

EVALUACIÓN EN EL CULTIVO DEL MARACUYÁ (*Passiflora edulis* Sim f. *flavicarpa* Degner) DE LA POLINIZACIÓN NATURAL Y ARTIFICIAL



TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
FRUTICULTURA TROPICAL

Autor: Ing. Lázaro Alberto Ayala Roldán

Tutor: M. Sc. Roberto Luzbet Pascual

Matanzas
2024

PENSAMIENTO.

Si el hombre sirve la tierra sirve.

José Martí



DEDICATORIA.

A mis padres, familiares, amigos y profesores por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS.

A mi tutor M. Sc. Roberto Luzbet Pascual por sus valiosas orientaciones en el desarrollo de este trabajo.

Al profesor Dr. C. Ramón Liriano González por su preocupación, exigencias y dedicación durante el desarrollo de la Especialidad Fruticultura Tropical.

A mí familia por su apoyo incondicional en cada momento y en especial a mis padres.

A todos los compañeros que me apoyaron en mis estudios y en la confección de este trabajo.

A todos los profesores por sus enseñanzas.

A todos,

Muchas gracias.

RESUMEN.

El cultivo del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* Sim f. *flavicarpa* Degner) se siembra en grandes extensiones, en países como Brasil, Colombia, Ecuador. En Cuba su siembra se ve limitada a pequeñas parcelas y a pesar de que no se ha potencializado la misma, se tiene muy buena aceptación por los consumidores, unas de las limitantes para alcanzar altas producciones es la polinización ya que su flor es autoincompatible. El Grupo Empresarial Frutícola (GEF), por orientación del MINAG, decidió establecer plantaciones en las Empresas Agroindustriales “Victoria de Girón” en Jagüey Grande y “Ceballos” en Ciego de Ávila, como el objetivo estratégico de diversificar la agroindustria, y satisfacer la demanda creciente de la población y el turismo por frutos fresco o procesados. En la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) “Jagüey Grande” se trabaja con diferentes fuentes de polinización para buscar alternativas a la autoincompatibilidad que presentan las flores. El presente trabajo constituye una propuesta de proyecto que tiene como objetivo: Evaluar diferentes fuentes de polinización en el cultivo del maracuyá. Se realizó la búsqueda de información para la fundamentación, el diseño de métodos y procedimientos de cada etapa de la investigación, así como de la relación de los recursos y el presupuesto necesario.

Palabras claves: Insectos polinizadores, maracuyá, polinización manual.

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.	1
2. FUNDAMENTACIÓN	3
2.1 El cultivo del maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Degener)	3
2.1.1 Origen	3
2.1.2. Importancia alimenticia y medicinal	3
2.1.3 Taxonomía y descripción morfológica.	4
2.1.3.1 Taxonomía	4
2.1.3.2 Descripción morfológica	4
2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo	5
2.1.5 Fenología	6
2.1.6 Manejo agronómico del cultivo	7
2.1.6.1 Propagación	7
2.1.6.2 Siembra	9
2.1.6.3 Podas	10
2.1.6.4 Fertilización y riego	11
2.1.6.5 Cosecha	12
2.2 Polinización. Definición.	12
2.2.1 Grupos de polinizadores	14
2.2.2 Importancia de los polinizadores	16
2.2.3 Las abejas melíferas (<i>Apis mellifera</i>). Importancia	17
2.2.4 Causas de la disminución de los polinizadores	18
2.2.5 Medidas de conservación y protección de polinizadores	20
3. OBJETIVOS	22
4. RESULTADOS ESPERADOS	23
5. METODOS Y PROCEDIMIENTOS. CRONOGRAMA	24
6. RECURSOS NECESARIOS	27
7. PRESUPUESTO	28
8. EVALUACIÓN ECONOMICA FINANCIERA	29
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

1. INTRODUCCION

El maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) es un frutal con alta demanda en Alemania, Países Bajos, Estados Unidos, Francia y Canadá, estos son los principales consumidores de concentrados y de jugos simples. Entre los principales productores a nivel mundial se encuentran Perú, Brasil, Colombia, México y Kenia. En Cuba, aunque se han establecidos pequeñas plantaciones se presentan bajos rendimientos que se deben principalmente a los bajos niveles de polinización a causa de que las flores de esta especie poseen autoincompatibilidad y dicogamia protándrica, a esto se une la poca eficiencia de agentes polinizadores de tipo entomófilo, y como resultado la caída de las flores no polinizadas, el cuajado de pocos frutos con asimétricos y de tamaño pequeño.

Uno de los métodos usados para la polinización es la polinización cruzada y el establecimiento de nichos para la cría de insectos polinizadores.

Para reducir la caída de las flores y consecuente reducción de la producción por la falta de polinización, se ha recomendado la polinización artificial. Con esa práctica Grisi Jr (1973) obtuvo una eficiencia del 78,9% de cuajado de frutos en comparación al 12% obtenido en la polinización natural. Según Akamine y Girolami (1959), la formación de los frutos provenientes de la polinización natural por insectos es bajo, en comparación al obtenido con la polinización manual o artificial. Por lo tanto, la polinización manual o artificial es de gran importancia en las plantaciones de maracuyá, principalmente, en áreas donde hay baja densidad poblacional de insectos polinizadores y en plantaciones muy extensas, ya que, por su dimensión, se dificulta la eficiencia de los polinizadores en los períodos de gran floración.

El Ministerio de la Agricultura de Cuba por medio de su Grupo Agrícola (GAG), tiene como objetivo estratégico, diversificar la agroindustria frutícola de manera acelerada, e incrementar la calidad y el valor agregado de sus producciones con destino a la comercialización al turismo. La pulpa de maracuyá tiene una gran demanda en el mercado internacional y sus precios son altos y estables, además los jugos frescos constituyen un elemento importante en las mezclas de otros jugos que algunas empresas ofertan al turismo en Cuba (Ardiz, 2014).

Por último, la producción de maracuyá será buena siempre y cuando se cumpla con todos los requerimientos y el deseo de organizarse entre los productores para introducirse en el mercado nacional e internacional (Sánchez y Samai, 2017). Con este trabajo se busca establecer las bases y posibilidades de empleo de distintos métodos de polinización para este cultivo, dirigida a incrementar el cuajado de frutos, la producción y rendimientos, así como la calidad de la fruta y de los jugos industrializados obtenidos de las plantaciones extensivas de maracuyá establecidas en la Empresa Victoria de Girón en Jagüey Grande.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente se formula el siguiente **problema científico**:

Los bajos niveles de polinización que se presentan en el cultivo de maracuyá amarillo que limitan los rendimientos a obtener.

Para dar solución al problema se asumió la siguiente **hipótesis científica**:

Si se incrementa los niveles de polinización a través de diferentes métodos, se podrá garantizar una alta tasa de flores cuajadas e incrementar los rendimientos.

2. FUNDAMENTACIÓN

2.1 El cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*)

2.1.1 Origen

El cultivo de parchita o maracuyá es originario de la región amazónica del Brasil, de donde fue difundida a Australia, pasando luego a Hawái. En la actualidad se cultiva en Australia, Nueva Guinea, Sri Lanka, Sudáfrica, India, Taiwán, Hawái, Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia entre otros, en donde fue introducida en 1936. (Cañizares y Jaramillo, 2015).

El género *Passiflora* L. según Ocampo *et al.* (2021) es el más importante de la familia Passifloraceae con cerca de 610 especies inventariadas y distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales de América, Asia y Oceanía.

Castillo *et al.* (2020) manifiestan que el maracuyá se cultiva sobre todo en zonas tropicales y subtropicales de África oriental (Kenia, Tanzania y Zimbabue), América Latina (Brasil, Colombia, Ecuador y Perú) y en gran medida en Oceanía (Australia y Nueva Zelanda), donde el clima es cálido.

2.1.2 Importancia alimenticia y medicinal

El maracuyá es fuente de proteínas, minerales, vitaminas, carbohidratos y grasa, se consume como fruta fresca, o en jugo. Se utiliza para preparar refrescos, néctares, mermeladas, helados, pudines, conservas, etc (Cañizares y Jaramillo, 2015).

La composición general de la fruta de maracuyá es cáscara 50-60%, jugo 30-40%, semilla 10-15%, siendo el jugo el producto de mayor importancia. La concentración de ácido ascórbico en maracuyá varía de 17 a 35 mg/100g de fruto para el maracuyá rojo y entre 10 y 14 mg/100g de fruto para el maracuyá amarillo. La coloración amarillo anaranjada del jugo se debe a la presencia de un pigmento llamado caroteno ofreciendo al organismo que lo ingiere una buena cantidad de vitamina A y C, además de sales minerales, como calcio, fierro y fibras. Cada 100 mL de jugo contiene un promedio de 53 cal, variando de acuerdo con la especie (Cañizares y Jaramillo, 2015).

