

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS PARA ESTIMULAR LA
GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE MARACUYÁ
(*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa* Degner)



TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
FRUTICULTURA TROPICAL

Autor: Ing. Heinrich González Lima
Tutor: M. Sc. Alina Puente Sánchez

Matanzas
2024

PENSAMIENTO

“Hagamos el propósito de redoblar nuestros esfuerzos y juremos ante nosotros mismos, que, si un día nuestro trabajo nos pareciera bueno, debemos luchar por hacerlo mejor, y si fuera mejor, debemos luchar por hacerlo perfecto, conociendo de ante mano que, nada será suficientemente bueno y ninguna obra humana será suficientemente perfecta...”

Fidel Castro Ruz



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas aquellas personas que de una forma u otra han colaborado en mi formación y me han apoyado en el paso por esta fase de la vida tan importante, de forma muy especial a mi madre por su apoyo y dedicación haciendo posible la culminación de uno de los estudios por los que he transitado.

AGRADECIMIENTOS

Quiero de esta forma, agradecer a quienes contribuyeron en mi paso por la Especialidad de Fruticultura Tropical, en particular a:

- Mi madre y padre Emilia Lima Fuentes por confiar en mí, por ser mi razón de ser y convertirse en la persona más importante de mi vida.
- Mi esposa e hijos por darme aliento y ayudarme a conseguir cada uno de mis sueños.
- Mi familia por acompañarme en los buenos y malos momentos.
- A todos mis compañeros de aula, los que culminan conmigo y los que por alguna razón tuvieron que abandonarla, por ser un grupo muy unido y porque los considero mi otra familia.
- Todos mis profesores por contribuir en mi formación como profesional.
- Todos los trabajadores de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”.
- Todas las personas que en algún momento han sido parte de mi vida y han aportado algún granito de arena para que todo mi esfuerzo no haya sido en vano.

A todos

Muchas gracias.

RESUMEN

El cultivo del maracuyá de la familia de las *Pasifloras* se considera uno de los más rentables a nivel internacional. La germinación de semillas de este cultivo puede tardar de uno a tres meses razón por la cual los esfuerzos de investigación desarrollo se han encaminado a la búsqueda de nuevas alternativas que permitan disminuir el tiempo de duración de esta fase. En el área agrícola de la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) de Jagüey Grande perteneciente al Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) se evaluó el comportamiento de la germinación de las semillas *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*, maracuyá amarillo, frente a diferentes tratamientos pregerminativos, físicos y químicos. Se evaluó el inicio, final, duración, masividad y porcentaje final de germinación. El tratamiento de las semillas con la inmersión en ácido giberélico (500 mg/L), mostró los mejores resultados, con diferencias significativas con el resto en cuanto a masividad y porcentaje de germinación con más del 90%, seguido del KN0_3 (200 mg/L) con 84% de germinación.

Palabras claves: vivero germinación, semillas

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 El cultivo del maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Degener)	4
2.1.1 Origen	4
2.1.2 Importancia económica, alimenticia y medicinal	5
2.1.3 Taxonomía y descripción morfológica	6
2.1.3.1 Taxonomía	6
2.1.3.2 Descripción morfológica	7
2.1.4 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo	8
2.1.5 Manejo agronómico del cultivo	10
2.1.5.1 Propagación	10
2.1.5.2 Siembra	12
2.1.5.3 Podas	12
2.1.5.4 Fertilización y riego	14
2.1.5.5 Cosecha y calidad de los frutos de maracuyá	15
2.2 Germinación	17
2.2.1 Etapas del proceso de germinación	17
2.2.2 Factores que inhiben la germinación de las semillas	20
2.2.3 Tratamientos para estimular la germinación de las semillas	21
3. MATERIALES Y METODOS	23
3.1 Caracterización de la UCTB de Jagüey Grande	23
3.2 Evaluación de la de la capacidad germinativa de las semillas de maracuyá amarillo con el empleo de tratamientos físicos	23
3.3 Evaluación de inductores de la germinación en semillas de maracuyá amarillo.	24
4. RESULTADOS Y DISCUSION.	26
4.1 Evaluación de la germinación del maracuyá en el vivero del área experimental de la UCTB de Jagüey Grande	26
4.2 Evaluación de inductores de la germinación en semillas de maracuyá amarillo.	28

5. CONCLUSIONES.	31
6. RECOMENDACIONES.	32
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	33

1. INTRODUCCION.

El maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* Sim f. *flavicarpa* Degner) es un fruto altamente demandado que se ha extendido a diferentes regiones del mundo desde su centro de origen en Brasil. Su cultivo en los países tropicales representa el 90% de la producción, con Brasil como el mayor productor, seguido por Perú, Venezuela, África del Sur, Sri Lanka y Australia, y se destacan como sus principales exportadores de jugo concentrado Ecuador y Colombia que ocupan el 50 y 30% del mercado total respectivamente (Araujo, 2004).

En los últimos años en Cuba, se ha incrementado el interés por el cultivo del maracuyá y en el año 2010 el actual Grupo Agrícola (GAG), por orientación del MINAG, decidió extender este frutal en las Empresas Agroindustriales “Victoria de Girón” en Jagüey Grande, Matanzas y de “Ceballos” en Ciego de Ávila, como un objetivo estratégico para diversificar su agroindustria de manera acelerada e incrementar la calidad y el valor agregado de sus producciones con destino a la comercialización, teniendo en cuenta las capacidades instaladas para la producción y el procesamiento de jugos y pulpas con destino al turismo (Ardiz, 2014).

En la década de los 80 y principios de los años 90 se desarrollaron investigaciones relacionadas con el cultivo del maracuyá en la Estación Nacional de Frutales (actual UCTB Alquizar-IIFT), y se tienen algunas experiencias de productores que han enfrentado esta tarea. Sin embargo, en las localidades donde se ubicaron las plantaciones no existe experiencia sobre este cultivo, ni se conoce su comportamiento agroproductivo, la calidad de los frutos, las tecnologías a emplear y la incidencia de plagas y enfermedades, entre otros aspectos que definen la factibilidad agrícola y económica para el desarrollo de este cultivo.

Teniendo en cuenta el reto de desarrollar el cultivo del maracuyá en Cuba, se iniciaron los trabajos de explotación de este con el establecimiento de plantaciones comerciales en 10.08 ha, en las condiciones de Jagüey Grande, Matanzas y en Ceballos en Ciego de Ávila, sobre un sistema de conducción en espalderas verticales, con el objetivo de satisfacer la alta demanda de jugos y frutas frescas de maracuyá, en los polos turísticos de Varadero y Los Cayos del norte de la provincia Villa Clara.

