



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y RECEPTIVIDAD ESTIGMÁTICA
EN VARIEDADES DE MARACUYÁ BRASILEÑA E INIAP 2009
(*Passiflora edulis Sims*) COMO BASE PARA EL MEJORAMIENTO
GENÉTICO**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: José Daniel Rosales Guale.

Tutor: Ing. Marlon Alexis Mena Montoya, Mgrt.

LA LIBERTAD, AGOSTO 2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y RECEPTIVIDAD ESTIGMÁTICA
EN VARIEDADES DE MARACUYÁ BRASILEÑA E INIAP 2009
(*Passiflora edulis Sims*) COMO BASE PARA EL MEJORAMIENTO
GENÉTICO**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: José Daniel Rosales Guale.

Tutor: Ing. Marlon Alexis Mena Montoya, Mgrt.

LA LIBERTAD, AGOSTO 2026

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **JOSÉ DANIEL ROSALES GUALE** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 11/Agosto/2026



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**VERONICA CRISTINA
ANDRADE YUCAILLA**

Ing. Verónica Cristina Andrade
Yucailla, PhD.
**DIRECTORA DE LA CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**LOURDES HILDA
ORTEGA MALDONADO**

Ing. Lourdes Ortega Maldonado,
MSc.
**PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



**Marlon Alexis Mena
Montoya**



Ing. Marlon Mena Montoya, Mgtr.
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**NADIA ROSAURA
QUEVEDO PINOS**

Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Washington Perero Vera, MSc.
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO**



AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Carmen Guale Tomala y Wilmer Rosales Borbor, por ser el cimiento de mi vida, mi mayor ejemplo de esfuerzo y mi motor incondicional. Gracias por cada sacrificio, por sus palabras de aliento en los momentos de desvelo y por enseñarme que con constancia se alcanzan las metas más altas. Este logro es, ante todo, de ustedes.

A mi abuela materna, mi querida mami goya, por sus bendiciones diarias, su ternura infinita y por ser ese refugio de paz que siempre me llena de fuerza. Tu amor y tu presencia son un pilar fundamental en mi vida.

A mis hermanos, por su complicidad, paciencia y apoyo incondicional en cada etapa de este camino

Quiero expresar mi más sincera gratitud a mi tutor, el Ing. Marlon Mena Montoya Mgtr., por motivarme a superar mis propios límites y por su valiosa guía, paciencia, confianza y conocimientos impartidos para culminar este proyecto de investigación con éxito.

A mi novia, Kei, por caminar a mi lado durante todo este proceso universitario. Gracias por tu paciencia infinita, por ser mi apoyo en los días difíciles y por celebrar cada pequeño triunfo conmigo

A mis compañeros perrunos samy y beily, que me acompañaron y compartieron su amor y brindaron su acompañamiento en días de desvelo o de frustración que se presentaban.

Finalmente, a todos esos amigos que nunca me dejaron solo, quienes, con sus palabras de aliento, su ayuda desinteresada y su buena energía me impulsaron a seguir adelante hasta culminar esta meta.

DEDICATORIA

En primer lugar, se lo dedico a Dios por darme la fortaleza, la sabiduría y la salud necesarias para superar cada obstáculo en este trayecto universitario y bendecir mi camino.

A mis padres, Wilmer Alex Rosales Borbor y Carmen Mireya Guale Tomalá, por darme la oportunidad de estudiar y por su respaldo constante en cada día de esta carrera. Gracias por su dirección en los momentos de duda, por su amor incondicional y por cuidar que nunca me faltara nada. Todo lo que he logrado es gracias a ustedes.

A mi abuela Gloria que cariñosamente le digo mi veterana, gracias por cada una de tus llamadas de atención, que nunca fueron regaños, sino la muestra más pura de tu preocupación constante para que me superara y diera lo mejor de mí día a día. Gracias por ese amor incondicional que todo lo sostiene, por tu paciencia infinita y por estar siempre atenta a que nunca me faltara nada, brindándome tu apoyo sin dudarlo un solo segundo.

A mis ángeles que me cuidan en el cielo. Mi papi Mon, quien me enseñó sin yo saberlo en su momento lo hermoso que es el amor al campo, acompañándolo de la calidez de mi abuela Azucena y la vocación de mi abuelo Galo hacia la comunidad.

Para mi enamorada Keila: Mirar atrás y ver todo el camino recorrido en la universidad me confirma lo afortunado que soy de tenerte. Gracias por sostener mi mano en los momentos más complejos, por levantarme cuando las fuerzas me fallaban y por hacer de cada logro una fiesta compartida. Gracias por estar en las buenas, en las malas y en cada paso de este proceso. Este logro es tan tuyo como mío

Finalmente, dedico este logro a mi propio esfuerzo y constancia; por la disciplina en los días difíciles y por la firme convicción de que el futuro le pertenece a quienes deciden persistir.

RESUMEN

La producción de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) depende en gran medida de la biología floral y de la eficiencia del proceso de polinización, factores que influyen directamente en el cuajado de frutos y en el rendimiento del cultivo. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la biología floral, la receptividad estigmática y la eficiencia de la polinización natural y asistida en dos variedades de maracuyá (Brasileña e INIAP 2009), establecidas en el Centro de Apoyo Manglaralto. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar 2×2 , correspondiente a dos variedades y dos métodos de polinización, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluaron variables relacionadas con el desarrollo floral, apertura floral, receptividad estigmática, número de botones florales, número de guías, número de flores abiertas y eficiencia de polinización. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. Los resultados evidenciaron que el desarrollo de los botones florales se completó en aproximadamente 19 días en ambas variedades, observándose un crecimiento ligeramente más acelerado en la variedad Brasileña. La mayor receptividad estigmática se registró entre las 14h00 y 15h00, alcanzando el 100 % de receptividad, coincidiendo con el período de máxima apertura floral. La polinización asistida presentó diferencias altamente significativas respecto a la polinización natural, alcanzando porcentajes de polinización de 71,25 % y 72,50 %, mientras que la polinización natural registró 48,75 % y 38,75 %. No se encontraron diferencias estadísticas en el número de botones florales ni en el número de guías entre variedades y métodos de polinización.

Palabras clave: Biología floral, Polinización asistida, Polinización natural, Polinización cruzada.

ABSTRACT

Passion fruit (*Passiflora edulis Sims*) production depends heavily on floral biology and the efficiency of the pollination process—factors that directly influence fruit set and crop yield. In this context, the present study aimed to evaluate floral biology, stigmatic receptivity, and the efficiency of natural versus assisted pollination in two passion fruit varieties (Brasileña and INIAP 2009) established at the Manglaralto Support Center. A 2×2 randomized complete block design was employed, involving two varieties and two pollination methods, resulting in four treatments with four replications. Variables evaluated included floral development, flower opening, stigmatic receptivity, number of flower buds, number of shoots, number of open flowers, and pollination efficiency. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and mean comparison via Tukey's test at a 5% probability level. Results showed that flower bud development took approximately 19 days in both varieties, with slightly faster growth observed in the Brasileña variety. Peak stigmatic receptivity (100%) was recorded between 14:00 and 15:00, coinciding with the period of maximum flower opening. Assisted pollination showed highly significant differences compared to natural pollination, achieving pollination rates of 71.25% and 72.50%, whereas natural pollination yielded 48.75% and 38.75%. No statistical differences were found regarding the number of flower buds or the number of shoots between the varieties and pollination methods

Keywords: Floral biology, Assisted pollination, Natural pollination, Cross-pollination.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado **“EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y RECEPTIVIDAD ESTIGMÁTICA EN VARIEDADES DE MARACUYÁ BRASILEÑA E INIAP 2009 (*Passiflora edulis Sims*) COMO BASE PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO”** y elaborado por **José Daniel Rosales Guale.**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**JOSE DANIEL ROSALES
GUALE**

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema	2
Objetivos.....	3
Objetivo General:	3
Objetivos Específicos:	3
Hipótesis	3
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 Origen y descripción botánica	4
1.1.1. Taxonomía del maracuyá.....	4
1.1.2. Morfología	5
1.1.3. Condiciones edafoclimáticas	6
1.1.4. Labores culturales	7
1.1.5. Espaldera sencilla.....	8
1.1.6. Espaldera en T.....	8
1.1.7. Reproducción de la maracuyá.....	8
1.1.8. Mecanismos de reproducción	9
1.1.8.1. Polinización natural	9
1.1.9. Polinización asistida.....	9
1.1.10. Influencia de las Flores en la Polinización	10
1.1.11. Eficiencia reproductiva en maracuyá.....	10
1.1.12. Biología floral	10
1.1.13. Características de la Flor de P. edulis	11
1.1.14. Fases florales.....	12
1.1.15. Receptividad estigmática	12
1.2. Investigaciones relacionadas	13
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
2.1. Características edafoclimáticas	15
2.2. Materiales, equipos y reactivos.....	16
2.3. Tipo de investigación	17
2.4. Diseño de investigación.....	17
2.5. Especificaciones del experimento	18
2.6. Manejo del experimento	19
2.6.1. Preparación del Terreno.....	19
2.6.2. Preparación de Semillas en bandejas de germinación	20
2.6.3. Trasplante.....	20
2.6.4. Sistema de Soporte.....	20
2.6.5. Fertilización	20
2.6.6. Floración	21
2.6.7. Riego	21
2.6.8. Control de arvenses y manejo fitosanitario.....	21
2.7. Parámetros evaluados.....	21
2.7.1. Índice de eficiencia reproductiva (IER).....	21
2.7.2. Biología floral	23
2.7.3. Receptividad estigmática	23
2.8. Análisis estadístico de los resultados	23
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24

3.1. Biología Floral y comportamiento fenológico de dos variedades de maracuyá (Brasileña e INIAP 2009)	24
3.2. Seguimiento de la flor de maracuyá	26
3.4 Número de botones florales y guías de dos variedades de maracuyá (Brasileña e INIAP 2009).....	29
3.3. Receptividad Floral dos variedades de maracuyá (Brasileña e INIAP 2009)	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
Conclusiones.....	39
Recomendaciones.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica	4
Tabla 2. Características edafoclimáticas.....	15
Tabla 3. ANOVA.....	17
Tabla 4. Detalle tratamiento	18
Tabla 5. Número de botones florales(NBF) y número de guías(NG) en dos variedades de maracuyá bajo dos métodos de polinización	31
Tabla 6. Número de flores polinizadas(NFP) y porcentaje de polinización(PP) en dos variedades de maracuyá bajo polinización natural y asistida	36
Tabla 7. Porcentaje de receptividad estigmática de dos variedades de maracuyá (Brasileña e INIAP 2009) bajo diferentes horas de evaluación en la parroquia Manglaralto.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio.....	15
Figura 2. Croquis del experimento	19
Figura 3. Botones florales, variedad brasileña	26
Figura 4. Botones florales, variedad INIAP 2009	26
Figura 5. Fases fenológicas de la flor de <i>Passiflora edulis</i>	29
Figura 6. Curva de floración en dos variedades de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) como base para el mejoramiento genético.....	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 1A. Análisis de normalidad Shapiro-Wilks.

Tabla 2A. Cuadros ANOVA.

Tabla 2.1A. Cuadro ANOVA para la variable Número de botones florales.

Tabla 2.2A. Cuadro ANOVA para la variable Número de guías.

Tabla 2.3A. Cuadro ANOVA para la variable Número de flores polinizadas.

Tabla 2.4A. Cuadro ANOVA para la variable Porcentaje de polinización.

Tabla 2.5A. Cuadro ANOVA para la variable flores abiertas.

Figura 1A. Medición del terreno.

Figura 2A. Trasplante de las variedades a campo.

Figura 5A. Visualización de los bloques experimentales

Figura 6A. Primeras apariciones de botones florales.

Figura 7A. Aplicación de bioestimulantes para la floración

Figura 8A. Fecundación de las primeras flores

Figura 9A: Polinización manual en las variedades.

Figura 10A: Frutos ya cosechados.

Figura 11A: Polinización natural en los materiales.

Figura 12A: Frutos de la variedad Brasileña.

INTRODUCCIÓN

En 2019, los países importadores de fruta fresca, incluida la maracuyá, lograron compras totales de \$3.671.887.000. En la segunda mitad de esta década, la importación de estos productos aumentó en aproximadamente tasa promedio anual del 6.95%. China lideró las importaciones en 2019, representando el 26.9% del total mundial. Los principales exportadores fueron Vietnam (35.8%) y Tailandia (18.1%). A nivel regional, se destacaron Colombia, Perú y México (Zea, 2022).

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es una de las variedades más importante del género *Passiflora*, debido a su prominente valor económico y amplia distribución alrededor del mundo. Ecuador se destaca como uno de los principales productores y exportadores de maracuyá, compitiendo con Brasil y Colombia en la producción global. En particular, el país se especializa en el cultivo del maracuyá amarillo agrio, que es muy apreciado en los mercados internacionales (Quimis, 2021).