Las hojas también tienen interés debido a sus propiedades medicinales para combatir los dolores antiespasmódicos, gastritis, como también sedantes, antibacterianas, y otros usos como repelentes de algunos insectos (Rodríguez *et al.*, 2020; Ocampo *et al.*,

2021). Las semillas son ricas en aceites y es utilizado en la industria de la farmacéutica y en la alimentación animal (Carvajal *et al.*, 2014).

El uso medicinal del maracuyá, de acuerdo con Cañizares y Jaramillo (2015) se basa en las propiedades calmantes (depresora del sistema nervioso) de la Passiflorina (o maracuyina), un sedativo natural encontrado en los frutos y hojas. Sus hojas son utilizadas para combatir inflamaciones y fiebres. Combate la diabetes pues la harina de maracuyá controla los niveles de azúcar en la sangre.

2.1.3 Taxonomía y descripción morfológica

2.1.3.1 Taxonomía

De acuerdo a Cañizares y Jaramillo (2015) la clasificación taxonómica del maracuyá es la siguiente:

División: Espermatofita

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Arquiclamídea

Orden: Periales

Suborden: Flacourtiinae

Familia: Passifloraceae

Género: *Passiflora*

Especie: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener

La familia Passifloraceae según Ocampo *et al.* (2021) cuenta con 17 géneros y aproximadamente 900 especies distribuidas en las zonas tropicales en cuatro continentes desde zonas costeras hasta 4 100 m en los límites de los páramos o punas en la región Andina.

2.1.3.2 Descripción morfológica

El sistema radicular es pivotante, conformado por un grupo de raíces secundarias poco profundas, las cuáles se originan de una raíz primaria de escaso crecimiento en vigor y longitud. Las raíces se expanden hasta 1,40 m de diámetro del tallo y a una profundidad de 0 a 30 cm (60%), 31 a 45 cm (27 cm) y 46 a 60 cm el 13% (Ocampo *et al.*, 2022).

Tallo cilíndrico o ligeramente anguloso cuando joven, lisos de color verde, provisto de zarcillos axilares (Cañizares y Jaramillo, 2015).

Las hojas se encuentran en peciolo de mediana longitud, alternas estipuladas subcoriáceas trilobuladas con bordes aserrados, de color verde, de ocho a 16 cm de largo, trinervada con nervaduras laterales prominentes (Cañizares y Jaramillo, 2015).

Flores vistosas entomófilas, axilares solitarias, hermafroditas, de unos 5 cm de diámetro, tienen pétalos y sépalos amarillentos y los filamentos de la corona finos y ondulados, con la mitad inferior morada y la superior blanca.

Los frutos son de forma esférica u ovoide de 7,6 a 10,6 cm de longitud por 6,7 a 8,5 cm de diámetro, de cáscara (pericarpio) con consistencia dura, cerosa y lisa, con dimensiones entre 3,5 a 8,5 cm de espesor y con un mesocarpio de color blanco y esponjoso (Ocampo *et al.*, 2022). El peso del fruto oscila entre 127 a 285 g aproximadamente, y contiene en promedio de 205 a 454 semillas, las cuáles están cubiertas por un arilo o mucílago de agradable sabor y aroma, y rico en azúcares, vitaminas y minerales.

2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

Los procesos biológicos tales como la floración, fecundación, fructificación, maduración y las cualidades de los frutos, son dependientes de la temperatura. Las bajas temperaturas entre 21 y 25 °C se considera como las más favorables para el crecimiento de la planta, siendo la mejor entre 23 y 25 °C. Las bajas temperaturas retardan el crecimiento de la planta y reducen la absorción de nutrientes y la producción (Aranguren y Pérez, 2015).

El maracayá posee buena tolerancia a la sequía, no obstante, en los primeros meses después de la plantación, debe tener buen suministro de agua. En condiciones de secano, el maracuyá puede ser cultivado en regiones con precipitación anual que puede variar de 800 a 1 700 mm, bien distribuida durante la emisión de flores y formación de frutos, más un exceso de lluvia durante la floración perjudica la polinización y fertilización de las flores, por reducir la actividad de los insectos polinizadores y causar el rompimiento de los granos de polen, además de favorecer la incidencia de enfermedades (Freitas, 2001; citado por Aranguren y Pérez, 2015).

El maracuyá posee un ritmo de crecimiento continuo por lo que necesita de un nivel de humedad constante y una humedad relativa cercana al 60%. Las lluvias abundantes pueden provocar la aparición de enfermedades fungosas y bacterianas, disminuir la labor de los polinizadores y aumentar la humedad de las estructuras florales, lo que disminuye la viabilidad y el éxito de la polinización (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical [IIFT], 2011).

Este cultivo requiere de mucha luz, por lo que en ocasiones se recomienda la luz solar para orientar la plantación en sentido norte-sur para un mejor aprovechamiento de la misma. En Cuba esta orientación no es muy recomendable cuando se plantan en espalderas, por la resistencia que debe ofrecer a los vientos predominantes (IIFT, 2011).

El maracuyá se cultiva en todo tipo de suelos, desde los muy arenosos hasta los muy arcillosos. Se recomienda que sean fértiles y bien drenados. Los suelos muy arcillosos y poco permeables, sujetos a encharcamientos, no son indicados para este cultivo. Los suelos más adecuados son los areno-arcillosos (IIFT, 2011). Los suelos no deben presentar problemas de salinidad y deben poseer un pH entre 5,5 y 7 (Aranguren y Pérez, 2015).

De Armas *et al.* (2022) plantean que para la obtención de frutos de calidad de exportación es recomendable establecer el cultivo en temperaturas entre los 16 y 20 °C, un requerimiento hídrico entre los 900 a 1 200 mm bien distribuidos en el año, necesita una humedad relativa de 70 a 80%, suelos de texturas livianas como franco-arenosas a franco- arcillosas con una máxima pendiente de 30% y un pH entre 6,5 a 7,5; destacan a su vez que este cultivo es susceptible al exceso de agua y al encharcamiento.

2.1.5 Fenología

En condiciones óptimas, el desarrollo del cultivo de maracuyá consta de tres etapas que completan un tiempo total de 20 meses. Inicialmente se encuentra la germinación de la semilla, también puede ser propagado por estaca, acodo e injerto (Jaramillo *et al.*, 2009). El método más usado es por semilla las cuales se colocan a un centímetro de profundidad (Salinas, 2014). Luego viene la etapa reproductiva que comienza desde la floración hasta la formación de los frutos, y por último en la etapa productiva, la cual da

inicio a la formación del fruto hasta la cosecha, esta etapa se considera que contempla la vida útil del cultivo que se encuentra entre dos y tres años (Betancur *et al.*, 2014) (Figura 1)



Figura 1. Fenología de la planta de maracuyá

Fuente: Betancur *et al.* (2014)

2.1.6 Manejo agronómico del cultivo

Adicionalmente a las condiciones edafoclimáticas el manejo agronómico del cultivo (fertilización, riego, densidad de siembra, manejo integrado de insectos plaga y enfermedades, entre otras), va a influir de manera directa sobre el rendimiento (Marcillo *et al.*, 2022).

2.1.6.1 Propagación

El Maracuyá se puede propagar por semillas, esqueje y por injerto. El método de propagación que predomina en el cultivo es por semillas (propagación sexual), pero como el cruzamiento de estas plantas es por polinización cruzada, se manifiesta una gran variabilidad genética dentro de los individuos de una población, formando plantaciones heterogénicas con plantas excelentes y otras de muy baja productividad (Matta, 2005).

La selección de los frutos para extraer las semillas se realiza de frutos maduros de plantas libres de plagas y enfermedades. Los pasos para extraer la semilla de acuerdo con Aranguren y Pérez (2015) son los siguientes:

Cortar los frutos por la mitad, extraer las semillas y colocarlas con el jugo en un recipiente plástico, dejarla de 2-4 días para que ocurra la fermentación del arilo, lavarla con agua limpia hasta desprender todos los mucílagos, colocarlas sobre papel o una malla y dejarlas por tres días a la sombra o un día al sol para que se seque y hacer un análisis de germinación. Después se aplican 2 g/kg de algún insecticida directo a la semilla para eliminar posibles patógenos.