El estudio de la germinación de sus semillas se ha abordado por diferentes vías con la finalidad de lograr buenos resultados durante el establecimiento de los viveros en diferentes países productores. Este proceso puede tardar de uno a tres meses, razón por la cual los esfuerzos de investigación desarrollo se han encaminado a la búsqueda de nuevas alternativas, que permitan disminuir el tiempo de duración de esta fase.

El empleo de métodos mecánicos, físicos y químicos son una vía para lograr altos porcentajes de germinación y una mayor homogeneidad en la emergencia de las plántulas (Echeverría, 1997). A pesar de que existe información en esta dirección, se ha detectado gran variabilidad en cuanto a los porcentajes de germinación, lo que se atribuye a las diferencias en las metodologías de trabajo empleadas y las diferencias climáticas de cada localidad.

En el vivero del área experimental de la UCTB de Jagüey Grande se ha observado que la germinación del maracuyá puede tardar hasta 90 días, lo que provoca una prolongación de esta fase y al aumento de los costos del vivero. Por tanto, se hace necesario determinar la eficiencia en la germinación de las semillas maracuyá con el empleo de diferentes tratamientos físicos y químicos para disminuir la permanencia de las plantas en el vivero.

Problema

¿Qué debemos hacer para estimular la germinación de las semillas maracuyá amarillo?

Hipótesis

El empleo de tratamientos físicos e inductores tiene un efecto positivo sobre la estimulación de la germinación de las semillas maracuyá amarillo en Jagüey Grande

Objetivo general

Evaluar la influencia de tratamientos físicos e inductores en la estimulación de la germinación de las semillas maracuyá amarillo en Jagüey Grande.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de diferentes tratamientos físicos para estimular la germinación de semillas de maracuyá.
- Evaluar el empleo de inductores de la germinación en semillas de maracuyá.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA.

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.* (2021a) 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 (Figura 1). La zona neotropical alberga el 97% de las especies, las cuales están concentradas en Colombia, Brasil y Ecuador desde el nivel del mar hasta los 4 000 m. s. n. m. (Ocampo *et al.*, 2010).

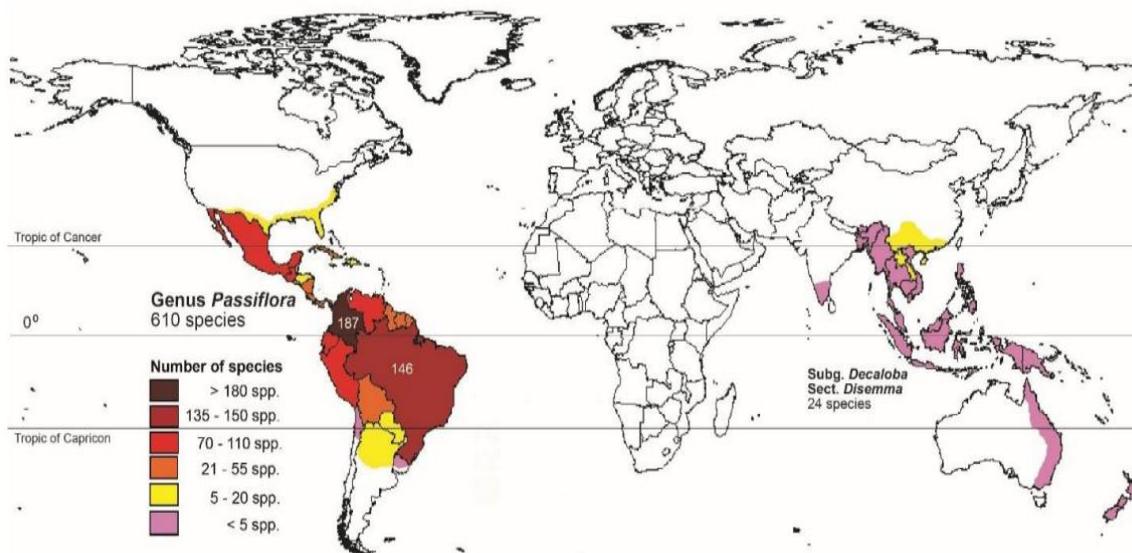


Figura 1. Distribución de la especie *Passiflora*.

Fuente: Ocampo *et al.* (2021a).

Al respecto 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 económica, alimenticia y medicinal.

Unidad de Inteligencia Comercial (2021) estimó una producción de 1 000 toneladas de maracuyá a nivel mundial en el 2020. Brasil es el mayor productor y consumidor, responsable del 70% de la producción mundial de maracuyá. Perú es el principal exportador a nivel mundial, superando a Colombia y Ecuador. Más del 90% se exporta en jugos concentrados, teniendo como principal mercado a Países Bajos. Cuatro países (Brasil, Colombia, Perú y Ecuador) aportan el 90% de la producción de América del Sur. Los principales países importadores de maracuyá (Miles US\$) en el 2020 fueron: Países Bajos (77 413), EE.UU. (12 371) y Bélgica (3 744) (Unidad de Inteligencia Comercial, 2021).

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 (Carvajal *et al.*, 2014; Rodríguez *et al.*, 2020;

Ocampo *et al.*, 2021a). 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. La cáscara del maracuyá que normalmente es arrojada, es rica en pectina que es una fracción de fibra soluble. En nuestro organismo ella forma un gel. En el caso de la diabetes, dificulta la absorción de carbohidratos, como la glucosa.

Además de los nutrientes esenciales, la mayor parte de las frutas contienen cantidades considerables de micronutrientes, como minerales, fibras, vitaminas y compuestos fenólicos secundarios (Rufino *et al.*, 2010)

En cuanto a los compuestos bioactivos como los fenólicos actúan como antioxidantes naturales y agentes antinitrosantes (Mora *et al.*, 2021).

2.1.3 Taxonomía y descripción morfológica.

2.1.3.1 Taxonomía

Numerosas plantas del género *Passiflora* producen frutos comestibles y generalmente, se denomina como fruta de la pasión, se encuentran dentro de la Familia Passifloraceae, la cual registra alrededor de 450 especies, siendo *Passiflora edulis* Degener la principal especie (Caleño y Morales, 2019).

Debido a la gran variabilidad morfológica que presenta *P. edulis*, su taxónomo diferenció las poblaciones de esta especie en función del color del fruto; y denominó a la población de frutos amarillos como *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (maracuyá amarillo) y los frutos de color púrpura como *Passiflora edulis* Sims f. *edulis* (maracuyá púrpura) (Li *et al.*, 2011).

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: Flacourtiaceae

Familia: Passifloraceae

Género: *Passiflora*

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

La familia Passifloraceae según Ocampo *et al.* (2021a) 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. *Passiflora* es el género con mayor importancia económica, por poseer cerca de 610 especies distribuidas principalmente en el continente americano y con cerca de 80 especies reportadas con fruto comestible incluyendo al maracuyá.

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).