El cultivo de maracuyá en Ecuador está extendido en todo el país, especialmente en las regiones costeras que incluyen las provincias de Esmeralda, Manabí, Guayas, Santa Elena, El Oro y Santo Domingo de los Tsáchilas. En 2019, Ecuador contaba con una superficie total de 7.459 hectáreas dedicadas a este cultivo, distribuidas de la siguiente manera: 6.074 hectáreas en la zona costera y 1.366 hectáreas en la región interandina. En ese mismo año, la producción nacional de maracuyá alcanzó las 28729 toneladas sobre una superficie cultivada de 7459 hectáreas. En la provincia de Santa Elena, se cosecharon 105 hectáreas de esta variedad, obteniendo un rendimiento promedio de 16.54 toneladas por hectárea y una producción total de 1738 toneladas (Altamirano *et al.*, 2019).

Actualmente, existe una creciente necesidad de optimizar la producción de cultivos, especialmente el de la maracuyá debido a la creciente demanda tanto en el mercado nacional como internacional y de consumo en fresco en lo que al sector agroindustrial se refiere. Es importante adquirir suficiente conocimiento sobre los factores que afectan el cultivo como altitud, latitud, temperatura, luz, humedad, precipitaciones, tipo de suelo, manejo eficiencia de los mecanismos agronómicos y de producción (polinización). Estos elementos son necesarios para mejorar la producción y calidad de la fruta (De La Rosa, 2023).

Teniendo esto en cuenta, cabe mencionar que esta especie es valorada no sólo por su fruto, sino también por la función que cumple en la diversidad genética, ya que la polinización cruzada es esencial para la formación de frutos, debido a que se caracteriza por ser una planta de polinización cruzada, principalmente realizada por abejorros del género *Xylocopa*, y al ser una especie clasificada como diploide ($2n=18$), presenta flores hermafroditas condicionándola con un elevado nivel de autoincompatibilidad, lo que significa que el polen de una flor no puede fecundar a la misma planta (Carrodegua y Zúñiga, 2022).

Es así que investigaciones han mostrado que la autoincompatibilidad en esta especie puede oscilar entre el 80% y el 100%, este fenómeno es regulado por genes esporofíticos que interactúan con genes gametofítico, por lo que la polinización cruzada es esencial para la producción de frutos, ya que fomenta el intercambio genético entre diferentes plantas (Ocampo *et al.*, 2013). En este contexto, es fundamental entender la biología de las flores y el sistema reproductivo de las plantas con flores para su gestión a nivel local. Es especialmente importante reconocer las diferencias geográficas en la conducta reproductiva de especies que tienen potencial. La propagación y el cultivo de estas especies en una variedad de regiones se pueden mejorar con este conocimiento. Por esta razón, la meta de esta investigación es analizar la eficacia reproductiva y la receptividad estigmática en las variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*) para optimizar su genética en la provincia de Santa Elena.

Planteamiento del problema

El maracuyá depende en gran medida de insectos polinizadores y de una sincronización floral adecuada para producir frutos de manera eficiente. No obstante, los productores de Manglaralto desconocen los horarios óptimos de receptividad de la planta y enfrentan problemas de desincronización y manejo agronómico deficiente. Esto plantea la necesidad de evaluar la eficiencia del índice de reproducción y la receptividad estigmática de la planta en la zona mediante reactivos y manejo de la planta lo cual plantea la siguiente interrogante.

¿Es eficiente el índice de reproducción y receptividad estigmática en variedades de maracuyá brasileña (*Passiflora edulis*) en el centro de apoyo Manglaralto?

Objetivos

Objetivo General:

- ❖ Evaluar la eficiencia reproductiva y receptividad estigmática en variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*) como base para el mejoramiento genético

Objetivos Específicos:

- ❖ Identificar la biología floral y comportamiento fenológico en plantaciones de *Passiflora edulis*.
- ❖ Determinar los mecanismos de polinización natural y asistida para comprender el sistema reproductivo del cultivo de maracuyá (*P. edulis*), que permita la implementación de estrategias para el mejoramiento genético y la conservación de genotipos superiores.
- ❖ Evaluar la receptividad estigmática en flores de maracuyá (*P. edulis*) en la parroquia Manglaralto, UPSE centro de apoyo Manglaralto de la provincia de Santa Elena.

Hipótesis

La evaluación de la receptividad estigmática permitirá determinar la eficiencia reproductiva en variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la parroquia Manglaralto de la provincia de Santa Elena.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Origen y descripción botánica

El maracuyá, originario de la región amazónica de Brasil, se ha expandido a países como Australia, Hawái, Nueva Guinea, Sri Lanka, Sudáfrica, India, Taiwán, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia. Su nombre podría derivar del término indígena "maraú-ya", que significa "fruto que se come de un sorbo". Al ser conocido por los colonizadores, el nombre evolucionó a "maracujá" en portugués y "maracuyá" en español. Esta fruta pertenece a la familia Passifloraceae, que incluye otras especies como la curuba y la granadilla. Además, se le conoce con diversos nombres en diferentes regiones: parcha o parchita en Puerto Rico y Venezuela, ceibey en Cuba, lilikoi en Hawái, y passion fruit en inglés (Álvarez *et al.*, 2020).

El género *Passiflora* es el más extenso dentro de su familia y se caracteriza por la polinización cruzada, principalmente realizada por abejorros del género *Xylocopa spp.* . Estas especies se encuentran en regiones cálidas, templadas y tropicales, y varias de ellas producen frutos comestibles, siendo la más cultivada *Passiflora edulis Sims* (Ocampo *et al.*, 2012). Entre las variedades más relevantes por su valor comercial se destacan: *Passiflora edulis Sims*, variedad Flavicarpa, que produce frutos amarillos y crece desde el nivel del mar hasta los 1.000 msnm; y *Passiflora edulis Sims*, variedad púrpura, que se adapta a altitudes superiores a 1.200 msnm. El término "maracuyá" tiene su origen en Brasil y fue introducido en las lenguas europeas a través del portugués (Landázuri *et al.*, 2021).

1.1.1. Taxonomía del maracuyá

(Landázuri *et al.*, 2021), cita la siguiente taxonómica de la maracuyá:

Tabla 1. Clasificación taxonómica (Landázuri *et al.*, 2021).

División	Espermatofita
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledonea
Subclase	Arquiclamidea
Orden	Perietales
Suborden	Flacourtiinae
Familia	Plassifloraceae

Género	Passiflora
Serie	Incarnatae
Especie	Edulis
Variedad	Púrpura y Flavicarpa

Según Campuzano (2023) el maracuyá es un arbusto trepador que puede alcanzar hasta 9 metros de longitud en condiciones climáticas favorables, aunque su vida útil generalmente no supera los diez años. La fruta de la pasión es una planta perenne que crece en zonas montañosas. Es vigorosa y leñosa, con ramas que pueden alcanzar hasta veinte metros de longitud. Sus tallos son verdes, estriados y sin vello, y presentan zarcillos axilares que se enrollan en espiral, siendo más largos que las hojas.

1.1.2. Morfología

Hojas.- Las hojas del maracuyá son simples y alternas de un verde intenso, simples y alternas, con una lámina foliar palmeada que presenta tres lóbulos. Están unidas al tallo por peciolo lisos y pueden medir entre 0.07 m y 0.2 m (Santana y Alfonso, 2018).

Zarcillos.- Tienen una forma redonda y espiral, alcanzando longitudes de 0,30 a 0,40 m. Se desarrolla en las axilas de las hojas, cerca de las flores, y se adhieren al contacto con cualquier superficie. Son los encargados de proporcionar a la planta su hábito de crecimiento trepador (López, 2018).

Raíces.- El sistema radicular del maracuyá es completamente ramificado y carece de raíz pivotante, siendo superficial y distribuyéndose en un 90% en los primeros 15 a 45 cm de profundidad. Por ello, es crucial evitar labores culturales que remuevan el suelo y puedan dañar este sistema, ya que esto favorecería la entrada de patógenos. Además, el 68% de las raíces se encuentra a 60 cm del tronco, lo que debe considerarse al momento de fertilizar (Landázuri *et al.*, 2021).

Flores.- Las flores son grandes y perfectas, de un color blanco amarillento con vetas rojizas o violetas, alcanzando un diámetro de 5 cm. Aparecen en las axilas de las hojas y son flores perfectas que requieren polinización cruzada. La antesis comienza alrededor del

mediodía y se cierran por la noche, manteniéndose abierta durante aproximadamente 13 horas (Estrada, 2024).

El fruto.- Expone Rojas (2022), que el fruto tiene una forma redonda u ovalada, con un diámetro que varía entre 4 y 8 cm y una longitud de 6 a 10 cm. Al madurar, su color puede ser amarillo o morado, y presenta una textura dura, quebradiza, lisa y cerosa, con un grosor de aproximadamente 3 mm. Este fruto protege un mesocarpio duro y carnoso que se compone de cinco capas de células. El endocarpio es de color blanco, mientras que la pulpa es de un amarillo brillante, con un sabor agridulce y un aroma ácido. Contiene entre 200 y 300 semillas negras. Se estima que el fruto alcanza su madurez entre 60 y 70 días después de ser polinizado y se clasifica como no climatérico.

1.1.3. Condiciones edafoclimáticas

La maracuyá prospera en suelos profundos, ligeramente ácidos y bien drenados. Preferiblemente en aquellos que sean ricos en materia orgánica, de textura media, de suave pendiente y con un adecuado nivel de fertilidad. Esta planta crece de forma óptima en climas cálidos, tanto tropicales como subtropicales. En climas templados, Su crecimiento es normal, pero la producción se retrasa (Pinto, 2022).

La temperatura ideal para su crecimiento oscila entre 24 y 28 °C; Sin embargo, en áreas donde las temperaturas superan este rango, el crecimiento vegetativo se acelera, aunque el rendimiento disminuye debido a que las altas temperaturas deshidratan el líquido del estigma, lo que dificulta la fertilización (De La Rosa, 2023).

Las condiciones óptimas de temperatura (°C) y altitud (msnm) para el maracuyá son de 15 a 28 °C y de 0 a 1300 msnm la maracuyá requiere entre 15 y 22 °C durante el día y entre 12 y 14 °C por la noche, además de una altitud de 1600 a 2300 msnm estas especies de pasifloras requieren altos niveles de radiación solar, necesitando al menos 7 horas de luz solar al día para favorecer especialmente la floración y la calidad del fruto. Los días nublados pueden limitar el crecimiento, así como la inducción y apertura de las flores (Fischer y Miranda, 2021).

1.1.4. Labores culturales

Poda de formación.- A medida que la planta se desarrolla, producen varios brotes laterales en cada nudo que se transforman en chupones. Estas ramas laterales se extienden hasta alcanzar la altura del alambre, lo que favorece el crecimiento y desarrollo de la planta. Cuando la planta supera la línea de la cuadrícula en 0,20 m, se debe realizar un corte en la yema terminal para promover la brotación de yemas laterales en ese punto, eligiendo dos de ellas como yemas principales. En el caso de las espalderas en forma de "T", el proceso se complica, ya que las guías deben estar distribuidas uniformemente a cada lado del soporte, lo que incrementa la carga de trabajo (Estrada, 2024).

Poda de producción.- Esta poda se hace en las ramas terciarias y cuaternarias, se eliminan las ramas que ya produjeron y se despuntan aquellas que son muy largas y no producen para estimular la floración, en general la poda de producción se hace después de cada pico de cosecha (Ramírez, 2022).

Poda de Mantenimiento.- Se retiran las ramas improductivas que quedan tras los picos de producción, dejando un promedio de dos a tres nudos para que se desarrollen nuevas ramas productivas. En esta práctica también se eliminan hojas, ramas secas y frutos para prevenir la creación de condiciones favorables para los patógenos. Las podas deben realizarse siguiendo medidas sanitarias, desinfectando las herramientas con yodo agrícola a una concentración del 5%. Es fundamental evitar podas en condiciones de alta humedad y temperatura (Ortiz, 2021).

Poda de Renovación.- Este tipo de poda consiste en cortar el cuajado o guías terciarias a 0.30 de altura. 0.40 m desde su punto de inserción con guías secundarias. Esta práctica se lleva a cabo durante la producción cuando esta comienza a caer. No se recomienda una poda más intensa, ya que retrasa significativamente el nuevo crecimiento futuro. Además, esta decisión está influenciada por el estado sanitario de la planta; Si las condiciones son buenas, se puede permitir. El cultivo debe continuarse un año más, pero si no es favorable, al cabo de dos años es preferible erradicarlo con producción (Tapia, 2020).