La siembra en semillero se lleva a cabo de tres maneras diferentes (Aranguren y Pérez, 2015):

- Germinador de tierra. Son cajas de madera de 35 x 50 x 7,5 cm de profundidad, donde se siembran las semillas.
- Germinador de arena. Se esteriliza el sustrato previamente, se distribuyen las semillas en surcos a 2 cm de profundidad, con una distancia entre surcos de 15 cm, colocando 8 gr de semilla por metro lineal.
- Siembra directa en recipientes. Se emplean sacos de plástico de 10 x 25 cm o de 18 x 30 cm, sembrando de 3 a 8 semillas por saco; se cubre con una capa de tierra y una de cascarilla de arroz, cuando las plántulas alcanzan los 3 o 5 cm de altura se eliminan las menos vigorosas. La siembra al terreno definitivo se hace cuando las plántulas superan de los 15 - 35 cm de altura.

La propagación por esqueje, consiste en usar partes intermedias de las guías, y presenta la ventaja de poder obtener plantas con características idénticas a la planta madre, por lo que las plantaciones son homogéneas, pero se corre el riesgo de aumentar la incompatibilidad, ya que al seleccionar las plantas con las mejores características se podría estar tomando plantas originadas del mismo clon (Aranguren y Pérez, 2015; Cañizares y Jaramillo, 2015).

La planta madre de donde se tomarán las estacas se selecciona siguiendo los mismos criterios que para cuando se hace propagación por semillas (Cañizares y Jaramillo, 2015) y se deben agregar los siguientes:

- La estaca debe tener tres nudos y el grosor de un lápiz.
- El corte basal se hace en el nudo y el apical sobre el último nudo.
- Se pueden usar hormonas para enraizamiento como el ácido indol butírico.
- La estaca se introduce 2/3 de su longitud en el sustrato.

- Se debe colocar a la sombra para disminuir la transpiración

Para la propagación asexual, se seleccionan estacas de plantas maduras entre dos y tres años de edad, en la mayoría de los casos entre los meses de agosto y septiembre coincidiendo con los primeros brotes de primavera. Para el corte de la estaca se realiza una hendidura en la parte superior de la planta la cual poco después se lleva al campo para su enraizamiento (Ruggeiro, 1980).

Se realizará cuando la planta aviverada tenga una altura entre 0,15 y 0,20 m, en surcos, con sistema de conducción en espalderas que pueden ser del tipo “T” o verticales y se colocarán al doble de la distancia entre plantas. Las espalderas tendrán un alto de 2,60 m, quedando enterradas 0,60 m. El trasplante a sitio definitivo se realiza a los 60 días, en hoyos previamente preparados de 30 x 30 x 30 cm, con un fondo de materia orgánica.

2.1.6.2 Siembra

En terrenos vírgenes se aconseja una aradura profunda, dejarlos descansar por cierto tiempo y hacer después una segunda aradura con el fin de que el suelo quede en buenas condiciones para la siembra de las nuevas plantas. La marcación en terreno en declive deberá hacerse siempre en curvas de nivel. En terrenos planos los surcos serán dispuestos siempre en sentido norte-sur para que haya una mejor distribución de luz solar entre las plantas. Los hoyos para la siembra (0,30 x 0,30 x 0,30 m) se llenan con una mezcla de suelo y 10 kg de estiércol o gallinaza (Gutiérrez, 1989; citado por Aranguren y Pérez, 2015).

En cuanto a las distancias de siembra se han realizado estudios en Brasil y Venezuela para determinar el mejor distanciamiento y los resultados son contradictorios. Algunos señalan que cuando se usan distanciamientos cortos entre plantas se obtienen rendimientos mayores en el primer año que en cultivos con distanciamientos mayores (4-5 m), pero en el segundo año son similares, debido a que el exceso de masa foliar provoca demasiada sombra reduciendo la eficiencia fotosintética de la planta, además de reducirse la vida útil de la planta (Cañizares y Jaramillo, 2015).

Las distancias más usadas son:

- Entre hileras: 2,5-3,0 m. para cultivo sin mecanización. 3,0-3,5 m. para cultivo mecanizado.
- Entre plantas: 2,5-4,0 m.

La densidad de siembra según Zapata *et al.* (2021) se vincula con el rendimiento y producción de los cultivos, a su vez está relacionada con el efecto de la competencia de otras especies vegetales e individuos de su misma especie y con la capacidad de una mayor o menor eficacia en la radiación solar.

2.1.6.3 Podas

El maracuyá durante su ciclo de cultivo en el campo puede recibir diversos tipos de poda: de formación, renovación y limpieza.

- Poda de formación: Consiste en dejar dos yemas por planta y eliminar las restantes. A medida que la planta va creciendo emite una serie de ramas laterales en cada nudo, que se constituyen en chupones, estas se eliminan hasta la altura del alambre, con esto se acelera el crecimiento y desarrollo de la planta.

Cuando la planta sobrepasa 0,20 m al alambre de la espaldera se hace un corte de la yema apical estimulando la brotación de las yemas laterales de esa zona, de estas se seleccionan dos que se convierten en guías secundarias y se distribuyen sobre el alambre una para cada lado, cuando estas alcanzan a las guías de la planta vecina se les corta la yema apical con lo que se estimula la emisión de los brotes que se constituyen en guías fructíferas, a estas se les eliminan los zarcillos de los primeros 0,30 m para evitar entrelazamiento de ellas y así permitir que caigan como cortinas, cuando estas llegan al suelo se cortan a una altura de 0,30, para evitar que sean atacadas por hongos y además esto favorece la circulación del aire (Cañizares y Jaramillo, 2015)

- Poda de renovación: Este tipo de poda consiste en hacer cortes de las guías fructíferas o terciarias a 0,30-0,40 m de su parte de inserción con las guías secundarias, se realiza cuando la producción comienza a disminuir o cuando hay demasiado follaje y se corre el riesgo de que se caiga la espaldera. Si el corte se hace a menos de 0,3 m la planta se tarda más tiempo en volver a producir, las podas sobre la guía principal

retardan mucho más la producción y se corre el riesgo de perder la planta. Inmediatamente después de la poda se riega, si se está en la época seca, y se fertiliza con urea o sulfato para estimular la brotación de las yemas (Cañizares y Jaramillo, 2015).

➤ Poda de limpieza: Consiste en eliminar las ramas rotas, viejas y secas que sobresalen de la espaldera, además de las rastreras, este primer trabajo se efectúa a continuación de la primera cosecha, cabe señalar que es necesario hacer coincidir la poda de limpieza con el inicio de las labores fitosanitarias, a fin que la fumigación que se aplique sea posterior a la poda; fin de destruir focos de infección, disminuir el peso de la planta, facilitar la aireación, mejorar la iluminación y facilitar la penetración de los pesticidas a todas las partes de la planta (Cañizares y Jaramillo, 2015).

2.1.6.4 Fertilización y riego

La fertilización del maracuyá debe estar basada en el análisis de macro y micronutrientes en el suelo y las hojas. No obstante, durante el primer año se pueden aplicar bien distribuidos unos 200 g N.planta, 50 g P.planta y entre 50 y 80 g K.planta. Durante el segundo año se aplican 200 kg N.ha⁻¹, 80 kg P.ha⁻¹ y 90 kg K.ha⁻¹, y para el tercer año, igual cantidad si la producción esperada es similar a la del segundo año. En las plantas jóvenes la aplicación se realiza entre los 10 y 20 cm de diámetro alrededor de la planta y en las plantas adultas a partir de los 30 cm de diámetro y un ancho de 20 cm (IIFT, 2011).

La aplicación de nitrógeno es necesaria durante todo el ciclo anual para satisfacer las demandas del continuo crecimiento, floración y desarrollo del fruto, recomendándose, en el primer año la mayor aplicación alrededor de los 250 días de edad de la planta. El fósforo y el potasio deben de estar presente en la floración, siendo necesarios para el crecimiento del fruto, por lo cual se deben hacer dos aplicaciones al año (Cañizares y Jaramillo, 2015).

El método más comúnmente utilizado es el riego localizado, con sistemas de goteo o micro aspersión. El sistema de goteo es el más recomendado, proporcionando una mayor eficiencia en el uso del agua, lo que favorece el desarrollo y la productividad del cultivo. Puede utilizarse un sistema de goteo superficial o enterrado, con uno y hasta

tres goteros a una distancia entre 0,2 y 0,4 m de la planta. Se requieren entre 60 y 120 mm de agua mensuales bien distribuidos (IIFT, 2011).

2.1.6.5 Cosecha

En maracuyá la cosecha se inicia entre los 6 y 14 meses del trasplante, dependiendo de la temperatura del lugar. La madurez de la fruta se establece cuando esta se cae y ya tiene un color amarillo y se realizan de uno a tres pases por semana revisando el suelo y recogiendo los frutos que se encuentren (Duarte, 2012). La fructificación en el cultivo se inicia, de 7 a 10 meses después de la plantación y la máxima producción, ocurre de 18 a 24 meses, y el ciclo de vida productiva es de 68 años, no obstante, la vida comercialmente útil se reduce de tres a cuatro años, período recomendado para la renovación del cultivo.