La parchita es una planta trepadora perenne, de 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. Cerca de la inserción de la lámina el peciolo tiene dos nectarios o glándulas cortas (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. El androceo y el gineceo

se insertan sobre un androginoforo columnar bien desarrollado. El androceo está formado por cinco estambres con filamentos libres e insertos debajo de la base del ovario, de color verde amarillento, anteras transversales, móviles, de dos celdas grandes elípticas, de color verde. El gineceo constituido por un ovario, color amarillo y ovoide, estilos clavados de color verde de 1 cm de largo, estigma reniforme y cordiforme de color verde y de 0,5 cm de diámetro. En la base de la flor se encuentran las brácteas de color verde bien desarrolladas (Cañizares y Jaramillo, 2015).

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. Las semillas representan entre el 8,3 y el 20,2% del peso de fruto y 100 semillas (índice de semillas) tienen un peso entre 2,1 a 2,7g (Ocampo *et al.*, 2021b).

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). Según Cavichioli *et al.* (2006) la especie de maracuyá es sensible al sombreado, siendo este perjudicial al desenvolvimiento normal de la planta, afectando el crecimiento vegetativo, floración, fructificación y productividad.

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 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).

2.1.5.1 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.

2.1.5.2 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.

2.1.5.3 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 (Figura 2), 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)

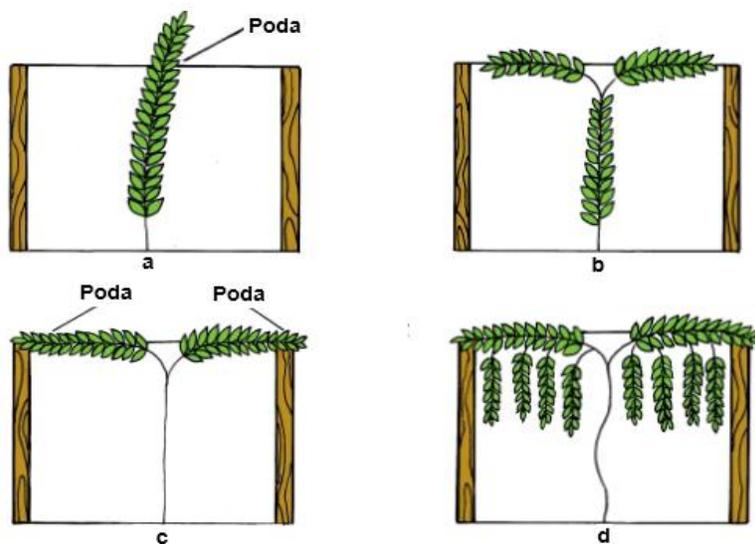


Figura 2. Poda de formación de plantas de maracuyá amarillo manejado con espaldera vertical con un hilo de alambre. Fuente: Gracia (2002), citado por (Cañizares y Jaramillo, 2015).

➤ 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 (Figura 3). 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).

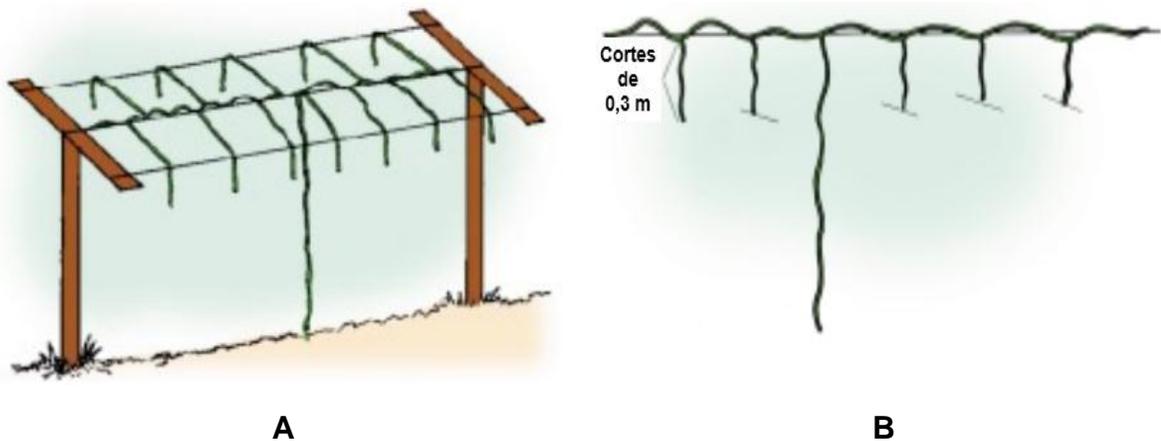


Figura 3. Poda de renovación para maracuyá

A Manejado en espaldera tipo "T".

B Manejado en espaldera vertical con un hilo de alambre.

Fuente: Gracia (2002), citado por (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).

2.1.5.4 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).

2.1.5.5 Cosecha y calidad de los frutos de maracuyá

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 pudrir.

Cañizares y Jaramillo (2015) afirman que la calidad es un conjunto de criterios que contemplan aspectos como:

1. Cualidades externas del producto (color, forma, peso)
2. Atributos internos (aroma, contenido de jugo, sólidos solubles, acidez)

El término es usado en varias formas según su referencia, calidad comestible, calidad de mesa, calidad nutricional, calidad interna, calidad de consumo y calidad externa.

La parchita en las diferentes categorías debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos (Cañizares y Jaramillo, 2015):

- Tener la forma ovalada característica del fruto de parchita
- Los frutos deben estar enteros y sanos (libres de insectos y/o enfermedades)
- Estar libres de quemaduras de sol
- No presentar humedad externa anormal
- Exentos de cualquier olor y/o sabor extraño
- Presentar aspecto fresco y consistencia firme
- Estar limpio, libre de materiales extraños visibles (tierra, polvo, agroquímicos y cuerpos extraños) en el producto o en su empaque
- El fruto debe presentar pedúnculo cuyo corte debe estar a la altura del primer nudo (2 - 3 cm) o punto de abscisión
- Su grado de madurez debe ser tal que permita llegar en condiciones satisfactorias a su destino, resistiendo la manipulación y el transporte.

2.2 Germinación

Ellis y Roberts (1985) citados por Vásquez (2004) afirman que la germinación es la emergencia y desarrollo del embrión de la semilla, de sus estructuras fundamentales que indican la habilidad para desarrollar plantas normales bajo condiciones favorables de suelo.

Para Hartmann y Kester (1988), la germinación es el proceso de reactivación metabólica de la semilla y la emergencia de la radícula y la plúmula, que conducen a la producción de una plántula y destacan que es necesario que se cumplan tres condiciones, para que se realice el proceso de germinación:

- La semilla debe de ser viable, es decir que el embrión esté vivo y ser capaz de germinar.
- La semilla no debe estar en letargo ni el embrión quiescente, pues no deben existir barreras físicas o fisiológicas que induzcan al letargo ni barreras químicas para la germinación.
- La semilla debe estar expuesta a las condiciones adecuadas, disponibilidad de agua, temperatura, provisión de oxígeno y en algunos casos de luz.