1.1.5. Espaldera sencilla

Este sistema implica la instalación de postes de madera tratada, que miden entre 2 y 2.60 metros de largo y tienen un diámetro de 12 a 15 cm. Estos postes se entierran de 50 a 60 cm y se colocan en hileras cada 5 o 6 metros. En la parte superior se coloca a lo largo de la hilera un alambre (calibre N° 12), sobre el cual se apoyan las ramas. En el suelo inclinados, los postes deben instalarse en la dirección opuesta a la pendiente, teniendo también en cuenta la orientación dirección del sol y del viento para evitar vuelcos. Las principales ventajas de este sistema son mayores frecuencia de luz, mejor ventilación, fácil poda y menor uso de material. Además, permite una su mayor densidad de plantas por hectárea y su diseño funcional facilitan la inter plantación con otras plantas perennes o ciclo corto. Sin embargo, la desventaja es que el fruto puede rozar las hojas y ramas, lo que puede provocar daños mecánicos (Daza et al , 2020).

1.1.6. Espaldera en T

Para construir un sistema de espaldera en forma de T, se instalan dos postes robustos de al menos 2.5 m al inicio y al final de cada surco. Entre estos postes, se colocan varas de 2.5 m que pueden ser de bambú, guadua o alguna madera liviana pero resistente. En la parte superior de cada poste y vara se coloca una cruceta de madera de 0.9 m de longitud, sobre la cual se disponen dos líneas paralelas de alambre galvanizado calibre 12, separadas entre 0,6 y 0.7 m. Mientras la planta crece hacia los alambres, es necesario colocar un tutor, puntal o pita para guiarla en su ascenso. Con el tiempo, a medida que el cultivo se desarrolla, se formará un túnel que aumentará considerablemente el área foliar expuesta al sol (Tapia, 2020).

1.1.7. Reproducción de la maracuyá

La maracuyá se puede reproducir a través de semillas, esquejes e injertos. El método más común es la propagación por semillas (reproducción sexual), pero dado que estas plantas se cruzan mediante polinización cruzada, se observa una gran variabilidad genética entre los individuos de una población. Esto resulta en plantaciones heterogéneas, donde algunas plantas son altamente productivas mientras que otras tienen un rendimiento muy bajo (Ayala, 2024).

Para el cultivo de maracuyá, el rango de la densidad de siembra más utilizado en las fincas productivas fue de 1.000 a 1.250 plantas/ha, con una representación del 35,6%. En cuanto a las distancias de siembra varían desde 1 a 4 m entre surcos y de 2 a 5 m entre plantas siendo las más utilizadas 3 x 3 m correspondientes al 23% y las de 4 x 4 m con el 20%. Estos valores obtenidos son equiparables con las recomendaciones del ICA quien sugiere siembras de 4 x 4 m con el establecimiento de 625 plantas. Entidades internacionales concluye que el uso de distancias cortas aumenta el rendimiento en el primer año; sin embargo, a partir del segundo la eficiencia disminuye debido al exceso de masa foliar la cual provoca sombra y deficiencias fotosintéticas de las plantas. Al elegir densidades de siembra mayores es indispensable el uso de un conjunto de recomendaciones eficientes, con riego localizado, polinización manual, reposición de las deficiencias nutricionales, entre otros (Romero *et al.*, 2019).

El maracuyá es una planta trepadora, robusta y leñosa. Se distingue por sus raíces ramificadas y poco profundas, tallos cilíndricos, zarcillos, hojas en forma ovalada, flores hermafroditas que son auto-incompatibles, así como frutos redondeados y semillas de color negro o marrón oscuro (Zambrano, 2021).

1.1.8. Mecanismos de reproducción

1.1.8.1. Polinización natural

La maracuyá es considerada una planta autoestéril, lo que significa que requiere polinización cruzada para producir frutos, siendo necesario que sea polinizada por flores de otras plantas de maracuyá. La flor de maracuyá tiene su androceo situado por debajo de los estigmas, y el polen, que es pesado, se deposita en el fondo de la flor. Para que se produzca la polinización, se necesita la intervención de insectos que, al alimentarse del néctar en la base de la flor, transportan el polen y lo depositan en la siguiente flor que visitan. Los abejorros del género *Xylocopa varipuncta* son los más eficientes en este proceso de polinización, seguidos por las abejas *Apis mellifera* (Recalde, 2018).

1.1.9. Polinización asistida

La polinización artificial (manual) se lleva a cabo cuando la polinización natural por parte de insectos no es adecuada, y se sugiere realizarla si menos del 40% de las flores logran cuajar, según el muestreo realizado. En algunos países, esta práctica es común debido a la escasez de abejorros. Para realizar la polinización manual, se pasan tres dedos sobre las

anteras de varias flores y luego se transfieren a las flores de otras plantas, realizando un movimiento circular sobre el estigma de la flor receptora. Esta técnica incrementa el número de óvulos fecundados, lo que resulta en una mayor producción de semillas, un aumento en la cantidad de jugo y un mayor tamaño de los frutos (Cañizares y Jaramillo, 2017).

1.1.10. Influencia de las Flores en la Polinización

La cantidad de flores que se abren diariamente puede influir en la frecuencia con la que los polinizadores visitan plantas individuales. En el caso de *Passiflora edulis*, el desarrollo de señales olfativas, las horas de apertura, los períodos de floración y las cámaras nectaríferas son factores clave que pueden atraer a polinizadores más especializados. Estos elementos son fundamentales para desencadenar los síndromes de polinización ya conocidos, lo que resalta la importancia de cada uno en el proceso de polinización (Arce, 2019).

1.1.11. Eficiencia reproductiva en maracuyá

El abejorro *Xylocopa* se destaca como el polinizador más eficiente para este cultivo debido a su tamaño considerable, lo que reduce la cantidad de visitas necesarias a cada flor, en comparación con las abejas *Apis mellifera* L. Aunque estas últimas también ayudan en la polinización, su eficacia individual es limitada debido a su menor tamaño en relación con las flores (Chilpe y Rodas, 2018).

En situaciones donde la polinización natural es insuficiente y el porcentaje de cuajado de frutos es inferior al 30%, se recurre a la polinización artificial o manual, lo que puede aumentar el porcentaje de polinización entre el 82% y el 91% y mejorar el número de óvulos fecundados. Esto resulta en una mayor producción de semillas, así como en frutos más jugosos y de mayor tamaño. Sin embargo, esta técnica presenta desafíos relacionados con la genética del polen utilizado y la cantidad de veces que es necesario polinizar la flor para observar resultados efectivos, lo que está vinculado a la eficiencia y efectividad del proceso debido a su variabilidad (Daza et al., 2020).

1.1.12. Biología floral

Se argumenta que las flores de maracuyá presentan cinco sépalos oblongos que son verdes en la parte inferior y blancos en la parte superior, con un tamaño promedio de 3,58

cm de largo y 1.29 cm de ancho. Además, estas flores tienen tres brácteas ovaladas, cóncavas y verdes, que miden aproximadamente 2.58 cm de alto y 2.21 cm de ancho. También cuentan con cinco pétalos obtusos y oblongos, de color blanco en ambos lados, con dimensiones de 3.11 cm de largo y 0.92 cm de ancho (Arce, 2019).

La corola tiene un diámetro promedio de 7.69 cm y la corona mide 8.08 cm; la distancia entre la corona y los estigmas es de 1.7 cm. Por otro lado, presenta cinco anteras dorsifijas y versátiles que miden 1.36 cm de largo por 0.61 cm de ancho, un androginóforo con una altura promedio de 1.17 cm, un ovario súpero con tres estigmas que mide aproximadamente 0.51 cm por 0.64 cm y finalmente un estilete de 1.15 cm de longitud (Nuñez, 2018).

Las primeras flores del maracuyá emergen en las ramas primarias y secundarias, principalmente entre los 90 y 150 días después de la siembra. Estas flores se abren (antesis) entre las 12h00 y la 13h00, y permanecen abiertas durante aproximadamente seis horas, aunque este tiempo puede variar según las condiciones ambientales de cada región. En el maracuyá, se identifican tres tipos de flores (heteromorfas) según la curvatura del estilo en el momento de la apertura floral. Esta variabilidad influye en el proceso de polinización y puede observarse en una misma planta con diferentes frecuencias (Arias *et al.*, 2014).

1.1.13. Características de la Flor de *P. edulis*

Las flores de maracuyá son hermafroditas, grandes y llamativas, con sépalos y pétalos que presentan una coloración predominantemente blanca, adornados con anillos de colores (generalmente púrpuras) en los filamentos de la corona. En el centro de la flor se encuentra un androginóforo columnar bien desarrollado, que contiene un ovario globoso, unilocular y multiovulado. La parte femenina presenta tres estilos que se unen en la base, con estigmas en forma de cabeza. La parte masculina está compuesta por cinco estambres, cuyos filetes están conectados en la base y tienen anteras dorsales y versátiles. Por lo general, las flores se abren durante el período vespertino (tarde), y la floración se estimula en días más largos (más de 11 horas de luz) y temperaturas elevadas (superiores a 20 °C) (Carlosama *et al.*, 2020).

La *passiflora edulis* posee una polinización cruzada, el polen no puede llegar por sí mismo al órgano femenino de la flor, sino que requiere un vector que lo lleve hasta allí. Este

transporte puede realizarse por el aire o por animales. Cuando el polen se dispersa a través del aire, se habla de polinización anemófila; en cambio, cuando son los animales los que lo transportan, se conoce como polinización zoófila. En climas templados, es común que este proceso sea llevado a cabo por insectos, lo que se denomina polinización entomófila (Morian, 2021).

1.1.14. Fases florales

La apertura floral inicia al exponer las estructuras reproductivas al entorno. En este momento, los estigmas se encuentran en posición erecta, mientras que las anteras miran inicialmente hacia arriba. Sin embargo, esta orientación cambia, y las anteras se dirigen hacia la base floral, formando un ángulo de 180°. Los estigmas descienden a un ángulo aproximado de 40°, y se observa la presencia de polen libre en la estructura floral. Los estigmas y las anteras se disponen en el mismo plano. En algunas flores, los estigmas pueden regresar a una posición erecta antes de que comience el cierre floral, lo que provoca que los pétalos muestren signos de marchitez. Posteriormente, tanto los pétalos como los sépalos vuelven a una posición erecta, marcando el inicio del desarrollo del fruto (Arce, 2019).

1.1.15. Receptividad estigmática

La receptividad estigmática indica la capacidad del estigma para recibir polen, permitiendo que este se adhiera, se hidrate y, finalmente, germine. La polinización implica la transferencia de polen desde los órganos sexuales masculinos hacia los femeninos; Sin embargo, para que este proceso se lleve a cabo, la transferencia de polen al estigma debe ocurrir durante el tiempo en que este es receptivo. De lo contrario, el polen no podrá adherirse ni germinar (Conabio, 2022).

En condiciones naturales, el estigma suele estar receptivo una vez que las flores se abren. Sin embargo, en el contexto del mejoramiento genético, a menudo es necesario realizar polinizaciones dirigidas mientras las flores están en estado de pimpollo. Durante la madurez floral, cuando los estigmas están listos para ser polinizados, se caracterizan por una alta actividad de enzimas peroxidasas. Por esta razón, para determinar la sensibilidad del estigma, utilizamos peróxido de hidrógeno como método para probar la presencia de estas enzimas mediante observación burbujas (Carrodegas y Zúñiga, 2022).

La antesis en el maracuyá comienza con la separación de los sépalos, pétalos y filamentos de la corona, un proceso que ocurre entre las 12h00 y la 13h00 y dura aproximadamente diez minutos. Posteriormente, los filamentos se curvan hacia la corona, alineando las anteras de manera que quedan en la posición ideal para depositar polen en la parte dorsal de las abejas. Al mismo tiempo, los estiletes también comienzan a curvarse, lo que toma un promedio de 1 hora y 11 minutos. Durante la apertura de la flor, los estigmas son receptivos y permanecen así hasta que la flor comienza a marcharse. Este proceso de senescencia floral se inicia alrededor de las 18h00, momento en el cual se observa un cambio en el color de los pétalos y su marchitamiento (Mora, 2018).

La vida útil de la flor es de aproximadamente 12 horas. En el caso de *Passiflora*, el proceso de antesis se inicia por la mañana con la llegada de la luz solar. Según, el porcentaje mayor de flores en antesis (54.5%) se desarrolló entre las 6h00 y las 7h00 h, donde el 56% de las flores se abrió en ese mismo intervalo. Después, a las 8:00 h, este porcentaje disminuyó al 24% y finalizó a las 10h00 con un 4%, y en otras reconocidas investigaciones señalan la antesis comenzó a las 6h00 con un 8% y concluyó a las 11h00, registrando los mayores porcentajes entre las 6h00 y las 8h00. Dependiendo de las condiciones climáticas del área, una flor puede durar hasta 24 horas después de la antesis. Con base en estos estudios, se puede planificar adecuadamente la aplicación de productos químicos necesarios para el cultivo en momentos del día o temporadas que no interfieran con la actividad de los insectos polinizadores (Nuñez, 2018).