Se pueden encontrar muy pocos o ningún fruto entre los meses de marzo-junio. El pico de la cosecha ocurre entre noviembre y enero. El fruto debe cosecharse cuando empieza a tomar una coloración amarilla, aunque puede madurarse en la planta, caer y estar varios días en el suelo sin mayor afectación que el arrugamiento exterior de la corteza. De igual forma se pueden dejar alcanzar la maduración completa si el destino es el consumo fresco. Los frutos pueden almacenarse varios días a temperatura ambiente en un lugar fresco (IIFT, 2011).

La recolección se hace manualmente y se recomienda en sacos de fibra o canastos de bambú para su transporte a la casa de empaque. Otra forma de hacer la recolección de los frutos es esperar que estos se desprendan de la planta, y para obtener buena calidad se deben recoger el mismo día; de lo contrario pueden sufrir daños por animales y si es período lluvioso estos se pueden podrir.

2.2 Polinización. Definición.

Se define como la transferencia del polen desde los estambres hasta el estigma y hace posible la fecundación, y por lo tanto la reproducción de frutos y semillas (Pantoja *et al.*, 2014).

La polinización, entendida como la transferencia de polen desde la parte masculina de una flor hasta la parte femenina de la misma u otra flor, es un proceso esencial para el

mantenimiento de la viabilidad y la diversidad genética de las plantas con flor, además de mejorar la calidad y cantidad de semillas y frutos, así como de las características de la descendencia (Chautá-Mellizo *et al.*, 2012; Vilhena *et al.*, 2011). Puede ser realizada de forma abiótica, mediante el transporte del polen por el viento o el agua, o biótica, empleando para ello a animales como vectores en el transporte (Bonilla, 2012; Pantoja *et al.*, 2014).

La polinización según IPBES (2016) puede definirse como la transferencia de polen entre partes masculinas y femeninas de las flores para posibilitar la fertilización y la reproducción vegetal

En tal sentido Escobés y Vignolo (2018) exponen que la polinización de las flores es el transporte de los granos de polen desde los sacos polínicos de las anteras hasta el estigma de las plantas con flor. Como consecuencia de este transporte, se produce la fecundación de los gametos masculino y femenino en el ovario de la flor y posteriormente, el desarrollo del fruto. Por lo tanto, es un mecanismo, fundamental para la reproducción de las plantas. Este transporte se puede realizar por el viento, por el agua o por los animales. Pero es este último el más preciso.

A nivel global, el 87% de las especies cultivadas, que representan un 35% del suministro global de alimentos, se ven beneficiadas por este proceso (Klatt *et al.*, 2014; Mallinger y Gratton, 2015).

Sobre el tema Fründ *et al.* (2013) estima que, dentro del 90% de la polinización que ocurre en plantas con flor en todo el mundo, un 67% es llevado a cabo por insectos, constituyéndose como el grupo de polinizadores más importante, tanto para especies de plantas silvestres como cultivadas.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2014), la polinización es un proceso esencial para los ecosistemas terrestres naturales y los gestionados por el hombre. Es un servicio crucial que depende en gran medida de la simbiosis entre especies, la polinizada y la polinizadora. En muchas ocasiones, es el resultado de intrincadas relaciones entre plantas y animales, y la pérdida o disminución de cualquiera de ellas repercutirá en la supervivencia de ambas. La polinización es vital para la producción de alimentos y los medios de vida de

los seres humanos; relaciona directamente los ecosistemas silvestres con los sistemas de producción agrícola.

La mayoría de las plantas cultivadas y silvestres dependen de vectores animales, conocidos como polinizadores, para transferir el polen, pero existen otros medios importantes de transferencia de polen, como la autopolinización (fertilización con polen de la misma planta) o la polinización eólica (mediada por el viento). La polinización es entonces el principal mecanismo para la reproducción sexual de las plantas con flores y por tanto de la producción de frutos y semillas. Se estima que más de 300 000 especies de plantas con flores en el mundo (87,5%) son polinizadas por animales (Ollerton *et al.*, 2011; Rosas *et al.*, 2014)

2.2.1 Grupos de polinizadores

Rodríguez *et al.* (2015) declaran que un polinizador se caracteriza por ser un visitante frecuente, tener alta preferencia por la especie de planta y generar transferencia de polen hacia el estigma. Los principales animales que actúan como polinizadores son los insectos, dentro de este grupo se encuentran abejas, avispas, mariposas, polillas y moscas. En el grupo de las aves, los colibríes son los más representativos. En el grupo de los mamíferos se pueden destacar los murciélagos.

García *et al.* (2016) cita dos grupos de polinizadores, las abejas de la miel (*Apis mellifera*) y los polinizadores silvestres (abejas y abejorros), dando importancia en ocasiones también a los dípteros.

Rader *et al.* (2016) afirman que entre los polinizadores más reconocidos mundialmente por su abundancia y papel en la polinización de los cultivos se encuentran las abejas y los abejorros, pero también se ha reportado que otros insectos como las moscas, escarabajos, mariposas, avispas y animales de otros grupos taxonómicos como colibríes y murciélagos contribuyen en la polinización de especies cultivadas (Figura 2).



Figura 2. Insectos polinizadores
 Fuente: Escobés y Vignolo (2018).

Son muchos los grupos de insectos (abejas, abejorros, avispas, escarabajos, moscas y mariposas) que intervienen en la polinización. Dependiendo del tipo de flor, serán unos u otros los que intervendrán en la recogida de néctar y polen (Escobés y Vignolo, 2018).

Diversos autores entre los que se encuentran Hoehn *et al.* (2008), Nienhuis y Stout (2009) y Ricou *et al.* (2014) abordan la relación entre las complejas formas de las flores y las distintas especializaciones corporales de los insectos para poder utilizar los recursos florales. De acuerdo con Ricou *et al.* (2014) los abejorros suelen forrajear preferentemente en flores cuya corola es tubular, frente a otras planas o convexas, puesto que la longitud de su probóscide les permite tener un mejor acceso al interior de estas profundas estructuras. En cambio, aquellas especies de abejas, tales como las abejas melíferas u otras especies silvestres cuya lengua es corta, se ven más atraídas por flores con corolas no tubulares (Rogers *et al.*, 2013; Mallinger y Gratton, 2015). En el caso de las abejas de la miel, su incapacidad para sonicar o vibrar para extraer el polen, limita su acceso a determinadas especies vegetales, haciendo de ellas unos polinizadores pobres para algunos cultivos (Rogers *et al.*, 2013), mientras que, en el caso de los abejorros, su perfecta capacitación para realizar una polinización sonicada, junto con los abundantes y ramificados pelos que recubren sus cuerpos, hacen de ellos unos polinizadores altamente eficientes, que ponen fácilmente en contacto el polen recolectado con los estigmas (Pires *et al.*, 2014; Mallinger y Gratton, 2015).

2.2.2 Importancia de los polinizadores

Según Garibaldi *et al.* (2011), los polinizadores pueden proveer beneficios directos por el incremento de la cantidad y la estabilidad interanual de la cantidad de cosecha producida (kilo de producto por hectárea) y calidad (tamaño del fruto, forma y peso) e indirectos, como el mantenimiento de la biodiversidad de plantas y animales y sus beneficios asociados para el bienestar humano.

Kremen *et al.* (2002) citado por Nates-Parra (2016), afirman que los polinizadores desempeñan una función ecológica fundamental en el mantenimiento de los bancos de semillas de las plantas con flores, convirtiéndose en seres indispensables para la persistencia de la mayor parte de los ecosistemas terrestres y por lo tanto fundamentales para el bienestar y el futuro de la humanidad.

El 70% de los principales cultivos alimenticios para los seres humanos incrementa la producción de frutas o semillas con polinización animal (Klein *et al.*, 2007). La polinización animal mantiene o incrementa los rendimientos en cultivos agrícolas y

hortícolas y por lo tanto impacta la producción de alimentos, la seguridad alimentaria, calidad de la dieta y sustento de los agricultores (Lebuhn *et al.*, 2012). Se calcula que sin los polinizadores no se podría tener uno de cada tres bocados de comida que se consume. Asimismo, desde el punto de vista de seguridad nutricional y dietas saludables para el ser humano, las plantas polinizadas por animales son una importante fuente de lípidos, vitaminas A, C y E y de una amplia porción de minerales, como calcio, fluoruro y hierro (Eilers *et al.*, 2011).