La germinación de una semilla es el surgimiento y desarrollo de la plántula a una etapa en la que el aspecto de sus estructuras esenciales, indican que es capaz de desarrollarse en una planta satisfactoria en condiciones favorables en el campo (ISTA, 2016).

Según Rajjou *et al.* (2012) la germinación se considera la fase más crítica en el ciclo de vida de las plantas, debido a la alta vulnerabilidad a daños por enfermedades y estreses ambientales como el déficit hídrico.

2.2.1 Etapas del proceso de germinación

El proceso de germinación de las semillas consta de varias etapas que culminan en la emergencia del embrión. La etapa de activación, se inicia con la fase de imbibición de agua, que se corresponde con una rápida absorción de agua por los coloides presentes en la semilla seca que suavizan las cubiertas de la semilla e hidratan el protoplasma,

como consecuencia la semilla se hincha y es posible que se rompan las cubiertas (Hartmann y Kester, 1988).

La germinación es un proceso complejo durante el cual la semilla madura, luego de la imbibición, debe cambiar rápidamente de este estado hacia un programa de desarrollo y preparación para el crecimiento de la plántula (Nonogaki *et al.*, 2010).

Es importante indicar que la imbibición es un fenómeno físico y que lo experimentan aún semillas muertas. En esta etapa se da un incremento paulatino de la actividad respiratoria y la etapa puede ser completada en un lapso de minutos a horas. El agua es absorbida por la semilla seca y el porcentaje de humedad aumenta rápidamente y luego se estabiliza (Hartmann y Kester, 1988).

La actividad enzimática se inicia rápidamente, a medida que se hidrata la semilla, estas enzimas se formaron durante la formación del embrión en la fecundación y otras se sintetizan al iniciarse la germinación. La síntesis de enzimas durante la germinación requiere de moléculas de ARN que están presentes en el eje embrionario (Hartmann y Kester, 1988).

El proceso de germinación es gobernado por la información genética contenida en el ADN de la célula y este proceso implica dos eventos: la transcripción de instrucciones genéticas del ADN para formar moléculas específicas de ARN mensajero, y el segundo evento consiste en la traducción de esa información por el ARN de transferencia para sintetizar proteínas específicas que son las enzimas que controlarán las complejas reacciones bioquímicas que participaran en el proceso de metabolismo y crecimiento. La energía necesaria se obtiene del ATP presente en las mitocondrias (Hartmann y Kester, 1988).

El metabolismo durante el desarrollo de la semilla es fundamentalmente anabólico y está caracterizado por la síntesis básica y depósito de sustancias de reserva en los tejidos de almacenamiento y la deshidratación de los tejidos; la germinación se caracteriza por la movilización de polímeros de reserva y cambios cualitativos y cuantitativos de las enzimas catabólicas, en particular, en los órganos de almacenamiento. Muchos genes involucrados en estos procesos están bajo estricta

regulación temporal, expresándose sólo en determinadas etapas del ciclo de la planta (Hartmann y Kester, 1988).

La etapa de elongación de las células y emergencia de la radícula es el primer signo visible de la germinación, la cual resulta más bien de elongación de las células que de la división celular. El inicio de este fenómeno marca el fin de la etapa I (Van y Scheldeman, 1999).

Otros autores dividen el proceso de germinación de semillas en tres etapas, durante las cuales el metabolismo celular se incrementa y el embrión reanuda su crecimiento activo, forzando el rompimiento de la cubierta seminal permitiendo la emergencia de la plántula (Bewley, 1997). En la etapa inicial se produce el proceso de imbibición, donde se facilita la entrada del agua a la semilla, se activan las enzimas presentes y el sistema de síntesis de proteínas, lo que permite la formación de sustancias necesarias para el desarrollo de la semilla (Chen *et al.*, 2011).

Durante la segunda etapa, la absorción de agua y la respiración son procesos constantes (Bewley y Black, 1994), simultáneamente se hidrolizan el almidón, los lípidos y las proteínas del endospermo en azúcares, ácidos grasos y aminoácidos, que son compuestos simples solubles y movilizables. Con posterioridad, estas sustancias se movilizan hacia los puntos de crecimiento del eje embrionario, donde son usadas en los procesos de crecimiento (Sierra, 2005). En la etapa final de la germinación, se produce el crecimiento del embrión por expansión celular y división mitótica, hasta la aparición de la radícula y la plúmula (Finch-Savage y Leubner, 2006).

Durante el proceso de germinación, las reservas de nutrimentos, principalmente almidón y cuerpos proteicos, son convertidos en compuestos básicos como azúcares simples y aminoácidos que son transportados y oxidados para suplir el crecimiento y el alargamiento del embrión (Taiz y Zeiger, 2006). Las globulinas y las prolaminas son proteínas presentes en las semillas, cuyas cantidades aumentan durante la maduración de las simientes, especialmente al final de este proceso, cuando absorben cantidades considerables de nitrógeno (Miransaria y Smith, 2014).

Las fitohormonas más importantes para el proceso de germinación de las semillas son el ácido abscísico y las giberelinas, las cuales tienen efectos inhibitorio y estimulador

sobre la geminación. Los brasinoesteroides y el etileno también potencian dicho proceso. Aunque el ácido indolacético (AIA) puede no ser necesario para la germinación de las semillas, son indispensables para el crecimiento de las plántulas jóvenes (Hentrich *et al.*, 2013).

Autores como Peña *et al.* (2013) y Morales *et al.* (2017) señalan que factores externos como la temperatura, agua, oxígeno y luz, influyen directamente en la germinación de las semillas. La emergencia de una plántula depende entonces de las características fisiológicas y bioquímicas de la semilla, de su reacción a las condiciones externas a ella, y de la eficiencia al usar sus reservas durante la germinación.

2.2.2 Factores que inhiben la germinación de las semillas

Ellis *et al.* (1985) declaran que existen básicamente cuatro causas por las cuales las semillas no germinan:

- Las semillas presentan dormancia.
- Las semillas se catalogan como semillas duras.
- Las semillas están vanas.
- Las semillas presentan un proceso lento de germinación.

Muchas semillas presentan algún tipo de latencia, causada por diversas condiciones como: presencia de una testa dura que el embrión no puede romper, testa impermeable que impide la entrada del agua y del aire al embrión, embrión rudimentario o no totalmente formado, embrión fisiológicamente inmaduro, o presencia de inhibidores en la testa o en el endospermo que impiden el desarrollo inicial del embrión (Hartman y Kestler, 1988; Varela y Arana, 2010).

