,6
5	17,0	33,2	22,7	17,6	31,3	22,8	17,5	35,8	23,7
6	17,2	34,8	23,6	17,7	32,6	23,7	17,7	37,8	24,6
7	17,3	32,1	22,7	17,8	30,9	22,8	17,8	35,9	24,0
8	16,2	32,1	22,5	16,8	31,5	22,7	16,7	35,2	23,6
9	17,3	31,4	22,0	17,8	29,1	21,9	18,0	34,7	22,8
10	16,9	34,8	22,6	17,3	32,4	22,5	17,4	40,0	24,1
11	15,2	34,8	22,9	15,5	32,6	23,0	15,5	38,9	24,7
12	17,6	31,9	21,9	18,2	30,8	22,0	18,0	34,2	22,9
13	18,9	29,5	21,7	19,3	28,1	21,4	19,3	32,0	22,5
14	18,7	24,5	21,0	18,9	24,2	20,9	19,0	25,5	21,4
15	16,7	31,7	22,5	17,0	31,4	22,6	17,0	38,4	24,2
16	16,2	32,4	22,9	16,6	32,1	22,9	16,6	39,2	24,6
17	18,2	33,7	24,0	18,7	33,5	24,0	18,5	39,0	26,0
18	16,4	34,5	23,6	16,8	34,5	23,9	16,8	41,4	25,7
19	15,8	34,8	23,5	16,1	34,5	23,9	16,2	40,6	25,6
20	16,9	34,9	24,5	17,3	34,3	24,8	17,3	41,2	26,4
21	20,7	33,2	25,1	21,0	31,4	25,1	21,1	38,2	26,4
22	19,7	30,6	23,9	20,0	30,3	24,0	19,9	32,3	24,6
23	17,2	33,6	22,4	17,3	33,7	22,6	17,5	40,1	24,1
24	14,9	33,7	21,9	15,2	33,6	22,0	15,2	40,8	23,8
25	15,6	33,5	22,3	16,0	34,6	22,8	16,1	39,0	24,2
26	14,8	35,3	23,0	15,2	35,9	23,2	15,1	40,4	24,4
27	15,5	33,4	23,6	16,0	34,0	24,3	15,7	35,5	24,9
28	18,3	27,5	21,0	18,7	28,4	21,3	18,7	31,2	21,6
29	18,7	31,2	22,7	18,9	30,9	23,1	19,1	32,9	23,6
30	16,8	32,0	22,7	17,0	32,4	23,3	16,9	34,2	23,9
31	17,2	30,9	23,1	17,6	32,7	23,7	17,5	33,6	24,1

Nota: T° Min.: Temperatura mínima; T° Máx.: Temperatura máxima; T° Prom.: Temperatura promedio.

Tabla 13*Datos de temperatura mínima, máxima y media en el mes de setiembre*

Día	Malla raschel			Bosque secundario			Plantación forestal		
	T° Min.	T° Máx.	T° Prom.	T° Min.	T° Máx.	T° Prom.	T° Min.	T° Máx.	T° Prom.
1	19,8	29,5	22,8	19,7	30,9	23,2	19,8	33,2	23,8
2	17,3	31,0	22,8	17,6	32,2	23,5	17,3	34,2	24,2
3	16,4	32,5	22,6	16,7	33,4	23,2	16,4	35,6	23,8
4	18,1	26,1	21,3	18,3	26,7	21,6	18,2	27,5	21,8
5	17,9	28,6	21,7	18,3	29,3	21,9	18,1	31,1	22,5
6	18,4	30,7	21,6	18,2	29,8	21,8	18,3	32,3	22,2
7	17,5	31,2	22,2	17,7	31,5	22,3	17,6	33,3	22,9
8	15,8	32,4	22,6	16,1	32,2	23,4	15,8	34,8	24,1
9	16,4	32,7	23,4	16,8	33,1	24,1	16,5	34,9	24,8
10	18,3	28,4	22,4	18,6	29,2	22,7	18,3	31,2	23,2
11	19,1	30,2	23,0	19,0	31,5	23,4	19,0	33,5	23,9
12	16,7	32,2	22,9	16,9	32,9	23,4	16,8	34,3	23,9
13	17,7	33,1	24,1	18,1	33,5	24,8	17,8	36,0	25,3
14	19,3	27,9	22,6	19,6	27,8	22,8	19,5	29,1	23,2
15	20,6	26,4	22,1	20,6	26,8	22,1	20,6	29,0	22,4
16	18,4	30,3	22,3	18,4	30,5	22,4	18,4	32,3	23,1
17	16,0	29,2	21,8	16,3	29,6	22,4	16,2	33,0	23,0
18	16,3	29,7	22,0	16,6	30,8	22,6	16,4	32,8	23,2
19	17,6	26,1	21,1	17,8	26,4	21,2	17,8	27,1	21,6
20	16,4	27,3	21,5	16,9	27,8	22,0	16,6	31,5	22,7
21	18,9	27,8	22,7	19,1	28,3	22,9	19,0	30,9	23,4
22	16,9	30,5	23,1	17,3	31,4	23,7	17,1	34,9	24,3
23	17,5	29,7	21,5	16,9	31,2	22,1	17,8	31,7	22,2
24	17,5	30,4	21,8	17,2	31,4	22,4	17,6	31,6	22,6
25	16,8	31,2	21,5	16,9	30,7	21,8	16,5	29,7	21,9
26	17,1	28,2	22,0	17,3	29,1	22,3	16,8	30,2	22,0
27	16,2	28,6	22,1	16,8	28,8	21,9	17,1	28,5	22,4
28	18,1	29,1	22,4	17,3	29,0	22,3	17,7	29,3	21,8
29	16,5	27,8	21,6	16,7	28,2	22,5	16,4	28,7	22,3
30	17,2	28,0	22,2	17,1	27,0	21,9	17,0	28,6	21,5