1.2. Investigaciones relacionadas

Núñez (2018), determinó en su estudio estrategias de polinización en passifloras, especies: maracuyá amarillo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) y maracuyá (*Passiflora edulis Sims edulis*) que en la mayoría de las especies de pasifloras que se han estudiado, la polinización natural resulta efectiva, siempre que haya una cantidad suficiente de los principales polinizadores y una diversidad genética adecuada entre las variedades para reducir la autoincompatibilidad, además, es fundamental considerar las condiciones agroecológicas en las que se desarrolla el cultivo destacando así mismo la polinización manual tiene un impacto positivo en el proceso de polinización; Sin embargo, es importante llevar a cabo un análisis de costos para evaluar la rentabilidad del cultivo.

Arce (2019), concluyó en su estudio comparación de la morfología y biología floral de passiflora (Passifloraceae) en especies silvestres y cultivadas en Casanare Orinoquía colombiana que la apertura floral ocurrió por la mañana en todas las especies estudiadas, excepto en *P. edulis*, que se abrió por la tarde. No se observaron un patrón similar entre las seis especies en cuanto a características como el tiempo de desarrollo de los botones, la duración de la flor abierta, el desarrollo del fruto y su maduración y por consecuencia en la *P. edulis* al poseer una mayor disponibilidad de polen es idónea para una mayor frecuencia de visitas florales, gracias a las características morfológicas de sus estructuras florales y su biología floral, especialmente debido a los altos niveles de producción de néctar presente; por lo tanto, podría tener un mayor éxito reproductivo.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Centro de Apoyo Manglaralto – Estación Experimental UPSE, Parroquia Manglaralto, provincia de Santa Elena, cuyas coordenadas geográficas del área donde se estableció el experimento son latitud sur 1°50'24.77", longitud oeste 80°44'25.2" y a una altitud de 12 msnm. El clima en esta zona se presenta como un clima tropical, con temperaturas que van entre 23 y 26 °C, con suelos franco-arcillosos, ligeramente alcalino, con precipitaciones anuales de 500 a 1000 mm y humedad relativa entre 81% y 86% (Gobierno Descentralizado Parroquial, 2024).



Figura 1. Ubicación del Centro de Apoyo Manglaralto-UPSE (Google Maps, 2025).

2.1. Características edafoclimáticas

Bajo los datos de (Gobierno Descentralizado, 2024). La zona presenta las siguientes condiciones meteorológicas descritas en la tabla

Tabla 2. Características edafoclimática (Gobierno Descentralizado, 2024).

Parámetro	Valor promedio
Temperatura (°C)	26
Humedad relativa (%)	86
Precipitación (mm año ⁻¹)	500-1000
Altitud (msnm)	14

2.2. Materiales, equipos y reactivos

2.2.1. *Material biológico*

- Polen extraído de las muestras de flores
- Flores utilizadas para las pruebas de receptividad

2.2.2. *Material de campo para la colecta de las muestras y toma de datos*

- Libro de campo
- Esferos
- Cintas de identificación (para el marcado de polinizaciones naturales)
- Fundas de papel (para protección en polinizaciones asistidas)
- Gotero (para la dosificación de peróxido de hidrógeno)

2.2.3. *Material vegetal*

- *Passiflora edulis* (INIAP 2009)
- *Passiflora edulis* (Brasileña)

2.2.4. *Material para aplicación*

- Tijera de poda
- Pinzas
- Lupas
- Cinta- flexómetro

2.2.5. *Material de laboratorio*

- Caja petri
- Guantes

2.2.6. *Material reactivo*

- Peróxido de hidrogeno

2.3. Tipo de investigación

Los tipos de investigación que se usaron fueron los siguientes:

Investigación experimental: no se manipularon las variables en cuanto a la receptividad estigmática de las diferentes muestras de las flores de *P. edulis* y su eficiencia reproductiva.

Investigación descriptiva: debido a que estudió la receptividad estigmática en la maracuyá se refiere a las características y propiedades de su biología floral que influyen en los procesos de polinización.

Investigación correlacional: debido a que evaluarán 2 especies de *P. edulis* (INIAP 2009 y Brasileña), en cuanto a su receptividad estigmática y eficiencia reproductiva.

2.4. Diseño de investigación

En este estudio se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar, distribuidos en cuatro tratamientos y cuatro bloques con arreglo factorial 2 x 2. El criterio de bloqueo fueron las dos variedades. El modelo estadístico con el cual se usó es el siguiente:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

γ_{ijk} =Valor del i-ésimo nivel del factor A, j-ésimo nivel del factor B, y k-ésimo bloque(repetición)

μ =Media general

α_i =Efecto del i-ésimo nivel del factor A

β_j =Efecto del j-ésimo nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ =Efecto de interacción entre ambos factores

ϵ_{ijk} =Error aleatorio

Tabla 3. ANOVA.

Fuentes de variación		Grados de libertad
Bloques	b-1	3
Factor A (Variedades)	a-1	1
Factor B (Tipos de polinización)	b-1	1

Interacción A x B	$(a - 1) (b - 1)$	1
Error experimental	$(t - 1) (b - 1)$	9
Total	$(txb) - 1$	15

2.4.1. *Tratamientos*

En la tabla 4 se evidencian los tratamientos establecidos para evaluar el efecto de la variedad y el método de polinización en maracuyá.

Tabla 4. Descripción de los Tratamientos empleados.

Tratamientos	Detalle
T1	Variedad 1 vs Polinización natural
T2	Variedad 1 vs Polinización asistida
T3	Variedad 2 vs Polinización natural
T4	Variedad 2 vs Polinización asistida

2.5. *Especificaciones del experimento*

- ❖ Área total: 354 m²
- ❖ División entre bloques: 5 metros
- ❖ Medidas de cada bloque: 88.5 m²
- ❖ Área de la unidad experimental: 5.70 m²
- ❖ Numero de plantas totales: 120
- ❖ Número de plantas por bloque 16
- ❖ Número de plantas por tratamiento: 4
- ❖ Distancia de siembra: 3 m entre plantas y 5 m entre hileras

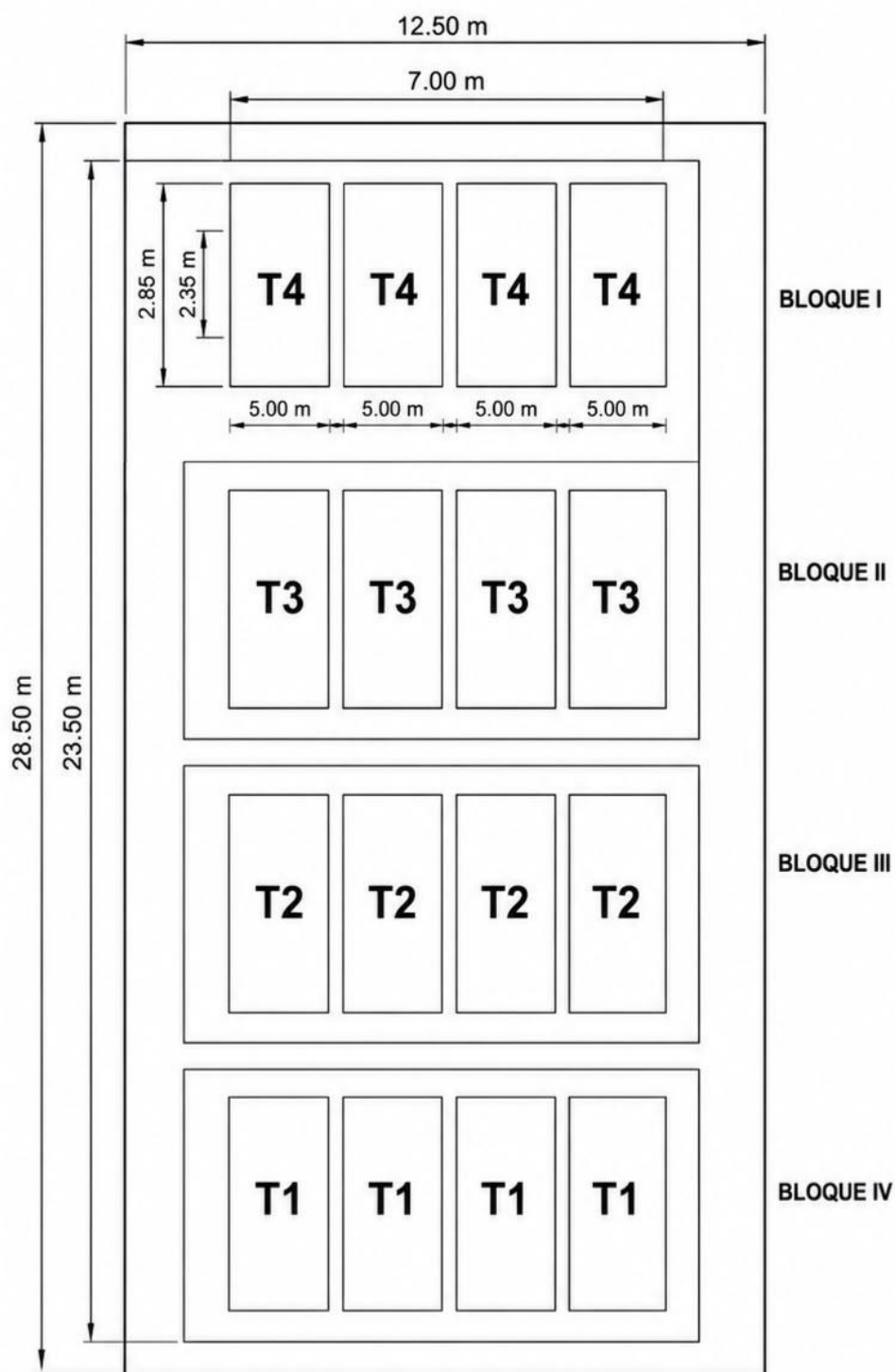


Figura 2. Croquis del experimento.

2.6. Manejo del experimento

2.6.1. Preparación del Terreno

Se preparó el terreno de forma manual con ayuda de herramientas que en este caso fueron machetes y azadones para la eliminación de arvenses, posteriormente se realizó un

adecuado laboreo del suelo con un mes de anticipación antes de la siembra donde se delimitaron las áreas de cada unidad experimental.

Se usó el diseño de cultivo de espaldones con el material INIAP 2009 y la variedad brasileña, en un terreno de 354 m², 3 m entre plantas y 5 m entre hileras considerando que los suelos en la parroquia Manglaralto suelen ser franco-arcillosos relativamente alcalinos, con temperaturas medias de 24°C y la presencia de bosque seco tropical.

2.6.2. Preparación de Semillas en bandejas de germinación

Se eligieron 120 plantas distribuidas en el Material INIAP 2009 y variedad brasileña las cuales se colocaron a germinar en las bandejas de germinación en un entorno adecuado con los sustratos necesarios para una correcta germinación. Una vez que emergieron las coloqué en fundas adecuadas de siembra esperando un lapso casi de 2 semanas requiriendo que las plántulas alcancen una altura de unos 15-20 cm.

2.6.3. Trasplante

Se eligieron 120 plantas las cuales se caracterizaban por su con mayor vigorosidad y con buen sistema radicular, procediendo con los hoyos en el suelo con el tamaño adecuado para la planta en el cual se añadió abono orgánico para que estas no sintieran estrés, estas estarán distribuidos en 3 m entre plantas y 5 m entre hileras.

2.6.4. Sistema de Soporte

Se instalaron los 70 respectivos soportes de madera con alambres galvanizados para las determinadas 120 plantas ya sembradas para facilitar su crecimiento y desarrollo floral hasta la fructificación.

2.6.5. Fertilización

Se usaron abonos orgánicos a bases de materia vegetal descompuesta en sus primeras etapas de las plantas, posteriormente se utilizaron fertilizantes minerales como Yaramilla Complex, DAP, sulfato de potasio, calcio y boro en forma de producto Magzibor y sulfato de magnesio, y bioestimulantes como Evergreen los cuales se distribuyeron en las diferentes etapas que la planta los valla necesitando tomando como base de requerimiento 200 g de nitrógeno, 50 g de fósforo y entre 50 y 80 g de potasio por planta, distribuyendo bien estos nutrientes.

2.6.6. Floración

En la etapa de floración entre ambas variedades se dio alrededor de los 5 meses con la presencia de los primeros botones florales la cual nos permitió determinar y evaluar la receptividad estigmática por medio de nuestro reactivo peróxido de hidrogeno, por lo consiguiente la eficiencia reproductiva, esta se determinó en lo que fue la polinización natural observando a los insectos polinizadores en especial al xilocopo en el entorno y la polinización manual la cual no tuvo intervención de estos insectos polinizadores sino más bien la asistencia de mi persona en la cual se usó 5 plantas para evaluar este parámetro en cada uno de los tratamientos.