La dormancia de la semilla es la condición en una semilla viable que le impide su germinación, aun cuando se le han proporcionado las óptimas condiciones de temperatura, humedad y aireación adecuadas para que esta germine (Van y Scheldeman, 1999).

Varios autores según Ávila (2005) indican tres tipos de dormancia a saber:

1) Dormancia innata. También conocida como dormancia primaria, dormancia natural o dormancia endógena. Consiste en el cese de la germinación del embrión recién

formado cuando aún está adherido a la planta madre, evitando que la semilla germine viviparamente y también durante un período corto de tiempo cuando la semilla es cosechada o dispersada naturalmente (Van y Scheldeman, 1999).

Esta dormancia se divide en dos tipos:

a) Dormancia por la cubierta de la semilla: Cuando una semilla se imbiben de agua y falla su germinación y con posterioridad al remover la cubierta de la semilla o extraer el embrión esta germina, entonces la germinación la impide la cubierta de la semilla. Es importante señalar que existen también las llamadas semillas duras que tampoco pueden germinar, pero estas se diferencian de las primeras ya que las semillas duras son incapaces de imbibirse (Van y Scheldeman, 1999).

b) Dormancia del embrión: Ocurre cuando a una semilla viable se le remueve su cubierta y no germina, algunos autores le llaman dormancia fisiológica.

2) Dormancia forzada. También conocida como dormancia ambiental es la condición que se presenta en una semilla viable la cual no germina debido a limitaciones ambientales. Un ejemplo, son aquellas semillas que no germinan cuando están enterradas, pero al remover el suelo y ser expuestas a la superficie, germinan siendo el factor limitante la luz (Van y Scheldeman, 1999).

3) Dormancia inducida. Después que una semilla ha perdido la dormancia innata es posible inducir un tipo de dormancia, también conocida como dormancia secundaria, que es el resultado de que algunas semillas, aunque se les proporciona agua, si son expuestas a un factor ambiental particular desfavorable para la germinación, como por ejemplo las altas temperaturas o poco oxígeno no germinan (Van y Scheldeman, 1999).

2.2.3 Tratamientos para estimular la germinación de las semillas

Bilbao (2010) cita entre las técnicas y tratamientos más empleados para vencer la dormancia de las semillas los siguientes:

- Escarificación mecánica. En algunas semillas, las cubiertas seminales se pueden eliminar total o parcialmente sin dañar el embrión. En otros casos basta con provocar pequeños daños en las cubiertas mediante incisión, punción, lijado, etc

- Tratamientos ácidos. Se suelen sumergir las semillas en ácido sulfúrico concentrado durante pocos minutos. Tras el tratamiento y antes de la siembra, hay que lavar las semillas con agua varias veces.
- Tratamientos con calor. Se puede utilizar calor seco estufa y agua caliente. Se suelen emplear temperaturas entre 50 y 100 °C y diferentes tiempos según la mayor o menor dureza de las cubiertas seminales
- Lixiviación. El lavado de las semillas con agua o con otros disolventes (etanol, acetona, cloroformo, etc) se utiliza cuando la semilla contiene sustancias inhibitorias de la germinación en sus cubiertas.
- Aplicaciones exógenas de giberelinas. Se sumergen las semillas en una solución de ácido giberélico antes de la siembra. Se ha comprobado que en numerosas semillas el ácido giberélico, contrarresta el efecto inhibitor del ácido indolbutírico.
- Estratificación fría. Las semillas de algunas especies son capaces de vencer su dormancia cuando se les estratifica, durante periodos variables, en un ambiente con un elevado contenido de humedad y a baja temperatura (alrededor de 5 °C)

La estratificación, permite superar la latencia relacionada con la presencia de un embrión inmaduro que es incapaz de germinar con normalidad (Baskin y Baskin, 2001), debido a que promueve el incremento transitorio de la concentración de giberelinas y citoquininas en las semillas (Solís, 2006).

El aumento de las giberelinas endógenas, como resultado de la estratificación, estimula la germinación de semillas y además se ha reportado que favorece la reducción de ácido abscísico (ABA) (Bewley y Black, 1994).

Aranguren *et al.* (2018) al evaluar tratamientos físicos y químicos para promover la germinación en semillas de guanábana (*Annona muricata* L.) concluyeron que el remojo en agua a temperatura ambiente de 26 °C por un minuto, favoreció la germinación, mientras que el remojo en agua a temperaturas superiores a 50 °C, inhibió la germinación. En semillas almacenadas en frío por 30 días, la inmersión en ácido giberélico (AG3) a 500 y 1000 mg.L⁻¹ y KNO₃ a 500 mg.L⁻¹ brindaron resultados similares de germinación que en las semillas frescas con porcentajes entre un 82-88%, superiores al logrado en las semillas no tratadas.

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Caracterización de la UCTB de Jagüey Grande

La UCTB de Jagüey Grande en la provincia de Matanzas, perteneciente al Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical en Jagüey Grande, se encuentra situada geográficamente entre los 22° 30' y 22° 50' de latitud norte y los 81° 35' y 81° 51' de latitud oeste, a una altitud entre los 3 y 25 m.s.n.m. El clima de esta zona se caracteriza, por una temperatura media anual de 24 °C, con temperaturas inferiores de 14,4 °C y superiores de 33,4 °C. La precipitación media anual es de 1 494,2 mm y una humedad relativa media anual superior al 80% (Aranguren, 2009).

Este centro cuenta con un área experimental localizada en el kilómetro cinco de la carretera Jagüey-Torriente. Provista de alrededor de 12 ha, distribuidas en varias colecciones y experimentos de cítricos y frutales y un vivero para la producción de plantas de diferentes frutales como guayaba, mango, aguacate, anonáceas y frutabomba generalmente.

3.2 Evaluación de la de la capacidad germinativa de las semillas de maracuyá amarillo con el empleo de tratamientos físicos

Se realizó la evaluación de la capacidad germinativa de las semillas de maracuyá amarillo, para ello se realizaron tratamientos físicos pre-germinativos para favorecer la germinación de semillas de maracuyá amarillo. El experimento se realizó en condiciones de vivero semiprotegido con maya antiáfidos. Se utilizaron bandejas de 104 alvéolos con zeolita como sustrato, y sembraron dos semillas por alvéolo y se formaron cuatro réplicas de ocho semillas cada una (32 por tratamiento).

Se probaron 12 tratamientos (Tabla 1) en los cuales se combinaron la fermentación de las semillas durante diferentes tiempos para remover el arilo y el lavado de las mismas.

Tabla 1. Tratamientos pre-germinativos utilizados para estimular la germinación en semillas de maracuyá amarillo en Jagüey Grande.