Nota: T° Mín.: Temperatura mínima; T° Máx.: Temperatura máxima; T° Prom.: Temperatura promedio.

Tabla 14*Datos de humedad relativa mínima, máxima y media en el mes de junio*

Día	Malla raschel			Bosque secundario			Plantación forestal		
	HR Min.	HR Máx.	HR Prom.	HR Min.	HR Máx.	HR Prom.	HR Min.	HR Máx.	HR Prom.
1	72,6	100,0	91,2	71,5	99,5	90,2	70,2	96,8	87,3
2	74,8	99,8	89,9	73,6	99,7	89,9	74,1	96,5	89,0
3	67,5	100,0	90,5	70,2	99,9	89,4	68,7	97,2	89,4
4	70,6	99,2	86,4	74,9	98,0	87,3	69,1	95,9	88,0
5	82,0	100,0	94,6	84,6	99,3	94,2	76,8	97,1	91,8
6	61,1	100,0	88,6	68,9	99,1	89,0	62,0	97,6	85,7
7	72,5	100,0	92,1	75,3	98,6	91,7	65,1	97,0	88,4
8	58,9	100,0	88,6	64,8	99,5	88,9	56,2	98,0	85,2
9	67,0	100,0	90,0	70,5	98,7	90,1	57,4	96,8	85,3
10	72,0	100,0	90,7	74,3	99,0	90,5	65,9	97,0	86,9
11	64,0	100,0	93,1	71,9	99,3	93,4	66,7	97,0	90,2
12	70,1	100,0	91,8	77,7	100,0	92,1	63,7	98,4	87,5
13	68,3	100,0	89,6	74,4	99,4	89,8	63,3	97,6	86,2
14	75,9	100,0	93,9	80,5	99,2	94,7	74,2	97,1	90,9
15	71,5	99,2	90,6	78,0	97,1	91,2	67,7	94,7	87,0
16	65,3	100,0	90,0	72,6	98,5	90,4	66,3	96,8	87,4
17	66,8	100,0	91,3	72,7	98,8	91,6	65,0	97,1	88,9
18	53,9	100,0	86,9	65,8	99,1	88,1	51,5	97,4	83,7
19	53,6	100,0	86,0	61,6	99,0	87,7	54,6	97,3	83,9
20	58,2	100,0	85,1	64,2	100,0	86,7	56,9	97,3	82,4
21	53,6	100,0	85,1	58,3	99,7	86,0	49,3	97,0	81,1
22	61,8	100,0	88,5	67,6	100,0	89,7	59,0	96,9	86,1
23	55,3	100,0	86,7	61,5	100,0	87,0	52,4	97,1	83,2
24	60,1	100,0	86,1	66,4	99,8	87,2	56,4	96,8	83,3
25	57,5	100,0	86,9	66,3	100,0	91,0	54,2	97,2	84,5
26	69,7	99,6	90,1	77,4	98,1	90,5	71,9	96,3	87,6
27	56,9	99,7	86,8	62,3	98,5	87,5	57,9	97,3	84,7
28	57,2	99,3	86,7	62,2	97,5	86,9	58,0	96,5	83,9
29	57,9	100,0	85,6	64,1	98,7	85,5	62,2	96,6	82,2
30	63,3	100,0	87,5	63,9	98,6	87,3	59,1	96,7	83,6

Nota: HR Mín.: Humedad relativa mínima; HR Máx.: Humedad relativa máxima; HR Prom.: Humedad relativa promedio.