2.6.7. Riego

Se implementó un sistema de riego por goteo, en la cual la fuente de este recurso hídrico fue el sistema de riego por medio de un pozo, la cual la universidad nos facilitó y esta se distribuyó entre 60 y 120 mm de agua mensuales bien distribuidas (Ayala, 2024).

Los monitoreos se realizaron de planta a planta, se midieron los niveles de infestación para el caso de plagas, la cual la más agresiva fue el gusano defoliador (*Dione junio junio*) y el chinche patón (*Leptoglossus zonatus*) niveles de incidencia y severidad para el caso de enfermedades la cual nos ataco fue el Fusarium (*Fusarium oxysporum*) Para las malezas se identificaron dos tipos las cuales se identificaron como escoba amarga (*parthenium hysterophorus*) y el coquito (*Cyperus rotundus*).

2.6.8. Control de arvenses y manejo fitosanitario

El control de arvenses se realizó de manera mecánica (Guadaña), y manual. Es importante destacar que los arvenses que predominaron fueron del género *Parthenium* y *Cyperus*.

2.7. Parámetros evaluados

2.7.1. Índice de eficiencia reproductiva (IER)

Con el fin de conocer los aspectos básicos de la biología reproductiva de *P. edulis* se realizaron experimentos de polinización natural y asistida en dos variedades de maracuyá distribuidos en 4 bloques y en 4 tratamientos evaluando el efecto de los diferentes tratamientos de polinización estas observaciones se registraron durante el tiempo de la investigación por medio de observaciones directas y registros de campo.

Los ensayos de polinización natural, autopolinización y manual se realizaron en diferentes épocas de floración, teniendo en cuenta que la apertura de la flor o antesis en la zona de estudio la cual fue alrededor de las 13h00 en adelante. La metodología seguida en esta investigación fue la desarrollada por (Ayala, 2024) en *P. edulis*, bajo diferentes tratamientos, donde se evaluó el efecto de estos sobre la producción de frutos, características físicas y número de semillas. Además, se determinará con la siguiente formula:

Fórmula 1:

$$IER = \frac{Pns}{Pm}$$

Donde:

- ❖ Pns.- Producción natural de semillas.
- ❖ Pm.- Polinización manual

Polinización natural.- Para esta sección se marcaron las flores antes de la antesis y se dejaron expuestas a la acción de los insectos polinizadores, que en este caso fue el xilocoppo y se utilizó la siguiente fórmula (Guarín et al., 2019):

Fórmula 2:

$$PPN\% = \frac{\text{Número de flores totales}}{\text{Número de flores fecundadas despues de la polinización natural}} \times 100$$

Polinización asistida.- Se marcaron los botones florales en el momento de la apertura floral, las mismas fueron emasculados y polinizados manualmente con polen proveniente de flores de otras plantas. Una vez que se polinizó la flor se embolsó nuevamente.

Fórmula 3:

$$PPN\% = \frac{\text{Número de flores totales}}{\text{Número de flores fecundadas después de la polinización manual}} \times 100$$

Número de frutos.- Se determinó el número de frutos obtenidos después de la polinización manual y natural (Zarate et al. 2018).

2.7.2. *Biología floral*

Número de flores.- se contabilizó 5 plantas por tratamiento para contabilizar el número flores.

Apertura de la flor.- Las observaciones se hicieron directamente en el campo en plantas vivas, y se complementaron con observaciones de flores marcadas a partir de las 06h00, 12h00, 13h00, 14h00, 15h00, 16h00, 17h00, y 18h00.

Longitud y diámetro de la flor (cm): se determinó la longitud y diámetro de la flor de *P. edulis* mediante la ayuda de un calibrador en donde se consideró desde el pedúnculo hasta los sépalos de la flor, y en el caso del diámetro desde la parte más ancha de la flor

2.7.3. *Receptividad estigmática*

Receptividad. –Se determinó la receptividad estigmática a través del reactivo peróxido de hidrogeno, en donde la aplicación del método del reactivo se consideró positiva con la formación de las burbujas inmediatamente después de la inmersión, esto determinó la receptividad de aquella flor, se usó 5 flores por tratamiento.

2.8. Análisis estadístico de los resultados

Para llevar a cabo el análisis estadístico con el software InfoStat, se creó una matriz de Excel que contenía la información recopilada durante todo el proceso investigativo. En este programa se utilizó un ANOVA y botones florales, así como también datos sobre la cantidad de guías, flores abiertas y eficacia de polinización. Previamente los datos fueron sometidos a un análisis de normalidad (Shapiro-Wilks). Además, los datos fueron sometidos a la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad y a un análisis de varianza (ANOVA).

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Biología Floral y comportamiento fenológico de dos variedades de maracuyá (Brasileña e INIAP 2009)

La biología floral y el comportamiento fenológico de la maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) comprenden el estudio de los procesos reproductivos y su relación con el desarrollo y la productividad del cultivo. La evaluación de la secuencia de desarrollo de los botones florales permite identificar los cambios morfológicos desde su formación hasta la antesis, facilitando la determinación de la madurez funcional de la flor y proporcionando información relevante sobre la dinámica reproductiva de la especie

Tal como se observa en la Figura 2, el botón floral de la variedad Brasileña mostró un desarrollo constante durante un periodo de 19 días. En los días iniciales, las dimensiones eran de 1 cm de longitud y 1.2 cm de diámetro, conservando su estructura protegida por los sépalos y las brácteas. Entre el octavo y el decimoquinto día se presentó la fase de elongación y ensanchamiento más significativa, en la que alcanzó 5 cm de longitud y 2.5 cm de diámetro; este proceso fue acompañado por una mayor intensidad del color verde y por la apertura inicial de los sépalos. Al final del seguimiento (del día 16 al 19), el botón alcanzó un tamaño aproximado de 6 cm de longitud y 3 cm de diámetro, lo que indica que entró en el estado previo a la antesis justo antes de florecer.

La variedad INIAP 2009 mostró un desarrollo progresivo del botón floral durante todo el periodo de evaluación. Como se observa en la figura 3 en la etapa inicial (0–3 días) el botón midió aproximadamente 1 cm de longitud y 1.2 cm de diámetro. Entre los días 8 y 15 presentó un crecimiento constante hasta alcanzar 4.5 cm de longitud y 2.5 cm de diámetro, observándose la permanencia de las brácteas con signos de senescencia. En la fase final (16–19 días), el botón alcanzó cerca de 6 cm de longitud y 3 cm de diámetro, correspondiente al estado de pre-antesis, con una morfología completamente desarrollada y próxima a la antesis.

Durante el seguimiento, la variedad brasileña mostró un crecimiento más rápido en las fases intermedias, a pesar de que al final ambas variedades alcanzaron un tamaño casi igual. Es posible que estas diferencias sean causadas por la variabilidad genética entre los materiales de *Passiflora edulis*, porque el desarrollo de las flores se ve afectado por las propiedades fisiológicas de cada genotipo y su habilidad para adaptarse a las condiciones del entorno.

Estos resultados coinciden con los reportados por Ocampo *et al.* (2013) que indica que la expresión de características como el tamaño, la velocidad de crecimiento y la duración de las fases fenológicas depende de la interacción entre el potencial genético y el ambiente de cultivo. En este sentido, los estudios fenológicos reportan que incluso bajo condiciones similares pueden presentarse diferencias importantes en el desarrollo de los botones florales entre materiales vegetales.

La supervisión del desarrollo del botón floral hizo posible la definición de una secuencia fenológica precisa para las dos variedades, lo que representa un recurso valioso para el manejo agronómico del cultivo. Según Vela (2024), es posible conectar la floración, la fructificación y el surgimiento de botones florales con el crecimiento vegetativo si se identifican las fases fenológicas a través de escalas como BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt y Chemical Industry). Esto simplifica la planificación de tareas de polinización, manejo fitosanitario y fertilización.

El crecimiento progresivo de los botones florales observado durante la investigación concuerda con Soares *et al.* (2018) quienes describen que el desarrollo floral en *Passiflora edulis* implica una secuencia continua de cambios morfológicos y fisiológicos que culminan en la antesis, etapa en la que los órganos reproductivos alcanzan su máxima funcionalidad concluyendo que a medida que aumenta el tamaño de los botones florales, también aumentan la madurez del estigma y la viabilidad del polen, lo que contribuye al éxito reproductivo de la especie.



Figura 3. Botones florales, variedad Brasileña.

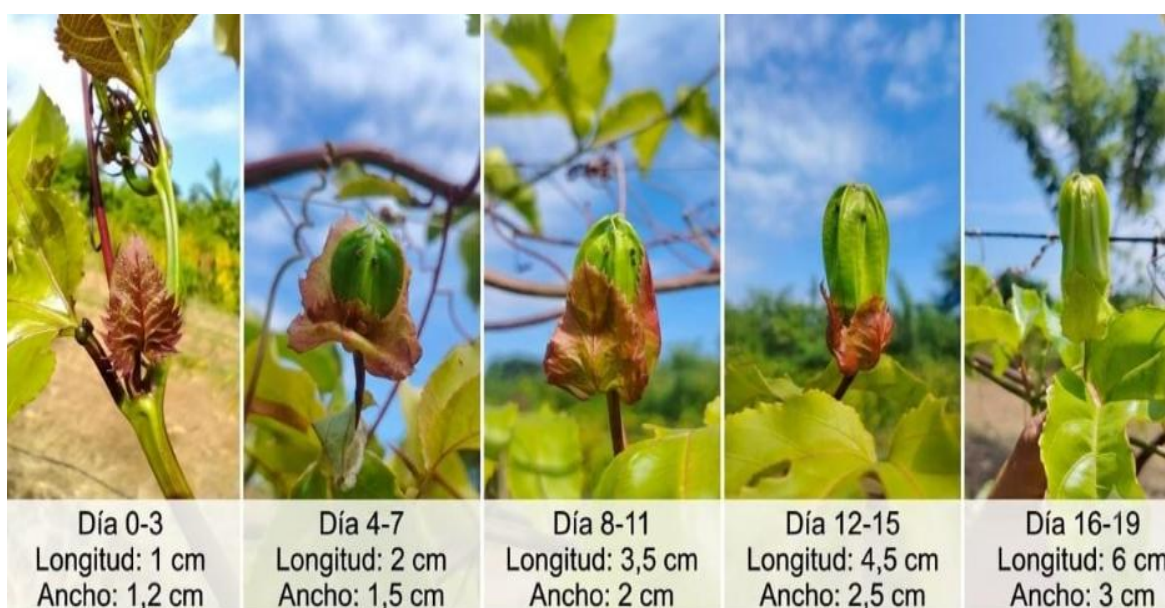


Figura 4. Botones florales, variedad INIAP 2009.

3.2. Seguimiento de la flor de maracuyá

El monitoreo de la apertura y senescencia floral en maracuyá (*Passiflora edulis Sims*) permite caracterizar la dinámica del desarrollo floral durante su vida funcional. La evaluación de estos eventos permite identificar los cambios morfológicos y fisiológicos que ocurren desde la antesis hasta el inicio de la senescencia, y proporciona información sobre la duración de la funcionalidad de las flores y su relación con los procesos de polinización y fertilización.

En la figura 4 se observan seis etapas sucesivas del desarrollo floral, desde la etapa de botón floral completamente desarrollado hasta la exhibición floral. Cada etapa aportó características morfológicas propias, que permitieron reconocer la transición entre la pre-antesis, desarrollo, la función reproductiva y la senescencia floral.

En la Figura 4A que corresponde a la Fase 0, pre-antesis, donde el botón floral permaneció completamente cerrado y protegido por los sépalos. En esta condición, la flor tenía un color verde uniforme, una textura firme y no se evidenciaron estructuras reproductivas visibles, lo que indicaba que el capullo se había desarrollado completamente antes de que se abriera la flor.

Luego en la figura 4B que corresponde a la Fase 1, se observó el inicio de la apertura floral, caracterizada por la separación gradual de sépalos y pétalos. En esta etapa, la corola, los estambres y los estigmas comenzaron a quedar parcialmente expuestos, mientras que la apertura de la flor aumentó gradualmente.

La antesis completa se observa en la figura 4C Fase 2, la cual representó el momento de máxima apertura floral. En esta etapa, los pétalos y sépalos estaban completamente desplegados, dejando la corola filamentosa, el andrógino, los estambres y los estigmas completamente visibles. Además, se registraron visitas de insectos polinizadores a las flores.

Después de la antesis, en la figura 4D Fase 3, la flor permaneció abierta y conservó la mayoría de sus estructuras funcionales. Sin embargo, comenzaron a observarse cambios en la posición de los pétalos y una ligera pérdida de turgencia, lo que indicaba el inicio del proceso natural de senescencia de las flores, aunque las estructuras reproductivas aún eran visibles.