TRATAMIENTO	PROCEDIMIENTO
1	Semilla fresca con pulpa sin lavar
2	Semilla fresca y lavada por 2 minutos
3	Semilla con su pulpa al aire por 24 h
4	Semilla con su pulpa remojada en agua 24 h
5	Semilla con pulpa fermentada por 24 h y lavada
6	Semilla con pulpa fermentada por 48 h y lavada
7	Semilla con pulpa fermentada por 72 h y lavada
8	Semilla con pulpa fermentada por 96 h y lavada
9	Semilla con pulpa fermentada por 24 h y secada al aire 72 h
10	Semilla con pulpa fermentada por 48 h y secada al aire 72 h
11	Semilla con pulpa fermentada por 72 h y secada al aire 72 h
12	Semilla con pulpa fermentada por 96 h y secada al aire 72 h

Se realizaron evaluaciones semanales de la germinación en cada tratamiento teniendo en cuenta las variables:

- Inicio de la germinación (Días necesarios para que germine la primera semilla).
- Final de la germinación (Días necesarios para que germine la última semilla).
- Duración de la germinación (Días que median entre el inicio y el final de la germinación).
- Masividad de la germinación (Días necesarios para alcanzar el 50% de la germinación).
- Porcentaje final de germinación.

3.3 Evaluación de inductores de la germinación en semillas de maracuyá amarillo.

Se comparó la eficiencia en la germinación de las semillas maracuyá sometidas a diferentes tratamientos con sales y reguladores del desarrollo. El experimento se

realizó en condiciones de vivero semiprotegido con maya antiáfidos. Se utilizaron bandejas de 104 alvéolos con una mezcla de suelo y materia orgánica (50:50) como sustrato, se sembraron dos semillas por alvéolo y se formaron cuatro réplicas de ocho semillas cada una (32 por tratamiento).

Los tratamientos fueron:

1. Ácido giberélico (500 mg/ L).
2. Thiourea (200 mg/L).
3. Thiosulfato de sodio (200 mg/L).
4. Nitrato de potasio (200 mg/L).
5. Semillas sin tratamiento (Testigo).

Se realizaron evaluaciones semanales de la germinación en cada tratamiento teniendo en cuenta las variables:

- Inicio de la germinación (Días necesarios para que germine la primera semilla).
- Final de la germinación (Días necesarios para que germine la última semilla).
- Duración de la germinación (Días que median entre el inicio y el final de la germinación).
- Masividad de la germinación (Días necesarios para alcanzar el 50% de la germinación).
- Porcentaje final de germinación.

Los datos en porcentaje de ambos experimentos se transformaron a la función \sqrt{P} y se realizó un análisis de Varianza simple donde las diferencias entre las medias se establecieron con el Test de Tuckey a un nivel de significación del 0.05%.

4. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1 Evaluación de la germinación del maracuyá en el vivero del área experimental de la UCTB de Jagüey Grande

Los resultados de la evaluación de tratamientos físicos pre-germinativos para favorecer la germinación de semillas de maracuyá amarillo a los 30 y 40 días de la plantación se muestran en la figura 4, se aprecia que los tratamientos 2 (semillas frescas lavadas por dos minutos y plantadas), 5 (semillas con pulpa fermentada por 24 h y lavadas), 8 (semilla con pulpa fermentada por 96 h y lavada) y 11 (semillas con pulpa fermentada por 72 h y puestas al aire 72 h) mostraron los mayores porcentajes de germinación entre el 45 y 50% de semillas germinadas.

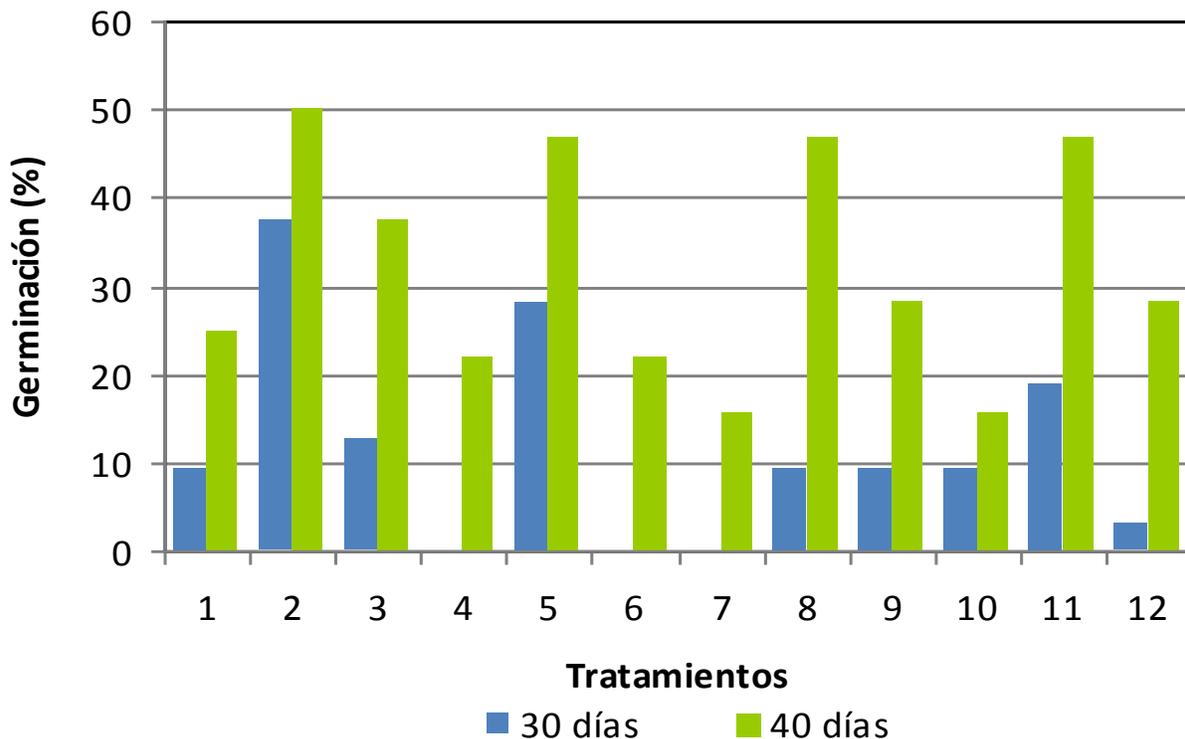


Figura 4: Germinación de semillas de maracuyá amarillo a los 30 y 40 días de la siembra después de sometidas a diferentes tratamientos pre-germinativos.

El tratamiento 2 (semillas frescas lavadas por dos minutos y plantadas en zeolita), mostraron el inicio más rápido de la germinación resultados similares encontraron

Olouch y Welbaum (1966), en semillas de melón. Los tratamientos 5 y 11 (semillas con pulpa fermentada por 24 h y lavadas) y (semillas con pulpa fermentada por 72 h y puestas al aire 72 h) respectivamente, manifestaron un resultado similar al dos en esta variable.