La polinización es crucial para el bienestar de la sociedad, porque es un factor determinante de la productividad agrícola y la seguridad alimentaria. El servicio brindado por los polinizadores beneficia la propagación y producción de más del 60% de todas las plantas cultivadas, los polinizadores están vinculados al rendimiento de al menos 87 cultivos de entre los de mayor importancia para la alimentación en el mundo (Klein *et al.*, 2007). Estos cultivos incluyen frutas, granos, especias estimulantes como el café, el té, e incluso semillas y frutos para producción de aceites vegetales, todos los cuales constituyen una de las principales fuentes de micronutrientes, vitaminas y minerales de la dieta humana. El valor de los servicios de polinización a la agricultura mundial ha sido estimado en 153 mil millones de euros (Gallai *et al.*, 2009).

Desde la perspectiva de la valoración sociocultural, la polinización es una fuente de múltiples beneficios para las personas, mucho más allá de la producción de alimentos, ya que contribuye directamente a la producción de medicinas, biocombustibles, fibras, madera y resinas, materiales de construcción, instrumentos musicales y objetos de arte y artesanía, y son fuente de inspiración para el arte, la música, la literatura, la religión y la tecnología (IPBES, 2016).

2.2.3 Las abejas melíferas (*Apis mellifera*). Importancia

Las abejas son imprescindibles para el ciclo de la vida en la tierra y desarrollan tareas muy importantes en el medioambiente. Son los principales insectos encargados de la polinización y eso es esencial para la producción de alimentos, la diversidad biológica y la manutención de ambientes amenazados. La polinización permite la reproducción de las plantas, lo que da lugar a la producción de frutos y de semillas (Paseyro, 2017).

La abeja *Apis mellifera* es una especie de insecto social que ha colonizado con éxito numerosos ecosistemas en todo el mundo y desempeña un papel crucial en la polinización de plantas silvestres y cultivadas, con implicaciones sustanciales para la economía global y los ecosistemas naturales (Feketéne *et al.*, 2023). Se estima que 70 de los 107 cultivos más importantes que intervienen en la dieta humana dependen de los polinizadores para su reproducción, de los cuales estos insectos representan entre el 40-50% (Arredondo *et al.*, 2018).

Constituyen un eslabón clave en la producción de alimentos debido a su gran potencial agronómico y económico. Se obtienen de ellas valiosos productos comerciales como cera, polen, propóleos, jalea real y lo más importante, la miel (Dafar, 2018; Hussain, *et al.*, 2022).

En Cuba, estos derivados forman parte de uno de los rubros exportables más importantes del Grupo Empresarial Agroforestal del Ministerio de la Agricultura (MINAG), al aportar anualmente ingresos de unos 20 millones de dólares (Opciones, 2018). Además de las tradicionales ventas de miel y cera al exterior, también se obtienen suplementos nutricionales como los complementos PANMIEL (Suárez *et al.*, 2017) y PROPIOMIEL (Vargas *et al.*, 2017), se elaboran cremas en la industria cosmética, bebidas, velas, bombones y producciones para la industria farmacéutica. Desde hace algunos años, la miel también se destina como insumo para la producción de medios biológicos utilizados contra plagas, elaborados en Centros Reproductores de Entomófagos y Entomopatógenos (Salomón, 2018).

2.2.4 Causas de la disminución de los polinizadores

A pesar de los beneficios de la polinización animal, se ha reportado una reducción importante en la abundancia y la diversidad de los polinizadores.

Los servicios naturales de polinización están decreciendo en diversas partes del mundo por una menor abundancia o diversidad de polinizadores (por ejemplo, por extinción local o mundial de especies). Esa disminución se debe en parte a la pérdida de hábitat natural debido a circunstancias como la deforestación y la homogeneización del paisaje agrícola. La destrucción de ambientes naturales elimina plantas que proveen alimento a

los polinizadores, además de sitios adecuados para su nidificación y procreación (Garibaldi *et al.*, 2012)

Se han descrito numerosas amenazas que contribuyen al declive en las poblaciones de polinizadores (Escobés y Vignolo, 2018), entre las que se destacan: la fragmentación de los hábitats, la explotación agrícola intensiva -donde predominan los monocultivos-, las enfermedades, el uso de pesticidas, la introducción de especies exóticas o la posible influencia del cambio climático.

En tal sentido Quesada *et al.* (2011) y IPBES, (2016) coinciden al afirmar que diferentes factores que ocurren a diferentes niveles de organización ecológica han sido asociados con el descenso poblacional de grupos de polinizadores, entre los que destacan: la disminución de la abundancia, diversidad y calidad de los recursos florales, la dispersión a nuevas áreas de parásitos y patógenos y su transmisión a nuevos hospederos, la exposición a plaguicidas y otros agroquímicos, el cambio climático, las especies invasoras, la alteración del hábitat, organismos genéticamente modificados (OGM), especies exóticas invasoras (EEI) y la agricultura intensiva.

Más del 40% de la superficie terrestre libre de hielo está modificada por el hombre, especialmente para uso agrícola (Ellis *et al.*, 2010). Muchos polinizadores no pueden prosperar en estos ambientes modificados debido a que no encuentran suficientes recursos alimenticios o de nidificación.

La alteración, modificación o destrucción del hábitat de un polinizador puede deberse a múltiples causas naturales, tales como la escasez de recursos florales (Badano y Vergara, 2011), la presencia estacional de especies vegetales más o menos ricas en polen y néctar (Ricou *et al.*, 2014), o las condiciones climáticas predominantes (Russo *et al.*, 2015)

Lázaro y Tur (2018) describen cómo la pérdida y fragmentación de hábitat está afectando a diferentes grupos de polinizadores. Entre los hábitats transformados merecen una mención especial los agroecosistemas. Algunas especies de polinizadores pueden encontrar suficientes recursos en estos ambientes, pero se ven expuestas a una gran variedad de productos agroquímicos. En este sentido, las amenazas no provienen sólo de los insecticidas, p. ej. neonicotinoides. Las poblaciones de insectos

polinizadores también se ven afectadas por los fungicidas, que eliminan su flora microbiana, y por los herbicidas, que contribuyen a reducir los recursos florales.

El uso de estos productos ha sido muy criticado pues además de que contaminan el suelo, el aire y el agua, no son específicos, es decir, pueden provocar el envenenamiento y/o la muerte de insectos que interactúan con las plantas de forma no antagónica, como es el caso de los polinizadores (Pisa *et al.*, 2014). Diversos estudios han analizado la toxicidad de estos productos y su efecto sobre las poblaciones de abejas, y señalan a los pesticidas sistémicos, principalmente los neonicotinoides (Van der Sluijs *et al.*, 2013), como una de las causas más importantes del colapso mundial en las colmenas de abejas en las últimas décadas (Van Lexmond *et al.*, 2015).

El cambio climático también afecta a los polinizadores. Por ejemplo, el periodo de actividad de muchas abejas ha avanzado unas dos semanas respecto a hace 50 años (Bartomeus *et al.*, 2011) y el rango de distribución de los abejorros ha disminuido sustancialmente en Europa y Estados Unidos (Kerr *et al.*, 2015).

La ocurrencia de la polinización requiere de la sincronía entre el ciclo de vida de los polinizadores y la temporada de floración de las especies a las que visitan, lo cual asume la coexistencia espacio-temporal de las especies involucradas (Schweiger *et al.*, 2010). Por lo tanto, el incremento en la temperatura como resultado del calentamiento global puede representar una amenaza para la polinización no solo al afectar el comportamiento y la sobrevivencia de los polinizadores que forrajean a determinada hora del día y en ciertos periodos del año, sino también porque puede alterar el inicio o la duración de la temporada de floración de las plantas con las que interactúan (Hegland *et al.*, 2009).

Otra causa de origen antrópico la constituye la introducción de especies exóticas en un mundo cada vez más globalizado. Estas especies pueden competir con los polinizadores autóctonos y traer consigo nuevos patógenos.

2.2.5 Medidas de conservación y protección de polinizadores

Asociada a la progresiva pérdida de biodiversidad en los cultivos, existe una creciente concientización social encaminada a encontrar medidas de conservación y mantenimiento de hábitats y especies encargados de llevar a cabo servicios

ecosistémicos de vital importancia para el correcto funcionamiento de los agroecosistemas (Bos *et al.*, 2007). Para garantizar la prestación de los servicios de polinización silvestre, la atención debería centrarse en la protección de grandes áreas naturales asociadas a los cultivos (De Melo e Silva Neto *et al.*, 2013), dada su capacidad para sostener a estos organismos y actuar como hábitat para ellos, así como en la protección de las especies de polinizadores frente a plagas y enfermedades.