En la siguiente etapa figura 4E Fase 4, se observó un cierre gradual de los pétalos y sépalos. La flor redujo gradualmente su apertura como resultado de un proceso natural posterior a la antesis acompañado de una reducción en la rigidez del tejido floral. Finalmente, como se observa en la figura 4F Fase 5, la flor presentó un pronunciado proceso de marchitamiento caracterizado por el secado de los pétalos de la corola, sépalos y filamentos. Lo que significó que al menos esta flor no fue polinizada por algún insecto o tratada de manera manual, lo que deriva al marchitamiento y por lo consiguiente la caída de esta.

Los resultados obtenidos concuerdan con Ángel *et al.* (2011), quienes crearon una secuencia fenológica de *Passiflora edulis* f. *edulis* consta de las fases F0, F1, F2, F3 y F4. En este estudio, la fase F0 corresponde a la preantesis, que se caracteriza por un botón floral completamente cerrado, mientras que las fases posteriores representan el proceso progresivo de apertura, antesis y senescencia de la flor. Si bien en este estudio se distinguieron seis etapas, éstas corresponden a una descripción más detallada del mismo proceso fenológico reportado por estos autores, permitiendo observar con mayor precisión la transición entre la apertura de las flores y el marchitamiento.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Avance Pasifloras (2025), resaltando la importancia del seguimiento fenológico para determinar el momento de máxima funcionalidad floral. El conocimiento de las etapas florales permite optimizar métodos como la polinización dirigida, el monitoreo de polinizadores y la planificación de tareas de manejo para mejorar el rendimiento de los cultivos.

El monitoreo realizado en la investigación permitió identificar los cambios morfológicos que experimenta la flor *Passiflora edulis* desde la apertura de la flor hasta el inicio de edad, lo que indica una secuencia ordenada de eventos durante su período de actividad. Este comportamiento concuerda con el descrito Neves Da Silva *et al* (2022) quienes caracterizaron las fenofases reproductivas de especies de *Passiflora* silvestres a través de observaciones semanales y registros fotográficos, identificando continuas modificaciones morfológicas en botones florales, flores y frutos durante su desarrollo.



Figura 5. Fases fenológicas de la flor de *Passiflora edulis*.

A. Fase F0: pre-antesis, botón floral cerrado. **B.** Fase F1: flor abriendo, en estado femenino y con hercogamia, sin liberación de polen. **C.** Fase F2: flor abierta, las anteras han girado 180 grados. **D.** Fase F3: estigmas recurvados hacia abajo. **E.** Fase F4: flor senescente cerrándose. **F.** Fase F5: flor completamente marchita por causa de no haber sido polinizada.

3.4 Número de botones florales y guías de dos variedades de maracuyá (Brasileña e INIAP 2009)

Conforme a la Tabla 5, se muestran los valores correspondientes al número de botones florales (NBF) y número de guías (NG) evaluados en dos variedades de maracuyá bajo dos métodos de polinización (natural y asistida). El coeficiente de variación fue de 15.66 % para el número de botones florales y 23.88 % para el número de guías, indicando una variabilidad experimental aceptable dentro de las condiciones del ensayo.

Para el factor A (variedades de maracuyá) no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) en ninguna de las variables evaluadas. No obstante, la variedad 2 (A2) presentó un mayor promedio de botones florales (77.44) en comparación con la

variedad 1 (A1) (72.72). En cuanto al número de guías, ambas variedades registraron valores similares, con promedios de 3.22 y 3.13, respectivamente.

En el factor B (métodos de polinización) tampoco se observaron diferencias significativas ($p>0,05$). Sin embargo, la polinización asistida (B2) registró un promedio ligeramente superior de botones florales (75.50) respecto a la polinización natural (B1) (74.66). De igual manera, el número de guías fue ligeramente mayor bajo polinización asistida (3.22) en comparación con la polinización natural (3.13), aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

En cuanto respecta a los tratamientos no se evidenciaron diferencias estadísticas para ninguna de las variables evaluadas. No obstante, el tratamiento T4 (Variedad 2 - polinización asistida) registró el mayor promedio de botones florales con 78.38, seguido por T3 (Variedad 2 - polinización natural) con 76.50, mientras que los menores valores correspondieron a T1 (72.81) y T2 (72.63), pertenecientes a la variedad 1. Para el número de guías, los tratamientos T2 y T3 alcanzaron el mayor promedio (3.25), seguidos por T4 (3.19) y T1 (3.00), sin diferencias estadísticas entre ellos.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Castillo y Cueva (2024), quienes indicaron que un aumento en el número y longitud de las guías promueve el crecimiento de las plantas y mejora la capacidad de producir estructuras reproductivas. Por lo consiguiente el monitoreo de los botones florales permitió identificar la secuencia de desarrollo previa a la antesis, evidenciando cambios morfológicos progresivos asociados a la diferenciación y maduración de las estructuras reproductivas. }

Estos resultados coinciden con lo señalado por Benítez y Borrero (2018), quienes indican que el éxito reproductivo de *Passiflora edulis* depende de la formación de flores completamente desarrolladas ya que de su adecuada formación depende la funcionalidad de la flor y el posterior cuajado de frutos.

Tabla 5. Número de botones florales (NBF) y número de guías (NG) en dos variedades de maracuyá bajo dos métodos de polinización.

		GL	Número de botones florales		N
			y Número de guías		
			NBF	NG	
Factor A (Variedades de maracuyá)	A1	1	72.72 a	3.13 a	
	A2		77.44 a	3.22 a	
Factor B (Métodos de polinización)	B1	1	74.66 a	3.13 a	
	B2		75.50 a	3.22 a	
Tratamientos					
T1 (Variedad 1-Polinizacion natural)			72.81 a	3.00 a	16
T2 (Variedad 1-Polinización asistida)			72.63 a	3.25 a	16
T3(Variedad 2-Polinización natural)			76.50 a	3.25 a	16
T4(Variedad 2-Polinizacion asistida)			78.38 a	3.19 a	16
A x B		0			
Error experimental		60			
Total		63			
CV (%)			15.66	23.88	
Probabilidad (FA)			0.1136	0.6224	
Probabilidad (FB)			0.7750	0.6224	
Probabilidad (A x B)			0.7269		

*N= número de plantas evaluadas. GL= grados de libertad. *CV%= Coeficiencia de variación. *Medias estadísticas de Tukey con el 0.05 de probabilidad del error. *ab= Letras iguales no difieren estadísticamente.

3.5. Número de flores abiertas en dos variedades de maracuyá (Brasileña e INIAP 2009)

La Figura 5 ilustra la evolución del número de flores abiertas a lo largo de ocho semanas de seguimiento, comparando dos variedades de maracuyá sometidas a dos métodos de polinización. La floración aumentó de manera paulatina desde la primera semana (S1) hasta registrar su pico máximo en la sexta semana (S6) en la totalidad de los tratamientos. Desde este momento y a lo largo de las semanas S7 y S8, la cantidad de flores se redujo significativamente, lo que indica el final del periodo de máxima floración y el inicio del proceso de senescencia.

Según el análisis de varianza, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuanto al promedio del número de flores abiertas ($p = 0.4442$), lo que indica que las dos variedades analizadas y los métodos de polinización utilizados presentaron un comportamiento floral parecido. El coeficiente de variación ($CV = 18.32\%$) muestra que la variabilidad experimental es aceptable, lo que brinda fiabilidad a las evaluaciones efectuadas bajo las condiciones del experimento.

En cuanto a los tratamientos, en la semana 6 el T4 (Variedad 2 - polinización asistida) tuvo la cifra promedio más alta de flores abiertas, con 11.63; le siguió el T3 (Variedad 2 - polinización natural) con 11.38 y luego el T1 (Variedad 1 - polinización natural) con 10.50 flores y T2 (Variedad 1 - polinización ayudada) con 10.38 flores. En la semana 5, el tratamiento T3 tuvo el promedio más alto (8.25 flores), después siguieron T2 (7.50), T4 (7.13) y finalmente T1 (6.25). Las diferencias entre tratamientos fueron menores durante las primeras semanas de evaluación (S1-S3), con valores de 0.50 a 4.13 flores abiertas. Sin embargo, luego del pico de floración se notó una disminución uniforme en todos los tratamientos.

Estos resultados evidencian que la mayor intensidad de floración ocurrió entre las semanas cinco y seis, periodo en el cual la Variedad 2, tanto bajo polinización natural como asistida (T3 y T4), presentó los mayores promedios de flores abiertas, indicando un mejor comportamiento floral respecto a la Variedad 1 durante el pico de floración.

Este comportamiento evidencia que la mayor intensidad de floración ocurrió entre la quinta y sexta semana de evaluación, seguida de una disminución progresiva conforme avanzó el ciclo fenológico de las plantas. Estos resultados concuerdan con los reportados por

Oliveira *et al.*(2019), quienes indican que la floración del maracuyá responde a un proceso continuo de diferenciación de botones florales, en el cual la apertura de las flores ocurre de manera secuencial y sincrónica, promoviendo la presencia constante de estructuras reproductivas durante la mayor parte del ciclo productivo.

Asimismo, Cordeiro *et al.* (2019) con su investigación llegó a la conclusión que el aumento de flores abiertas hasta la sexta semana se puede atribuir a la acumulación progresiva de fotoasimilados y al desarrollo fisiológico alcanzado por las plantas durante el período experimental. demostraron que la intensidad de la floración en *Passiflora edulis* está regulada por factores ambientales, principalmente fotoperiodo y temperatura, los cuales afectan directamente la diferenciación floral y la duración del período reproductivo.

En condiciones favorables, la planta aumenta la producción de flores hasta alcanzar el pico de floración, similar a lo observado en lo expuesto.

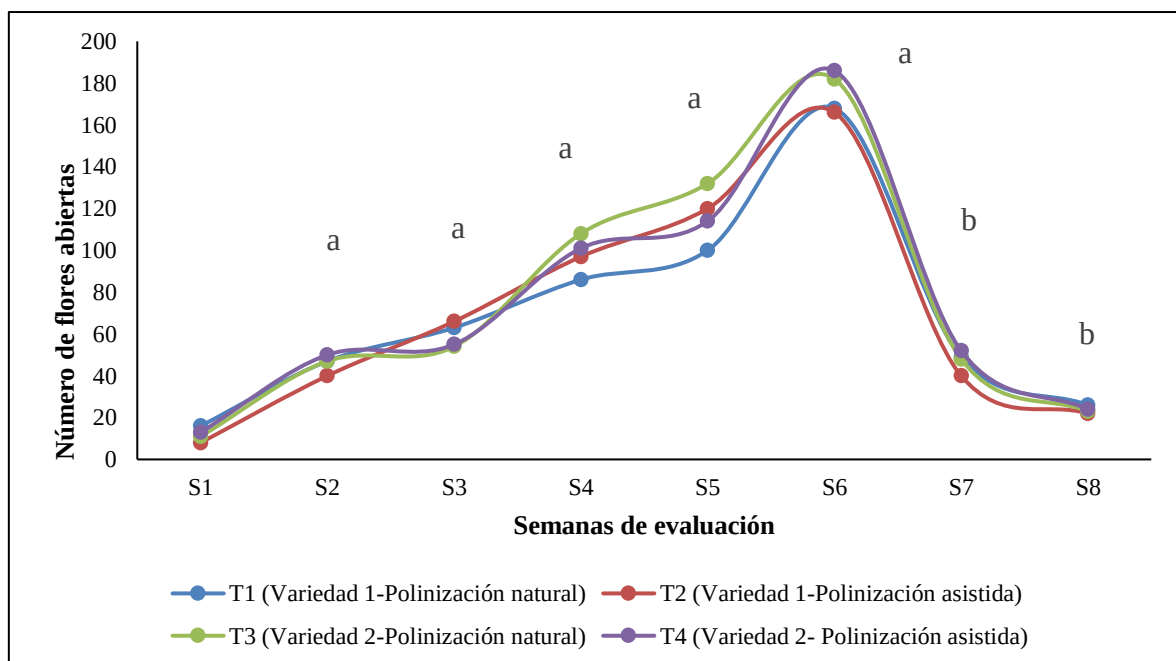


Figura 6. Curva de floración en dos variedades de maracuyá (*Passiflora edulis*) como base para el mejoramiento genético.

3.5. Efectividad de la polinización natural y asistida en dos variedades de maracuyá (Brasileña e INIAP 2009)

La tabla 6 se presentan los valores correspondientes al número de frutos polinizados (NFP) y al porcentaje de polinización (PP) obtenidos en dos variedades de maracuyá bajo dos métodos de polinización. El coeficiente de variación fue de 32.38 % para ambas variables, indicando una variabilidad aceptable dentro de las condiciones experimentales. Los resultados evidencian que la eficiencia de polinización estuvo influenciada principalmente por el método de polinización y por la interacción entre los factores evaluados.

Para el factor A (variedades de maracuyá) no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) para el número de frutos polinizados ($p=0.3536$) ni para el porcentaje de polinización ($p=0.3536$). No obstante, la Variedad 1 (A1) presentó un promedio ligeramente superior, con 3.00 frutos polinizados y 60.00% de polinización, mientras que la Variedad 2 (A2) registró 2.78 frutos polinizados y 55.63% de polinización.