Tabla 15*Datos de humedad relativa mínima, máxima y media en el mes de julio*

Día	Malla raschel			Bosque secundario			Plantación forestal		
	HR Min.	HR Máx.	HR Prom.	HR Min.	HR Máx.	HR Prom.	HR Min.	HR Máx.	HR Prom.
1	48,2	97,2	83,7	56,2	94,7	83,8	46,9	96,1	79,7
2	49,8	100,0	83,2	55,9	98,5	83,3	47,7	96,1	79,3
3	53,0	99,7	83,8	59,1	97,6	84,5	48,4	96,4	80,5
4	56,5	99,3	86,2	63,8	97,4	86,0	53,5	95,8	82,5
5	52,2	99,5	83,6	60,4	97,9	83,2	46,3	96,5	78,9
6	70,5	99,7	91,5	72,5	98,0	91,8	68,1	96,2	88,7
7	62,3	100,0	89,6	66,9	99,6	90,2	57,6	97,4	85,3
8	91,2	100,0	97,6	95,2	99,7	98,2	87,9	97,9	95,3
9	70,6	100,0	93,7	79,2	100,0	95,5	57,8	98,2	90,5
10	56,4	100,0	91,1	67,6	99,8	92,8	51,4	98,0	87,5
11	61,6	100,0	88,2	68,3	100,0	89,3	49,8	97,8	83,5
12	51,3	100,0	85,0	59,1	99,6	85,5	43,3	97,4	79,6
13	56,0	100,0	85,0	56,8	99,4	84,9	45,0	96,4	79,0
14	59,4	100,0	84,0	61,1	99,4	83,6	52,2	96,5	77,8
15	71,1	100,0	91,6	74,9	99,4	92,4	68,4	97,1	88,3
16	65,0	100,0	94,5	75,3	99,9	95,6	60,7	97,5	90,9
17	58,7	100,0	87,2	61,0	99,6	88,0	48,5	97,4	81,5
18	66,1	100,0	91,2	64,6	98,9	90,8	59,6	97,1	87,1
19	68,8	100,0	91,5	72,8	99,5	91,6	60,0	97,5	87,2
20	78,7	100,0	95,6	87,8	99,7	96,7	74,4	97,4	92,4
21	66,7	100,0	90,0	63,7	100,0	89,9	55,8	98,2	84,8
22	55,3	100,0	88,4	63,7	100,0	88,8	45,2	97,6	82,6
23	56,6	99,9	87,1	61,4	98,6	86,4	46,7	96,9	81,1
24	66,5	100,0	88,1	67,4	98,9	87,5	55,2	96,7	82,6
25	62,6	100,0	87,2	63,1	98,5	86,5	52,5	97,0	81,4
26	58,3	100,0	86,1	60,5	99,1	85,8	46,7	97,5	80,4
27	59,5	100,0	85,3	58,7	98,6	84,3	49,5	96,6	78,9
28	61,7	100,0	86,3	58,3	98,2	84,5	51,0	96,4	80,1
29	73,6	100,0	94,4	74,8	98,9	94,0	64,4	96,7	90,7
30	59,0	100,0	87,3	60,6	99,7	87,0	49,1	97,7	82,5
31	47,8	100,0	81,9	52,2	98,6	81,0	41,1	96,7	76,3

Nota: HR Mín.: Humedad relativa mínima; HR Máx.: Humedad relativa máxima; HR Prom.: Humedad relativa promedio.