Existen diversas técnicas que pueden implementarse para asegurar la conservación y protección de los polinizadores frente a cambios en el entorno, algunas tan sencillas como mantener una alta diversidad floral de especies ricas en polen y néctar (Ricou *et al.*, 2014), tanto dentro de los propios cultivos (Mallinger y Gratton, 2015) como a lo largo de sus márgenes, que actúan como atrayentes para los polinizadores y, al mismo tiempo, les proporcionan lugares para anidar y recursos alimenticios y para la construcción del nido (Ricou *et al.*, 2014; Mallinger y Gratton, 2015).

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar diferentes fuentes de polinización en el cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis* Sim f. *flavicarpa* Degner).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar varias fuentes de polinización y el efecto de los distintos agentes polinizadores.
- Establecer nichos artificiales para el incremento de los agentes polinizadores.
- Evaluar el cuajado de los frutos.
- Definir los efectos de la polinización manual y la polinización natural en la calidad de los frutos de maracuyá amarillo.

4. RESULTADOS ESPERADOS

- Determinación de la fuente de polinización más efectiva.
- Definir el efecto de los nichos sobre el número de agentes polinizadores.
- Establecer el porcentaje de flores cuajadas a partir de los agentes polinizadores.
- Determinar el efecto de la polinización manual en comparación a los agentes polinizadores.
- Identificar los parámetros de calidad de la fruta para ambas fuentes de polinización.
- Incremento en el número de frutas por plantas.
- Publicaciones en revistas de alto impacto.
- Presentación en eventos científicos nacionales e internacionales.
- Capacitación a los productores del cultivo del maracuyá.

5. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS. CRONOGRAMA

El proyecto consta de cinco etapas que se desarrollarán en áreas de la UCTB “Jagüey Grande”, Matanzas pertenecientes al IIFT.

1^{ra} Etapa: Revisión del estado del arte.

En esta etapa se conformará el equipo que trabajará en el futuro proyecto, para lo que se tendrán en cuenta los profesores e investigadores que poseen experiencia en la temática de la UCTB “Jagüey Grande”. Las tareas a desarrollar son las siguientes:

Revisión bibliográfica actualizada sobre el tema a investigar.

- Cultivo del maracuyá.
- Formas de propagación.
- Métodos de polinización.
- Insectos polinizadores.
- Fitotecnia del cultivo.

2^{da} Etapa: Caracterización edafoclimáticas de la zona de estudio.

2.1. Análisis de suelo.

2.1.1 Clasificación de los suelos.

La clasificación del suelo se obtendrá a partir de la base cartográfica digital de Clasificación de los Suelos de Cuba, en su segunda versión genética, escala 1:25 000, realizada por el Departamento de Suelo y Fertilizante, del Ministerio de la Agricultura, obtenida de Geo-Cuba.

2.1.2 Caracterización química del suelo.

En el laboratorio de suelo de la Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA) se determinarán: pH, materia orgánica (%), P_2O_5 (ppm) y cationes cambiabiles ($cmol.kg^{-1}$) K^+ Ca^{2+} Mg^{2+} Na^+

2.1.3 Determinación de los indicadores de la calidad del suelo.

Según metodología propuesta por Álvarez *et al.* (2016), se tomaran cinco puntos en una línea diagonal por el centro del campo. En cada punto, se abrirá una pequeña excavación de 30 cm, que permitirá la valoración de las siguientes variables del instrumento evaluador de la calidad del suelo: estructura,

compactación, profundidad del suelo, actividad biológica, estado de residuos, desarrollo de raíces, color, olor y materia orgánica, infiltración del agua en el suelo, retención de humedad, erosión, textura, consistencia en suelo seco, consistencia en suelo húmedo, consistencia en suelo mojado.

2.2. Caracterización climática.

Se determinarán los valores de la media mensual y anual de las variables temperatura ($^{\circ}\text{C}$), precipitaciones (mm) y humedad relativa (%) en los períodos comprendidos entre 1990-2023 (histórico) y 2014-2023 (últimos 10 años), para lo cual se consultan los datos de la estación meteorológica ubicada en el municipio de Jagüey grande.

3^{ra} Etapa: Establecimiento en vivero

Se establecerá la plantación en condiciones de vivero el área agrícola de la UCTB “Jagüey Grande” y se procederá a montar los nichos para la cría de insectos polinizadores.

4^{ta} Etapa: Evaluación del efecto de la polinización manual y lo agentes polinizadores

Para el cumplimiento de los objetivos planteados durante el trabajo se montarán tres ensayos.

- I. Evaluar el efecto de la polinización cruzada.
- II. Evaluar el efecto de los agentes polinizadores.
- III. Evaluar la calidad de la fruta.

5^{ta} Etapa: Implementación y generalización de los resultados obtenidos.

Serán socializados los resultados obtenidos a los productores de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” de Jagüey Grande mediante demostraciones de los mismos y cursos de capacitación, a fin de incrementar la producción y satisfacer el incremento de la demanda del cultivo. Las tecnologías desarrolladas y los resultados obtenidos serán divulgados a través de conferencias, talleres, demostraciones en el campo, materiales didácticos, etc.

CRONOGRAMA

Tabla 1. Cronograma de las tareas a ejecutar durante el desarrollo del proyecto.

Etapas	Tareas	Fechas de inicio	Fechas de culminación
1^{ra} Etapa: Revisión del estado del arte.	Revisión bibliográfica y elaboración de proyecto	Enero 2024	Noviembre 2024
2^{da} Etapa: Caracterización edafoclimáticas de la zona de estudio	Clasificación de los suelos.	Enero 2024	Febrero 2024
	Caracterización química del suelo	Enero 2024	Marzo 2024
	Caracterización climática.	Enero 2024	Marzo 2024
3ra Etapa: Establecimiento en vivero	Se hará un vivero y se establecerá la plantación en el área agrícola de la UCTB Jagüey Grande.	Enero 2024	Marzo 2024
	Se montarán los nichos para la cría de insectos polinizadores.	Enero 2024	Febrero 2024
4ta Etapa: Evaluación del efecto de la polinización manual y lo agentes polinizadores.	I. Evaluar el efecto de la polinización cruzada. II. Evaluar el efecto de los agentes polinizadores. III. Evaluar la calidad de la fruta.	Mayo 2024	Julio 2024
Escritura del informe		Sept.2024	Noviembre 2024
Presentación de los resultados		Diciembre 2024	

6. RECURSOS NECESARIOS

En la tabla 2 se presentan los recursos humanos necesarios para desarrollar el proyecto.

Tabla 2. Recursos humanos para desarrollar el proyecto.

Nombres y apellidos	Jefe de resultado	Grado científico	Categoría docente	Entidad	% de participación
Lázaro Alberto Ayala Roldán	X	Ing.		EAI "Victoria de Girón"	30
Roberto Luzbet Pascual		M. Sc.	Profesor Instructor	UCTB "Jagüey Grande"	25
José Pérez Rodríguez		M. Sc	Profesor Instructor	UCTB "Jagüey Grande"	25
Especialista Laboratorio de suelo.					10
Aliasqui Pérez		Tec.		UCTB "Jagüey Grande"	10

7. PRESUPUESTO

En la tabla 3 se presenta el presupuesto del proyecto que incluye los gastos previstos en moneda nacional (MN).

Tabla 3. Presupuesto del proyecto en moneda nacional (MN).

Concepto	Año 2024
Salario básico (1)	186 543,56
Otras retribuciones (2)	5 887,00
Salario complementario (9,09% del salario total anual) (3)	4 055,12
Subtotal (4)	78 433,67 662,12
Seguridad Social (5)	7 652,69
Impuestos por la utilización de la fuerza de trabajo (6) según lo aprobado para el año.	
Recursos materiales (7)	3 650,00
Subcontrataciones (8)	
Otros recursos (9)	1 000,00
Subtotal (10)	8 982,69
Total Gastos Corrientes Directos (11)	63 644,81
Gastos de Capital (12)	
Gastos Indirectos (13)	
Total Gastos (14)	
Total General del Proyecto	289 214,81

8. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

La ejecución de este proyecto de investigación permitirá que los productores dispongan de información sobre el manejo de la polinización del cultivo del maracuyá, esto generara un impacto positivo sobre la producción, incrementando considerablemente la producción. Los resultados que se derive de esta investigación podrán utilizarse en la capacitación de los obreros, técnicos y profesionales vinculados al cultivo del maracuyá.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Akamine, E. K. y Girolami, G. 1959. Pollination and fruit set in the yellow passion fruit. University of Hawaii, Honolulu. Agric. Exp. Sta. 44 p.

Álvarez, J.; Díaz, C. y Fragela, M. 2016. Instrumento de evaluación de la calidad del suelo en condiciones de campo. Matanzas (originales encuadernados con portada impresa). 10 h.