En el factor B (métodos de polinización) se encontraron diferencias altamente significativas ($p<0.0001$) para ambas variables. La polinización asistida (B2) alcanzó el mayor promedio con 359 frutos polinizados y 71.88 % de polinización, superando significativamente a la polinización natural (B1), que registró 2.19 frutos polinizados y 43.75% de polinización.

En cuanto respecta a los tratamientos también se evidenciaron diferencias altamente significativas ($p=0.0000$). Los tratamientos T4 (Variedad 2 - polinización asistida) y T2 (Variedad 1 - polinización asistida) presentaron los mayores valores de eficiencia de polinización, con 3.63 y 3.56 frutos polinizados, equivalentes a 72.50 % y 71.25 %, respectivamente, los tratamientos con polinización natural, T1 (Variedad 1) y T3 (Variedad 2), registraron los menores promedios, con 2.44 y 1.94 frutos polinizados, correspondientes a 48.75 % y 38.75 % de polinización.

Los resultados que se obtuvieron demuestran que la polinización asistida incrementó significativamente la eficiencia de polinización en ambas variedades de maracuyá, alcanzando porcentajes superiores al 70 %, mientras que la polinización natural presentó porcentajes inferiores al 50 %. evidenciando la importancia de la polinización manual como

una práctica agronómica eficiente para mejorar el éxito de la fecundación y favorecer el establecimiento inicial de los frutos en el cultivo de maracuyá.

Los resultados obtenidos mostraron que la polinización manual logró un mayor porcentaje de flores polinizadas en comparación con la polinización natural, lo que indica el efecto del método de polinización sobre la eficiencia reproductiva de *Passiflora edulis*. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Barrera Jr *et al.* (2021), evaluaron la polinización manual y la polinización natural por abejas carpinteras (*Xylocopa* spp.) en maracuyá amarilla. Los autores encontraron que la polinización manual produjo 15 frutos de 20 flores polinizadas (75% de coincidencia de frutos), mientras que la polinización natural produjo solo 7 frutos de 20 flores (35%), y las diferencias fueron estadísticamente significativas. Además, la polinización manual produjo frutos con mayor peso, mayores diámetros transversales y longitudinales, mayor número de semillas y mayor rendimiento de jugo, lo que indica que este método no solo aumenta el porcentaje de cuajado sino que también mejora la calidad del fruto.

Los resultados de la presente investigación evidenciaron una mayor eficiencia de la polinización asistida, con porcentajes de flores polinizadas de 71.25 % y 72.50 %, en comparación con la polinización natural (48.75 % y 38.75 %). Estos hallazgos difieren de lo reportado por Villa (2018), quien registró un 75 % de fructificación tanto en la polinización natural como en la manual dirigida, sin diferencias significativas entre ambos métodos, además de obtener frutos con características físicas similares (231.2 g de peso, 9.49 cm de longitud, 8.09 cm de diámetro y 414.25 semillas por fruto). Las diferencias observadas entre ambas investigaciones probablemente responden a la variabilidad de las condiciones agroecológicas, la disponibilidad y eficiencia de los polinizadores, así como al manejo del cultivo, lo que confirma que la polinización asistida constituye una estrategia eficaz para incrementar el éxito reproductivo en condiciones donde la polinización natural es limitada.

Tabla 6. Número de flores polinizadas (NFP) y porcentaje de polinización (PP) en dos variedades de maracuyá bajo polinización natural y asistida.

	GL	Número de flores polinizadas y Porcentaje de polinización		N
		NFP	PP	
Factor A (Variedades de maracuyá)	A1	3.00 a	60.00 a	
	A2	2.78 a	55.63 a	
Factor B (Métodos de polinización)	B1	2.19 b	43.75 b	
	B2	3.59 a	71.88 a	
Tratamientos				
T1 (Variedad 1-Polinización natural)		2.44 b	48.75% b	16
T2 (Variedad 1-Polinización asistida)		3.56 a	71.25% a	16
T3(Variedad 2-Polinización natural)		1.94 a	38.75% b	16
T4 (Variedad 2-Polinización asistida)		3.63 a	72.50% a	16
A x B	0			
Error experimental	60			
Total	63			
CV (%)		32.38	32.38	
Probabilidad (FA)		0.3536	0.3536	
Probabilidad (FB)		<0.0001	<0.0001	
Probabilidad (A x B)		0.0000	0.0000	

*N= número de plantas evaluadas. GL= grados de libertad. *CV%= Coeficiencia de variación. *Medias estadísticas de Tukey con el 0.05 de probabilidad del error. *ab= Letras iguales no difieren estadísticamente.

3.3.Receptividad Floral dos variedades de maracuyá (Brasileña e INIAP 2009)

La Tabla 7 presenta el porcentaje de receptividad estigmática de ambos materiales de maracuyá (Brasileña e INIAP 2009). Las dos variedades mostraron exactamente el mismo comportamiento con la sensibilidad al estigma evaluada mediante la prueba de peróxido de hidrógeno (H₂O₂). Este reactivo determina la actividad de las enzimas peroxidasa presentes en el estigma; Si se observa espuma o burbujas, el estigma se considera receptivo y fisiológicamente apto para la germinación del polen.

Los resultados mostraron que ambas variedades tuvieron un comportamiento fisiológico similar durante el período de evaluación. No se observó respuesta al peróxido de hidrógeno entre las 6h00 y las 12h00., registrándose una sensibilidad estigmática del 0%. A partir de las 13h00 horas se produjo un cambio significativo en la respuesta al estigma, alcanzando un 100% de receptividad, estado que se mantuvo constante desde las 13h00 a 18h00.

No se encontraron diferencias entre las variantes brasileña e INIAP 2009 en términos del inicio o duración del período de sensibilidad, lo que indica que ambas expresan un patrón temporal similar de madurez funcional del estigma. Estos resultados muestran que el intervalo entre las 6h00 es la ventana óptima para la polinización, ya que durante este período los estigmas proporcionan la máxima actividad fisiológica y, por lo tanto, es más probable que promuevan la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico.

Los resultados mostraron que ambas razas tuvieron un comportamiento fisiológico similar durante el período de evaluación (Tabla 7). No se observó respuesta al peróxido de hidrógeno entre las 6h00 y las 12h00, registrándose una sensibilidad estigmática del 0%. A partir de las 13h00 horas se produjo un cambio significativo en la respuesta al estigma, alcanzando un 100% de receptividad, estado que se mantuvo constante hasta las 13h00 hasta las 18h00.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son consistentes con los reportados por Aud *et al.* (2026), quienes señalaron que la receptividad estigmática en *Passiflora edulis* alcanzó su valor máximo (100 %) entre las 14h00 y 15h20, disminuyendo progresivamente una vez transcurrido este intervalo. Los autores relacionan este comportamiento con la elevada actividad enzimática de las esterasas presentes en las papilas estigmáticas durante el periodo de máxima funcionalidad, condición que favorece los procesos de reconocimiento, hidratación y germinación del polen sobre el estigma. Si bien en el presente estudio la receptividad se determinó mediante la prueba de peróxido de hidrógeno, mientras que Aud *et al.* emplearon un análisis histoquímico con α -naftil acetato, ambos procedimientos permitieron identificar que la mayor capacidad receptiva del estigma se concentra durante las primeras horas de la tarde.

Por otra parte según Soares *et al* (2018) también sugieren que la sincronización entre la percepción máxima del estigma y una mayor viabilidad del polen es un mecanismo biológico que aumenta la eficiencia de la polinización cruzada con especies autoincompatibles como *Passiflora edulis*. Esta sincronización permite la fertilización cuando tanto el polen como el estigma alcanzan su máxima capacidad funcional al mismo tiempo, promoviendo la formación de frutos y semillas.

Tabla 7. Porcentaje de receptividad estigmática de dos variedades de maracuyá (Brasileña e INIAP 2009) bajo diferentes horas de evaluación en la parroquia Manglaralto.

Hora	Horas	Variedad 1 (%)	Variedad 2 (%)
1	06h00	0	0
2	08h00	0	0
3	09h00	0	0
4	10h00	0	0
5	11h00	0	0
6	12h00	0	0
7	13h00	100	100
8	14h00	100	100
9	15h00	100	100
10	16h00	100	100
11	17h00	100	100
12	18h00	100	100

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El seguimiento de la biología floral permitió establecer que ambas variedades de maracuyá (Brasileña e INIAP 2009) presentaron un comportamiento fenológico similar, caracterizado por un desarrollo progresivo de los botones florales desde los primeros estados de iniciales de los botones hasta la antesis, seguido por las fases de apertura, post-antesis, cierre floral y marchitamiento.

La polinización asistida incrementó significativamente la eficiencia reproductiva respecto a la polinización natural en ambas variedades evaluadas. Los tratamientos con polinización manual alcanzaron porcentajes de prendimiento de 71.25 % y 72.50 %, mientras que la polinización natural registró 48.75 % y 38.75 %, para mejorar el cuajado de frutos en condiciones donde la actividad de los polinizadores naturales resulta limitada

La evaluación de la receptividad estigmática mediante la prueba de peróxido de hidrógeno permitió determinar que ambas variedades presentaron un comportamiento fisiológico idéntico, registrando ausencia de receptividad entre las 06h00 y las 12h00, y alcanzando el 100 % de receptividad desde las 13h00 hasta las 18h00. Este periodo coincidió con la antesis y la máxima funcionalidad de los órganos reproductivos, resultando como la ventana óptima para efectuar la polinización asistida y maximizar las probabilidades de fecundación y formación de frutos por parte de los pobladores de la parroquia Manglaralto.

Recomendaciones

Implementar la polinización asistida en plantaciones a gran escala comercial de maracuyá cuando exista baja disponibilidad o actividad de polinizadores naturales, debido a que este método incrementa significativamente el porcentaje de prendimiento de frutos y mejora la eficiencia reproductiva del cultivo.

Llevar a cabo investigaciones adicionales sobre las propiedades físicas y químicas de los frutos derivados de la polinización natural frente a la asistida. incluyendo parámetros como masa, dimensiones, grosor de cascara, concentración de sólidos solubles, grados brix, cantidad de semillas y rendimiento de la pulpa, con el fin de determinar el impacto del sistema de polinización en el valor comercial del producto.

Proponer nuevos trabajos de investigación enfocados en determinar la influencia de variables meteorológicas tales como temperatura, humedad ambiental, radiación e intensidad de lluvias sobre la receptividad del estigma, el momento de antesis y el éxito reproductivo en diversos genotipos de *Passiflora edulis*, con miras a fortalecer los programas de selección y mejoramiento genético.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano, P., Zamora, S., Mero, H., Menéndez, C. 2019. 'Caracterización de la cadena agroproductiva del cultivo de Maracuya (*Passiflora edulis* l) canton Pedernales, Provincia Manabí, Ecuador.', p. 21. Available at: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-CaracterizacionDeLaCadenaAgroproductivaDelCultivoD-9156942%20(1).pdf.
- Aud, F.F., et al. 2026. Influence of desiccation time and method on pollen viability, stigmatic receptivity and fruit quality of *Passiflora edulis* Sims. Horticulture, Environment, and Biotechnology. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13580-026-00814-2>.
- Ángel-Coca, C., et al. 2011. Biología floral y reproductiva de la gulupa *passiflora edulis* sims f. *Edulis*. Caldasia. Available at: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0366-01762011000200014.
- Arce, M. 2019. Comparación de la morfología y biología floral de *passiflora (passifloraceae)* en especies silvestres y cultivadas en Casanare Orinoquía Colombiana. Universidad de la Salle. Available at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1070&context=biologia>.
- Arias, J., Ocampo, J., Urrea, R. 2014. 'La polinización natural en el maracuyá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa degener*) como un servicio reproductivo y ecosistémico', agronomía mesoamericana
- Ayala, L. 2024. Evaluación en el cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis* sim f. *Flavicarpa degener*) de la polinizacion natural y artificial. Universidad de Matanzas. Available at: <https://rein.umcc.cu/bitstream/handle/123456789/3731/Esp%2024%20L%c3%a1zaro%20A..pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Barrera Jr., W.B., Trinidad, K.A.D., Presas, J.A. 2021. Hand pollination and natural pollination by carpenter bees (*Xylocopa* spp.) in *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg. (yellow passion fruit). Journal of Apicultural Research. Available at: <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1842580>

- Benítez, A., Borrero, C. 2018. Incidencia de agentes polinizadores sobre la fecundación de la flor de la maracuya *Passiflora edulis* El Junco, Sucre-Manabí. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Available at: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ULEAM-AGRO-0047.pdf.}
- Castillo, J., Cueva, M. 2024. Evaluación del rendimiento en cultivo de maracuyá (*passiflora edulis* L.), con fertilización edáfica y fertirriego a goteo en Chacras, Arenillas. Universidad Técnica de Machala. Available at: <https://repositorio.utmachala.edu.ec/server/api/core/bitstreams/211e48a1-e13c-49b4-8fda-2ebe48a09787/content>.
- Campuzano, F. 2023. “Manejo agronómico en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) en el Ecuador”. Universidad Técnica de Babahoyo. Available at: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13843/e-utb-faciag-agron-000050.pdf?sequence=1&isallowed=y>.
- Cañizares, A., Jaramillo, E. 2017. ‘El Cultivo del Maracuya en el Ecuador’, Primera Edición Available at: https://www.researchgate.net/publication/312536029_El_cultivo_del_Maracuya_en_Ecuador.
- Carlosama, A., Costa, A., Morera, M., Faleiro, F. 2020. ‘Pasifloras - Especies cultivadas en el mundo’. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Adalberto-Carlosama/publication/343817259_Pasifloras_-_Especies_cultivadas_en_el_mundo/links/5f41b9d9299bf13404e69e11/Pasifloras-Especies-cultivadas-en-el-mundo.pdf.
- Carrodegua, A., Zúñiga, A. 2022. ‘Métodos utilizados para la selección de parentales en pre-mejoramiento genético de plantas’, Cultivos Tropicales, 43(2), pp. e15–e15. Available at: <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1666> (Accessed: 24 October 2024).
- Chilpe, D., Rodas, J. 2018. Determinación de la preferencia de sustrato de nidificación de *Xylocopa* spp. bajo condiciones controladas. Universidad de Cuenca. Available at: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26482/1/Tesis.pdf>.