Según Hartmann y Kester (1988) la germinación de semillas de maracuyá ocurre a las dos o tres semanas de sembradas, en este sentido otros autores como Huete (1997) encontró una respuesta a la germinación en semillas de maracuyá a los 18 días de la siembra. Estos resultados difieren de los obtenidos en maracuyá amarillo en Jagüey Grande atendiendo a que en los tratamientos más promisorios solo se obtuvo a los 40 días un porcentaje de germinación entre un 45 y 50%.

En este sentido Chandler (1962) plantea que la mayor parte de las semillas tarda en germinar de uno a tres meses. De forma general se observó una alta variabilidad y lenta germinación de las semillas (Figura 5).

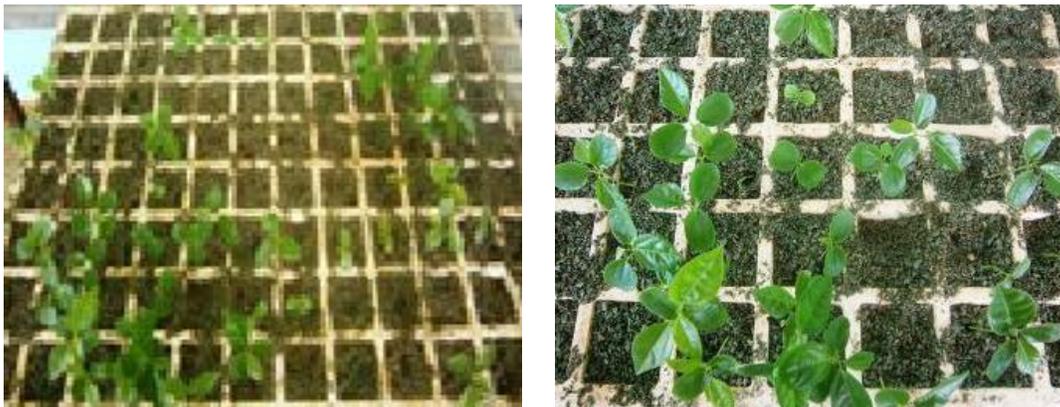


Figura 5: Alta variabilidad y lenta germinación de las semillas de maracuyá amarillo.

Los tratamientos 7 (semilla con pulpa fermentada por 72 h y lavada) y 10 (semilla con pulpa fermentada por 48 h y secada al aire por 72 h) mostraron los menores porcentajes de germinación a los 40 días de plantadas las semillas con valores por debajo del 20% de semillas germinadas.

Desde el punto de vista práctico la utilización de tratamientos físicos pre-germinativos no mostró resultados que avalaran su empleo en viveros comerciales, atendiendo a que

no se logró uniformidad en el crecimiento de las plantas, lo que repercute negativamente en la eficiencia del vivero (Agronet, 2019; Rentería, 2021).

4.2 Evaluación de inductores de la germinación en semillas de maracuyá amarillo.

En la figura 6 se muestran los resultados de la germinación de las semillas de maracuyá según el tratamiento de inducción utilizados. A los 36 días del tratamiento de las semillas con la inmersión en ácido giberélico y KNO_3 se logró un 90,6% y 84,4% como porcentajes medios de germinación respectivamente, con diferencias significativas en cuanto a masividad y porcentaje de germinación, con los tratamientos de inmersión en Thiourea (59,4%), Thiosulfato (43,8%) y el testigo en que solo fue del 28,1%.

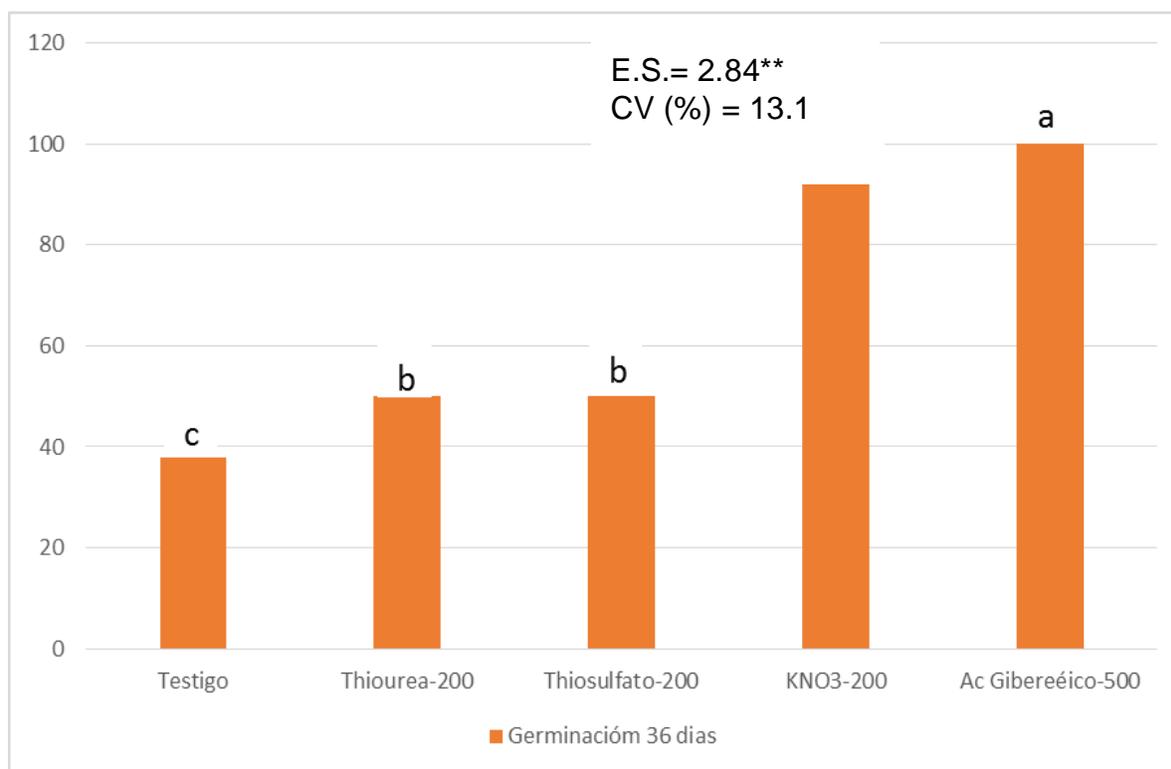


Figura 6. Germinación de semillas de maracuyá amarillo después de sometidas a tratamientos químicos pre-germinativos.