Aranguren, M. y Pérez, J. 2015. El maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deng.): Generalidades y cultivo. Conferencia. Ministerio de la Agricultura. Unidad Científico Tecnológica de Base Jagüey Grande. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Jagüey Grande. Matanzas, Cuba. 29 p.

Ardiz, A. 2014. Patógenos asociados a la mortalidad de plantas en el maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), y tratamientos de control en Jagüey Grande. Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas

Arredondo, D.; Castelli, L.; Porrini, M. P.; Garrido, P. M.; Eguaras, M. J.; Zunino, P y Antúnez, K. 2017. *Lactobacillus kunkeei* strains decreased the infection by honey bee pathogens *Paenibacillus larvae* and *Nosema ceranae*. *Beneficial Microbes*. 9(2): 279-290.

Badano, E. I. y Vergara, C. H. 2011. Potential negative effects of exotic honey bees on the diversity of native pollinators and yield of highland coffee plantations. *Agricultural and Forest Entomology*.13: 365-372.

Bartomeus, I.; Ascher, J. S.; Wagner, D.; Danforth, B. N.; Colla, S.; Kornbluth, S. y Winfree, R. 2011. Climate-associated phenological advances in bee pollinators and bee-pollinated plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 108(51): 20 645-20 649.

Betancur, E.; García, E. L. y Giraldo, M. 2014. Manual técnico del cultivo de maracuyá bajo buenas prácticas agrícolas. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Medellín, Colombia. 112 p.

Bonilla, M. A. 2012. La polinización como servicio ecosistémico. En: Iniciativa colombiana de polinizadores (ICPA), Capítulo I: Abejas. Universidad Nacional de Colombia, Instituto Humboldt. Bogotá, Colombia. p. 1-103.

Bos, M. M.; Veddeler, D.; Bogdanski, A. K.; Klein, A. M.; Tschardtke, T.; Steffan-Dewenter, I. y Tylianakis, J. 2007. Caveats to quantifying ecosystem services: fruit abortion blurs benefits from crop pollination. *Ecological Applications*. 17(6): 1841-1849.

Cañizares, A. y Jaramillo, E. 2015. El cultivo del Maracuyá en Ecuador. Primera edición. Ediciones UTMACH. Universidad Técnica de Machala. Ecuador. 82 p.

Carvajal, L. M.; Turbay, S.; Alvarado, L.; Rodríguez, A.; Alvarez, M.; Bonilla, K.; Restrepo, S. y Parra, M. 2014. Propiedades funcionales y nutricionales de seis especies de *Passiflora* (Passifloraceae) del departamento del Huila, Colombia. *Caldasia*. 36(1): 1-15.

Castillo, N. R.; Ambachew, D.; Melgarejo, L. M. y Blair, M. W. 2020. Morphological and agronomic variability among cultivars, landraces, and gene bank accessions of purple passion fruit, *Passiflora edulis* f. *edulis*. *HortScience*. 55(6): 768-777.

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

Dafar, A. 2018. Review of Economical and Ecological Importance of Bee and Bee Products in Ethiopia. *J. Animal Husbandry and Dairy Sci*. 2(2): 18-26.

De Armas, R.; Martín, P. F. y Rangel, J. 2022. Gulupa (*Passiflora edulis* Sims), su potencial para exportación, su matriz y su firma de maduración: una revisión. Ciencia y Agricultura. 19(1): 15-27.

De Melo e Silva Neto, C.; Gomes, F.; Gonçalves, B.; Lima, L.; Araújo, B.; Da Silva, M. A. y Villaron, E. 2013. Native bees pollinate tomato flowers and increase fruit production. Journal of Pollination Ecology. 11(6): 41-45.

Duarte, O. 2012. Fruticultura [en línea]. Disponible en: http://www.ecured.cu/index.php/Maracuy%C3%A1_Amarillo. [Consulta: diciembre, 14 2023].

Eilers, E. J.; Kremen, C.; Greenleaf, S. S.; Garber, A. K. y Klein, A. M. 2011. Contribution of pollinator-mediated crops to nutrients in the human food supply. PLoS one. 6(6): e21363.

Ellis, E. C.; Klein, K.; Siebert, S.; Lightman, D. y Ramankutty, N. 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. Global ecology and biogeography. 19(5): 589-606.

Escobés, R. y Vignolo, C. 2018. Guía de los polinizadores más comunes de las zonas verdes de Madrid. Editorial CSIC. Madrid, España. 60 p.

FAO. 2014. Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3547s.pdf> [Consulta: noviembre, 14 2023].

Feketéne, A.; Szűcs, I y Bauerné, A. 2023. Evaluation of the Pollination Ecosystem Service of the Honey Bee (*Apis mellifera*) Based on a Beekeeping Model in Hungary. Sustainability. 15(13): 9906.

Fründ, J.; Dormann, C. F.; Holzschuh, A. y Tscharrntke, T. 2013. Bee diversity effects on pollination depend on functional complementarity and niche shifts. *Ecology*. 94(9): 2042-2054.

Gallai, N.; Salles, J. M.; Settele, J. y Vaissière, B. E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*. 68(3): 810 – 821

García, M.; Ríos, L. A. y Álvarez del Castillo, J. 2016. La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de la literatura. *IDESIA*. 34(3): 53-68.

Garibaldi, L. A.; Muchhala, N.; Motzke, L.; Bravo-Monroy, L.; Olschewski, R. y Klein, A. 2011. Services from plant-pollinator interactions in the Neotropics. En: Rapidel, B., DeClerck, F., Le Coq, J. & Beer, J. (Eds.), *Ecosystem services from agriculture and agroforestry: measurement and payment*. Earthscan: London. p. 119-139.

Garibaldi, L. A.; Morales, C. L.; Ashworth, L.; Chacoff, N. P. y Aisén, M. A. 2012. Los polinizadores en la agricultura. *CH*. 21(126): 35-43.

Grisi Jr., C. 1973. Falta de polinização-a principal causa da queda excessiva de flores nos maracujazeiros (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) na região de Votuporanga-SP. p. 427-431 *In* Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2, 1973, Viçosa, MG. Anais. Sociedade Brasileira de Fruticultura: Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Hegland, S. J., Nielsen, A., Lázaro, A., Bjerknes, A. L. y Totland, Ø. 2009. How does climate warming affect plant-pollinator interactions? *Ecology Letters*, 12(2): 184–195.

Hoehn, P.; Tscharrntke, T.; Tylianakis, J. M. y Steffan-Dewenter, I. 2008. Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. *Proceedings of the Royal Society B*. 275: 2283-2291

Hussain, A.; Kumari, V.; Meena, S y Kumar, R. 2022. A review on the role of beekeeping in economy and agriculture through bee diversity and bee-pollinated crops. *International Journal of Entomology Research*. 7(2): 186-192.

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT). 2011. Instructivo técnico para el cultivo del maracuyá. Ministerio de la Agricultura. 1^{ra} edición. Editorial Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. C. Habana, Cuba.

IPBES. 2016. The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 552 p.

Jaramillo, J.; Cárdenas, J. y Orozco, J. 2009. Manual sobre el cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis*) en Colombia. Palmira - Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). 80 p.

Kerr, J. T.; Pindar, A.; Galpern, P.; Packer, L.; Potts, S. G.; Roberts, S. M.; Rasmont, P.; Schweiger, O.; Colla, S. R.; Richardson, L. L. y Wagner, D. L. 2015. Climate change impacts on bumblebees converge across continents. *Science*. 349(6244): 177-180

Klatt, B. K.; Holzschuh, A.; Westphal, C.; Clough, Y.; Smit, I.; Pawelzik, E. y Tscharntke, T. 2014. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *Proceedings of the Royal Society B*. 281: 20132440

Klein, A. M.; Vaissière, B. E.; Cane, J. H.; Steffan-Dewenter, I.; Cunningham, S. A.; Kremen, C. y Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society*. 274: 303-313

Lázaro, A. y Tur, C. 2018. Los cambios de uso del suelo como responsables del declive de polinizadores. *Ecosistemas*. 27(1): 23-33.

Lebuhn, G.; Droege, S.; Connor, E. F.; Gemmill, B.; Potts, S. G.; Minckley, R. L. y Cane, J. 2013. Detecting insect pollinator declines on regional and global scales. *Conservation Biology*. 27(1): 113-120.

Mallinger, R. E. y Gratton, C. 2015. Species richness of wild bees, but not the use of managed honeybees, increases fruit set of a pollinator-dependent crop. *Journal of Applied Ecology*. 52(2): 323-330.

Marcillo, J. V.; Ordoñez, E. M.; García, R. M. y Rodríguez, I. 2022. Influencia de las distancias de siembra en el desarrollo y producción de 2 variedades de Maracuyá (*Pasiflora edulis* degener). *Científica Agroecosistemas*. 10(1): 70-79.