- CONABIO., (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2022. Polinización, Biodiversidad Mexicana. Available at: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/procesos/polinizacion> (Accessed: 26 October 2024).
- Cordeiro, M.H.M., et al. 2019. Sour passion fruit hybrids with a low photoperiod and temperature requirement for genetic improvement in higher-latitude regions. *Scientia Horticulturae*. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.032>.
- Daza, L., Jasbón, A., Núñez, D. 2020. Diseño de un mecanismo de aleteo para elevación, como primera fase, de un prototipo mecatrónico bioinspirado en el vuelo del colibrí para una posible alternativa de apoyo en la polinización del cultivo de Gulupa (*Passiflora edulis f. edulis Sims*). Universidad el Bosque.
- De La Rosa, M. 2023. Identificación de insectos plaga en el cultivo de limón (*citrus aurantifolia swingle*), maracuyá (*Passiflora edulis f.*) En la comuna Cerezal Bellavista-Colonche, Santa Elena. Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9744/1/UPSE-TIA-2023-0007.pdf>.
- Estrada, Y. 2024. Producción del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) en el Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. Available at: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/15962/E-UTB-FACIAG-AGRON-000107.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Fischer, G., Miranda, D. 2021. 'Review on the ecophysiology of important Andean fruits: *Passiflora L.*', *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(2), pp. 9471–9481. Available at: <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n2.91828>.
- Guarín, J., Giraldo, C., Jaramillo, J (Comp.) 2019. Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Memorias & Resúmenes. 46 Congreso Socolen. Medellín, 17, 18 y 19 de julio de 2019. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. USB. Medellín, Colombia. Xxx pp.

- Hernández, J. 2020. Biología reproductiva de *Caesalpinia Ebano* h. Karst. De bosque seco tropical en el departamento de Córdoba, Colombia. Available at: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/820943f8-82a1-4f3b-984b-8e3bb07c6d51/content>.
- Landázuri, P., Loango, N., Aguillón, J., Restrepo, B., Arismendi, J., Monsalve, V., Maldonado, M. 2021. Descripción, características y beneficios de *Passiflora edulis*: parchita, fruto de la pasión, maracuyá. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. Available at: <https://doi.org/10.18566/978-958-764-979-6>.
- López, M. 2018. Implementación de un sistema productivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) var. Flavicarpa como modelo agrícola en la Vereda Mata de Topocho en Tame-Arauca. Available at: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1337&context=ingenieria_agronomica.
- Mora, D. 2018. 'El cultivo de maracuya en etapa invernal'. Camilo Vásquez González. Available at: <https://www.ica.gov.co/getattachment/a814b577-c0c0-4369-8ecd-4f01f971cf99/El-cultivo-de-maracuya-en-temporada-invernal.aspx>.
- Montes, N. 2019 'Monografía sistemas de almacenamiento y transporte en passifloras, especies: maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*), gulupa (*Passiflora edulis* sims *edulis*), granadilla (*Passiflora ligularis* juss) y curuba (*Passiflora tripartita*). Available at: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28095/nbrinezm.pdf?sequence=1>.
- Moriano, E. 2021. Variabilidad metodológica en la determinación de la estabilidad del polen en estudios de Biología Reproductiva de plantas. Universidad de Jaén. Available at: <https://crea.ujaen.es/bitstream/10953.1/14433/1/TFGB%20Santiago%20Moriano%20Elena.pdf>

- Neves Da Silva, C., et al. 2022. Aspectos fenológicos de las progenies de maracuyá silvestre BRS Maracujá Maçã, BRS Pérola do Cerrado y BRS Sertão Forte. Revista de la Facultad de Agronomía. Available at: <https://doi.org/10.24215/16699513e090>.
- Núñez, P. 2018. Amarillo(*Passiflora edulis f. flavicarpa*), Granadilla (*Passiflora ligularis*. Available at: <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/f2517a8c-87ea-4b20-8661-ce59720ed423/content>
- Ocampo, J., Urrea, R., Wyckhuys, K., Salazar, M. 2013. ‘Exploración de la variabilidad genética del maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*) como base para un programa de fitomejoramiento en Colombia’, Acta Agronómica, 62(4), pp. 352–360. Available at: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-28122013000400009&lng=en&nrm=iso&tlng=es (Accessed: 15 September 2024).
- Oliveira, I.S. da S., et al. 2019. Floral Biology and Pollen Viability of *Passiflora edulis* Sims. Journal of Experimental Agriculture International. Available at: <https://journaljeai.com/index.php/JEAI/article/view/1560>.
- Ortiz, J. 2021. Modelo productivo tecnificado de maracuyá (*passiflora edulis; fv flavicarpa*), en el corregimiento de villa Germania – municipio de Valledupar Cesar. Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.14625/18663>.
- Pinto, C. 2022. Valor agregado de la fruta maracuyá (*Passiflora edulis*) en el Ecuador. bachelorThesis. BAbahoyo: UTB, 2022. Available at: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13266> (Accessed: 14 September 2024).
- Quimis, E. 2021. Estudio de factibilidad en la producción y comercialización de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la parroquia Colonche provincia de Santa Elena. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6326/1/UPSE-TIA-2021-0065.pdf>.
- Ramírez, M. 2022. Convenio de práctica y pasantía suscrito entre la Universidad Nacional Abierta y a. Available at: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/49533/meospinar.pdf?sequence=1>.

- Recalde, V. 2018. 'La maracuyá (*Passiflora edulis* fv *flavicarpa* Degener) Passifloraceae', *Siembra*, 1, pp. 100–103. Available at: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/3475> (Accessed: 16 October 2024).
- Rojas, C. 2022. Evaluación de la eficiencia de tres enraizadores en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* L.) en Virú. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO. Available at: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/9891/REP_CRISTHIAN.ROJAS_EVALUACION.DE.LA.EFICIENCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Romero, A., Salazar, M. and Orduz, J. 2019. 'Diagnóstico tecnológico y socioeconómico de los cultivos de maracuyá y guayaba en el Ariari, Meta.', *Temas Agrarios*, 24(1), pp. 42–52. Available at: <https://doi.org/10.21897/rta.v24i1.1778>.
- Soares, T.L., et al. 2018. Floral development stage and its implications for the reproductive success of *Passiflora* L. *Scientia Horticulturae*. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.034>.
- Tapia, J. 2020. Evaluación de cuatro láminas de riego con fertilización 20-20-20, más sulfato de amonio, en la producción del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* L.). Universidad Agraria del Ecuador. Available at: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TAPIA%20SAN%20MARTIN%20JOHAN%20OMIGUEL.pdf>.
- Vargas, J. 2018. Desarrollo de una alternativa tecnológica para la producción de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) en el municipio de Borbur, Boyacá. Universidad de la Salle. Available at: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1122&context=ingenieria_agronomica.

- Vela, Y. 2024. Determinación de un modelo fenológico para el cultivo de gulupa (*Passiflora edulis* f. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Available at: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/63540/yeny.vela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Villa, E. 2018. Efecto de cinco formas de polinización en el rendimiento y calidad de fruto del cultivo e *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* en Ladero, La Libertad. Universidad Nacional de Trujillo. Available at: <https://repositorio.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1a79406a-3d94-42a8-960a-710c3072180a/content>.
- Zarate, F., Cruz, S., Córdova, J., Cuevas, Rubén. 2018. ‘Análisis comparativo de diferentes tratamientos de polinización para fruto de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa degener*)’, p. 6. Available at: <https://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes5no2vol1/03%20Analisis%20comparativo%20de%20diferentes%20tratamientos.pdf>.
- Zambrano, E. 2021. Manejo agroecológico de *leptoglossus zonatus* en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* sims f. *Flavicarpa*), Chone - Manabí. Universidad Agraria del Ecuador. Available at: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ZAMBRANO%20CUSME%20EVELYN%20JULIANA.pdf>.
- Zea, D. 2022. ‘Cadena de valor de las exportaciones de maracuyá en Ecuador: diagnóstico 2015-2019’, *Suma de Negocios*, 13(29), pp. 115–123. Available at: <https://doi.org/10.14349/sumneg/2022.V13.N29.A4>.

ANEXOS

Tabla 1A. Análisis de normalidad Shapiro-Wilks.

Variables	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral)
Número de flores marcadas.	16	5.00	0.00	sd	>0.9999
Número de flores polinizadas.	16	2.89	0.88	0.90	0.1733
Porcentaje de polinización.	16	57.81	17.70	0.90	0.1733
Botones florales	16	9.34	0.81	0.95	0.6985
Número de guías	16	3.17	0.33	0.87	0.0584
Número de flores abiertas	16	4.52	0.34	0.91	0.2434

Tabla 2A. Cuadros ANOVA.

Tabla 2.1A. Cuadro ANOVA para la variable Número de botones florales.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	384.67	3	128.22	0.93	0.4328
Variedades	356.27	1	356.27	2.58	0.1136
Polinización	11.39	1	11.39	0.08	0.7750
Tratamientos	17.02	1	17.02	0.12	0.7269
Variedades *	0.00	0.00	0.00		
Polinización					
Error	8289.94	60	138.17		
Total	8674.61	63			

Tabla 2.2A. Cuadro ANOVA para la variable Número de guías.

FV		SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0.67	3	0.22	0.39	0.7605
Variedades		0.14	1	0.14	0.25	0.6224
Polinización		0.14	1	0.14	0.25	0.6224
Tratamientos		0.39	1	0.39	0.68	0.4127
Variedades	*	0.00	0.00	0.00		
Polinización						
Error		34.44	60	0.57		
Total		35.11	63			

Tabla 2.3A. Cuadro ANOVA para la variable Número de flores polinizadas.

FV		SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		33.67	3	11.22	12.81	<0.0001
Variedades		0.77	1	0.77	0.87	0.3536
Polinización		31.64	1	31.64	36.12	<0.0001
Tratamientos		1.27	1	1.27	1.44	0.2341
Variedades	*	0.00	0.00	0.00		
Polinización						
Error		52.56	60	0.88		
Total		86.23	63			

Tabla 2.4A. Cuadro ANOVA para la variable Porcentaje de polinización.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13468.75	3	4489.58	12.81	<0.0001
Variedades	306.25	1	306.25	0.87	0.3536
Polinización	12656.25	1	12656.25	36.12	<0.0001
Tratamientos	506.25	1	506.25	1.44	0.2341
Variedades	*	0.00	0.00		
Polinización					
Error	21025.00	60	350.42		
Total	34493.75	63			

Tabla 2.5A. Cuadro ANOVA para la variable flores abiertas.

FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.55	6	0.93	1.35	0.2508
Bloques	3.69	3	1.23	1.79	0.1587
Tratamiento	1.86	3	0.62	0.91	0.4442
Error	39.08	57	0.69		
Total	44.63	63			



Figura 1A. Medición del terreno.



Figura 2A. Trasplante de las variedades a campo.



Figura 5A. Visualización de los bloques experimentales



Figura 6A. Primeras apariciones de botones florales.



Figura 7A. Aplicación de bioestimulantes para la floración,



Figura 8A. Fecundación de las primeras flores



Figura 9A: Polinización manual en las variedades.



Figura 10A : Frutos ya cosechados.



Figura 11A : Polinización natural en los materiales.



Figura 12A : Frutos de la variedad Brasileña.