Tabla 16*Datos de humedad relativa mínima, máxima y media en el mes de agosto*

Día	Malla raschel			Bosque secundario			Plantación forestal		
	HR Min.	HR Máx.	HR Prom.	HR Min.	HR Máx.	HR Prom.	HR Min.	HR Máx.	HR Prom.
1	46,5	100,0	81,2	49,8	99,1	79,4	37,9	97,1	75,1
2	45,7	99,8	81,9	47,2	97,1	80,1	38,2	95,8	75,3
3	54,4	100,0	84,9	54,1	98,5	83,6	41,1	96,2	79,1
4	51,4	100,0	83,2	49,4	98,0	81,3	43,5	96,4	77,0
5	53,4	99,1	83,7	53,9	97,0	81,8	47,5	95,7	78,4
6	46,3	98,9	81,4	51,3	96,9	80,4	39,8	95,4	77,1
7	58,1	99,7	84,7	58,7	97,1	83,9	45,0	95,4	79,2
8	55,1	99,9	85,8	51,8	98,3	84,3	46,2	96,5	80,6
9	61,4	100,0	88,8	64,9	99,5	88,5	48,7	97,0	84,4
10	47,4	99,8	83,6	49,1	98,7	82,8	36,7	96,9	77,6
11	44,4	100,0	80,7	45,4	99,2	79,5	37,9	96,5	74,3
12	57,8	99,9	90,3	58,3	97,8	89,3	47,1	95,9	84,8
13	67,3	100,0	93,9	72,3	99,1	93,9	58,7	96,8	88,2
14	83,1	100,0	94,9	81,6	99,3	94,4	74,4	97,2	90,1
15	55,7	100,0	85,8	56,7	99,4	84,7	40,3	97,4	79,3
16	55,5	100,0	85,0	54,3	99,6	83,7	41,4	96,4	77,6
17	51,6	99,0	82,6	49,4	98,1	81,9	37,7	96,2	75,1
18	45,5	100,0	81,5	46,0	99,3	79,9	35,1	96,0	74,9
19	46,7	100,0	81,4	47,2	98,9	79,8	36,6	95,8	74,7
20	46,4	100,0	81,2	49,4	98,6	79,3	36,2	96,0	73,9
21	58,3	98,9	85,2	61,7	96,9	82,8	43,9	94,0	77,6
22	69,4	99,7	87,9	66,1	97,6	85,6	58,5	95,6	81,7
23	52,2	100,0	87,6	52,5	98,4	85,5	37,0	96,2	80,2
24	50,3	100,0	83,4	47,1	99,5	81,8	36,4	96,4	76,3
25	52,8	99,8	83,4	47,1	98,2	80,7	40,2	95,8	76,0
26	49,0	100,0	80,1	41,0	99,5	78,1	36,7	96,3	74,4
27	48,1	99,5	77,7	45,5	95,2	74,8	43,5	95,7	72,9
28	71,4	98,5	92,5	66,6	97,3	90,6	57,8	94,7	87,3
29	65,1	99,3	88,6	61,4	97,8	85,7	55,7	95,3	82,1
30	55,1	100,0	84,7	53,4	96,5	81,7	50,9	96,5	78,9
31	59,3	98,8	84,5	55,0	96,1	81,8	52,0	96,3	78,9

Nota: HR Mín.: Humedad relativa mínima; HR Máx.: Humedad relativa máxima; HR Prom.: Humedad relativa promedio.

Tabla 17*Datos de humedad relativa mínima, máxima y media en el mes de setiembre*