Matta, F. P. 2005. Mapeamento de QRL para *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* em Maracujá-Amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). São Paulo. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Agronomía. Escuela Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidad de São Paulo.

Nates-Parra, G. (ed.). 2016. Iniciativa Colombiana de Polinizadores. Capítulo Abejas. Iniciativa Colombiana de Polinizadores (ICPA). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 363 p.

Nienhuis, C. M. y Stout, J. C. 2009. Effectiveness of native bumblebees as pollinators of the alien invasive plant *Impatiens glandulifera* (Balsaminaceae) in Ireland. *Journal of Pollination Ecology*. 1(1): 1-11.

Ocampo, J. A., Hurtado, A. y López, W. 2021. Genetics resources and breeding prospects in *Passiflora* species. In *Passiflora: Genetic grafting and biotechnology approaches*. Publisher: Nova Sciene Publishers. 76 p.

Ocampo, J. A.; Morillo, Y.; Espinal, F. J. y Moreno, I. 2022. Tecnología para el cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) en Colombia. Yellow passion fruit. 1ra Edición. Universidad Nacional de Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia Palmira. Palmira, Colombia. 100 p.

Ollerton, J.; Winfree, R. y Tarrant, S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*. 120: 321 - 326.

Opciones. 2018. Miel de abejas: potencial económico. Seminario Financiero y Económico de Cuba [en línea]. Disponible en: <http://www.opciones.cu/cuba/2018-0731/miel-de-abejas-potencial-economico>. [Consulta: noviembre, 16 2023].

Pantoja, A.; Smith-Pardo, A.; García, A.; Sáenz, A. y Rojas, F. 2014. Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y El Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. Santiago, Chile. 55 p.

Paseyro, J. 2017. Abejas, insectos imprescindibles. *Forestal* 23: 39-46

Pires, V. C.; Silveira, F. A.; Sujii, E. R.; Torezani, K. R. S.; Rodrigues, W. A.; Albuquerque, F. A.; Rodrigues, S. M. M.; Salomão, A. N. y Pires, C. S. S. 2014. Importance of bee pollination for cotton production in conventional and organic farms in Brazil. *Journal of Pollination Ecology*. 13(16): 151-160.

Pisa, L. W.; Amaral-Rogers, V.; Belzunces, L. P.; Bonmatin, J. M.; Downs, C. A. y Goulson, D.; Kreuzweiser, D. P.; Krupke, C.; Liess, M.; McField, M.; Morrissey, C. A.; Noome, D. A.; Settele, J.; Simon-Delso, N.; Stark, J. D.; Van der Sluijs, J. P.; Van Dy, H. y Wiemers, M. 2014. Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environmental Science and Pollution Research*. 22(1): 68-104

Quesada, M.; Rosas, F.; Aguilar, R.; Ashworth, L.; Rosas, V. M.; Sayago, R.; Lobo, J. A.; Herrerías, Y. y Sánchez, G. 2011. Human Impacts on Pollination, Reproduction, and Breeding Systems in Tropical Forest Plants. In R. Dirzo, H.S. Young, H.A. Mooney, and G. Ceballos (Eds.) Seasonal-ly Dry Tropical Forests. 173 – 194.

Rader, R.; Bartomeus, I.; Garibaldi, L. A.; Garratt, M. P.; Howlett, B. G.; Winfree, R.; Cunningham, S. A.; Mayfield, M. M.; Arthur, A. D.; Andersson, G. K.; Bommarco, R.; Brittain, C.; Carvalheiro, L. G.; Chacoff, N. P.; Entling, M. H.; Foully, B.; Freitas, B. M.; Gemmill-Herren, B.; Ghazoul, J.; Griffin, S. R.; Gross, C. L.; Herbertsson, L.; Herzog, F.; Hipólito, J.; Jaggar, S.; Jauker, F.; Klein, A. M.; Kleijn, D.; Krishnan, S.; Lemos, C. Q.; Lindström, S. A.; Mandelik, Y.; Monteiro, V. M.; Nelson, W.; Nilsson, L.; Pattemore, D. E.; Pereira, N de O.; Pisanty, G.; Potts, S. G.; Reemer, M.; Rundlöf, M.; Sheffield, C. S.; Scheper, J.; Schüepp, C.; Smith, H. G.; Stanley, D. A.; Stout, J. C.; Szentgyörgyi, H.; Taki, H.; Vergara, C. H.; Viana, B. F. y Woyciechowski, M. 2016. Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences U S A.* 113(1):146-151.

Ricou, C.; Schneller, C.; Amiaud, B.; Plantureux, S. y Bockstaller, C. 2014. A vegetation-based indicator to assess the pollination value of field margin flora. *Ecological Indicators.* 45: 320-331

Rodríguez, A. T.; Chamorro, F. J.; Calderón, L. V.; Pinilla, M. S.; Henao, M. M.; Ospina, R. y Nates-Parra, G. 2015. Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia: Agraz (*Vaccinium meridionale*), Chamba (*Campomanesia lineatifolia*) y Cholupa (*Passiflora maliformis*). Laboratorio de Investigaciones en Abejas, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Rodríguez, C.; Faleiro, F. P.; Parra, M. y Costa, A. M. 2020. Passifloras especies cultivadas en el mundo. En: Memorias del III Congreso Latinoamericano y I Congreso Mundial de Pasifloras, Neiva, Huila, Colombia. p. 255.

Rogers, S. R.; Tarpay, D. R. y Burrack, H. J. 2013. Multiple Criteria for Evaluating Pollinator Performance in Highbush Blueberry (Ericales: Ericaceae) Agroecosystems. *Environmental Entomology*. 42(6): 1201-1209.

Rosas, V.; Aguilar, R.; Martén, S.; Ashworth, L.; Lopezaraiza, M.; Bastida J. M. y Quesada M. 2014. A quantitative review of pollination syndromes: do floral traits predict effective pollinators? *Ecology Letters*. 17(3): 388 - 400.

Ruggeiro, C. 1980. Implantacao da cu/twa empagacao. En: *Cultura do maracujazeiro*. Editado por Carlos Ruggiero. Jaboticabal, FCAV. Brasil. p. 23-31.

Russo, L.; Park, M.; Gibbs, J. y Danforth, B. 2015. The challenge of accurately documenting bee species richness in agroecosystems: bee diversity in eastern apple orchards. *Ecology and Evolution*. 5(17): 3531-3540.

Salinas, H. 2014. Guía técnica para el cultivo de maracuyá amarillo. Instituto de Educación Técnica Profesional de Roldanillo, Valle (INTEP). Valle del Cauca, Colombia. 49 p.

Salomón, R. 2018. Cuba, el potencial económico de las abejas [en línea]. Disponible en:<http://www.cuba.cu/economia/2018-07-03/cuba-el-potencial-economico-de-las-abejas/42400>. [Consulta: noviembre, 16 2023].

Schweiger, O., Biesmeijer, J. C., Bommarco, R., Hickler, T., Hulme, P. E. y Klotz, S.; Kühn, I.; Moora, M.; Nielsen, A.; Ohlemüller, R.; Petanidou, T.; Potts, S. G.; Pyšek, P.; Stout, J. C.; Sykes, M. T.; Tscheulin, T.; Vilà, M.; Walther, G. R.; Westphal, C.; Winter, M.; Zobel, M. y Settele, J. 2010. Multiple stressors on biotic interactions: how climate change and alien species interact to affect pollination. *Biol Rev Camb Philos Soc*. 85(4): 777–795.

Suárez, D.; Vargas, D y Estévez, Y. 2017. Sensorial description of PANMIEI as a nutritional complement. *Apiciencia*. XIX(1): 14-26.

Van der Sluijs, J. P., Simon-Delso, N., Goulson, D., Maxim, L., Bonmatin, J. M. y Belzunces, L. P. 2013. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 5(3-4): 293 – 305.

Van Lexmond, M. B., Bonmatin, J. M., Goulson, D. y Noome, D. A. 2015. Worldwide Integrated Assessment on systemic pesticides: global collapse of the entomofauna: exploring the role of systemic insecticides. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(1): 1 - 4

Vargas, D.; Estévez, Y y Suárez, D. 2017. Sensorial description of PROPOMIEL as a nutritional complement. *Apiciencia*. XIX(1): 27-39.

Vilhena, A.; Rabelo, L.; Bastos, E. y Augusto, S. 2011. Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network. *Apidologie*. 43(1): 51-62.

Zapata, M.; Estrada, K.; Peña, R. y Fernández, J. 2021. Rendimiento del maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) bajo tres densidades de siembra en la Orinoquía Colombiana. *Producción agrícola de la Orinoquía Colombiana: Investigación aplicada*. p. 38-47.