Día	Malla raschel			Bosque secundario			Plantación forestal		
	HR Min.	HR Máx.	HR Prom.	HR Min.	HR Máx.	HR Prom.	HR Min.	HR Máx.	HR Prom.
1	65,5	97,4	88,7	60,7	95,7	86,1	54,3	93,5	82,2
2	63,7	100,0	86,3	57,2	98,3	83,0	50,7	97,5	78,8
3	59,0	100,0	84,7	51,9	96,6	81,6	45,3	96,6	78,6
4	78,9	99,5	92,9	77,4	97,1	90,9	69,9	95,7	88,2
5	70,1	99,3	91,4	65,6	97,0	89,0	57,9	95,3	85,9
6	64,3	98,9	91,8	63,2	97,4	89,4	54,6	95,9	86,4
7	60,0	100,0	89,0	57,6	98,9	87,4	52,5	97,1	83,5
8	49,9	100,0	82,9	46,8	97,2	79,7	42,0	97,7	76,2
9	57,6	98,7	82,4	53,6	96,2	79,4	46,4	96,6	75,8
10	74,0	96,9	89,6	69,0	95,6	86,9	60,7	94,6	83,8
11	59,8	98,1	86,9	58,8	96,3	84,4	54,8	94,5	81,6
12	58,6	99,4	84,7	54,5	98,0	81,7	47,5	95,4	78,6
13	55,8	99,4	81,3	53,7	97,0	78,5	45,7	95,2	75,3
14	73,3	96,7	89,2	68,3	94,4	87,0	66,4	93,2	84,1
15	75,7	98,4	93,6	71,5	97,1	91,4	65,9	95,0	88,5
16	64,3	100,0	88,6	60,3	98,3	86,2	55,1	96,1	82,5
17	67,0	100,0	86,2	59,6	98,4	82,6	54,0	96,0	79,7
18	62,1	99,0	85,7	55,8	96,9	82,7	53,7	95,2	79,4
19	79,4	98,9	93,3	76,0	97,2	91,5	68,0	95,1	87,9
20	71,9	99,6	88,6	68,6	97,8	86,1	56,0	96,1	81,8
21	68,6	99,1	87,8	66,1	96,2	85,3	57,8	94,4	81,6
22	63,1	100,0	86,0	56,8	98,4	82,5	50,7	95,6	79,2
23	69,8	99,7	91,2	64,7	97,2	87,6	60,0	96,0	85,6
24	62,5	100,0	84,5	63,1	97,2	85,4	60,8	96,2	85,7
25	68,4	98,5	92,2	66,1	98,0	91,3	67,2	95,2	90,4
26	65,1	99,3	92,6	66,2	98,3	91,6	64,3	98,2	88,4
27	59,2	97,4	85,4	60,1	96,9	90,4	62,4	97,0	84,3
28	58,4	100,0	86,4	59,5	95,4	87,9	62,1	97,5	79,8
29	66,2	99,2	91,2	65,3	96,7	90,5	64,1	98,2	80,5
30	71,3	99,6	81,9	70,8	98,2	82,4	72,2	95,4	83,2

Nota: HR Mín.: Humedad relativa mínima; HR Máx.: Humedad relativa máxima; HR Prom.: Humedad relativa promedio.

Anexo 4. Datos de inflorescencias y botones florales de *V. pompona*

Tabla 18

Datos de número de inflorescencias y botones florales según sistema de cultivo

Plantas	N° de inflorescencias			N° de botones florales		
	Malla raschel (MR)	Bosque secundario (BS)	Plantación forestal (PF)	Malla raschel (MR)	Bosque secundario (BS)	Plantación forestal (PF)
1	0	2	2	0	11	12
2	0	4	2	0	15	11
3	5	8	3	32	46	16
4	2	1	2	10	6	12
5	6	1	4	22	7	16
6	2	2	2	10	12	9
7	4	2	1	25	13	5
8	2	2	3	13	9	12
9	2	3	6	8	15	37
10	3	4	2	13	27	11
11	4	2	5	14	11	24
12	2	2	1	8	9	5
13	1	1	4	4	5	19
14	2	4	1	11	23	7
15	1	6	2	8	27	14

Anexo 5. 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. Codificación de plantas de *Vanilla pompona* en parcelas de muestreo.



Fotografía 4. Registrador (Datalogger) instalado en sistemas de cultivo para el registro de temperatura y humedad relativa.



Fotografía 5. Registro de niveles de luminosidad con luxómetro.



Fotografía 6. Conteo de inflorescencias y botones florales *Vanilla pompona*.



Fotografía 7. Sistema de plantación forestal de cultivo de *Vanilla pompona*.



Fotografía 8. Sistema de bosque secundario de cultivo de *Vanilla pompona*.



Fotografía 9. Sistema de malla raschel de cultivo de *Vanilla pompona*.

Influencia de factores ambientales en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de Vanilla pompona en CC Tingana, Moyobamba

por MARIO EDINSON CHINCHAY CARRASCO

Fecha de entrega: 18-sep-2024 11:51a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2279057939

Nombre del archivo: NG._AMBIENTAL_-_Mario_Edinson_Chinchay_Carrasco_-17.09.2024.docx (20.96M)

Total de palabras: 20780

Total de caracteres: 111000

Influencia de factores ambientales en la producción de inflorescencia en sistemas de cultivo de Vanilla pompona en CC Tingana, Moyobamba

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	10%
2	edis.ifas.ufl.edu Fuente de Internet	2%
3	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	www.uv.mx Fuente de Internet	<1%
7	www.revista.ccba.uady.mx Fuente de Internet	<1%
8	ri.uaemex.mx Fuente de Internet	<1%