El proceso de germinación en el cultivo de maracuyá es lento y puede demorar hasta 90 días (Echeverría, 1997). Productos como la giberelina, thiurea, nitrato de potasio, etileno y kinetina se emplean para estimular la germinación de las semillas (sacar del letargo a semillas fotosensibles en sustitución de las necesidades de luz), así como los tratamientos con algunas de estas sustancias pueden acortar considerablemente el periodo de letargo (Vásquez y Arango, 1986).

Se ha planteado que existe gran variabilidad en la expresión del proceso de germinación y se considera que entre otros casos, éstos se deben a las diferentes metodologías llevadas a cabo por los distintos investigadores. Sin embargo, este proceso se manifiesta de forma variable, y se presenta muy influenciado por diferentes factores externos (Montes, 2021).

El inicio de la germinación ocurrió a los 16 días de la siembra. Las semillas tratadas con ácido giberélico mostraron el mayor porcentaje de semillas germinadas en este período. La masividad fue variable, pues el 50% de la germinación se alcanzó a los 34 días y una duración de 29 días y finalizó a los 45 días de la siembra. A los 15 días de la germinación los mayores porcentajes de semillas germinadas se encontraron en los tratamientos donde se empleó el ácido giberélico con diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

A los 26 días de la germinación los mayores porcentajes de semillas germinadas se encontraron en los tratamientos donde se empleó el ácido giberélico seguido de este tratamiento con resultados favorables sobre la germinación de las semillas, se encontró el nitrato de potasio con efecto similar con diferencias con el resto de los tratamientos.

El 100% de la germinación de las semillas ocurrió a los 36 días en los tratamientos donde se empleó el ácido giberélico, seguido del nitrato de potasio, mostrando en ambos casos diferencias con el resto de los tratamientos.

En este sentido, se plantea que cuando se utilizan semillas recién colectadas el porcentaje de germinación es bueno, pero éste disminuye rápidamente a medida que se alarga el momento de la siembra (Mederos, 1991), mientras que Rodríguez y De Almeida (1995), al utilizar tratamientos químicos en semillas de papayo demostraron que los mejores fueron el thiosulfato de sodio a 20, 70 y 100 mg\L y la thiurea a 20 mg\L

mientras que el más bajo fue el agua. El tiosulfato fue el que mayor influencia ejerció sobre el crecimiento y desarrollo de la postura. Al aplicar éstas sustancias con anterioridad Aranguren *et al.* (2018) en tratamientos similares en el mismo cultivo obtuvieron un efecto positivo.

En relación al beneficio de la semilla, Echeverría (1997) encontró resultados similares con semillas de maracuyá sometidas al proceso de fermentación y lavado en comparación con semillas sin procesar. El mismo obtuvo los mayores porcentajes de germinación con este método, lo cual concuerda con los resultados de este estudio. En el cultivo del papayo Torner y Aranguren (2006), en estudios de germinación realizados con sustancias como tiosulfato de sodio, thiurea, nitrato de potasio y 2,4 D, a concentraciones de 20, 70, y 100 mg/L, alcanzaron resultados similares.

Asimismo, el nitrato de potasio, otra de las sustancias empleadas en la germinación, es reconocida universalmente como un agente que influye positivamente en la ruptura de la dormancia de las semillas y está incluido en el grupo de productos químicos que limita o inhibe el metabolismo respiratorio de algunas especies.

El empleo del ácido giberélico (Ag_3) y nitrato de potasio (KNO_3) estimularon la capacidad germinativa de las semillas de maracuyá, reduciendo el tiempo de permanencia en vivero.

5. CONCLUSIONES.

- El tratamiento pre-germinativo en el que se utilizó las semillas frescas lavadas por dos minutos y plantadas en zeolita, mostró el inicio más rápido de la germinación.
- La inmersión en ácido giberélico y nitrato de potasio logró un 90,6% y 84,4% como porcentajes medios de germinación de las semillas respectivamente a los 36 días.
- El inicio de la germinación ocurrió a los 16 días de la siembra y las semillas tratadas con ácido giberélico mostraron el mayor porcentaje de germinación en este período.
- La masividad fue variable, pues el 50% de la germinación se alcanzó a los 34 días.
- El 100% de la germinación de las semillas ocurrió a los 36 días en los tratamientos donde se empleó el ácido giberélico, seguido del nitrato de potasio.
- El empleo del ácido giberélico (Ag_3) y nitrato de potasio (KNO_3) estimularon la capacidad germinativa de las semillas de maracuyá, reduciendo el tiempo de permanencia en vivero.

6. RECOMENDACIONES.

- Utilizar el ácido giberélico (G_3) y nitrato de potasio (KNO_3) para estimular la capacidad germinativa de las semillas de maracuyá

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Agronet. 2019. Área, Producción, Rendimiento y Participación Municipal en el Departamento del Meta del cultivo de maracuyá [en línea]. Disponible en: <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=4> [Consulta: noviembre, 15 2023].

Aranguren, M. 2009. Pronósticos de madurez y otras especificaciones de calidad para el ordenamiento de la cosecha en los cítricos de Jagüey Grande. Tesis en opción al Título de Doctor en Ciencia Agropecuarias. La Habana: Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.

Aranguren, M.; Liriano, R.; Socorro, C.; Sardiñas, A.; Martínez, I. y Torres, LI. 2018. Evaluación de tratamientos para promover la germinación en semillas de guanábana (*Annona muricata* L.). CitriFrut. 35(1): 11-19.

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.

Araújo, S. E. 2004. Produção, qualidade e rentabilidade do maracujazeiro-amarelo em diferentes densidades de plantio. Lavras. Tese Doutorado em Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras.

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.

Ávila, F. J. 2005. Efecto del ácido giberelico y agua a 4 °C en la germinación de las semillas de guanábana (*Annona muricata* L.). Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos Alzatate.

Baskin, C. C. y Baskin, J. M. 2001. Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press. San Diego, California. 666 p.

Bewley, J. D. 1997. Seed germination and dormancy. *Plant Cell*. 9: 1055-1066.

Bewley, J. D. y Black, M. 1994. Seeds. Physiology of development and germination. 2nd Edition. Plenum Press, New York. 445 p.

Bilbao, E. 2010. Estudio de tratamientos pregerminativos en semillas de *Fagus sylvatica* L. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Técnico Agrícola en Hortofruticultura y Jardinería. Universidad Pública de Navarra.

Caleño, B. L. y Morales, G. 2019. Propagación asexual de especies endémicas y amenazadas del género *Passiflora* en los Andes Colombianos. *Colombia Forestal*. 22(2): 67-82.

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.

Cavichioli, J. C.; Ruggiero, C.; Volpe, C. A.; Paulo, E. M.; Fagundes, J. L.; Kasai, F. S. 2006. Florescimento e frutificação do maracujazeiro-amarelo submetido à iluminação artificial, irrigação e sombreamento. Brasileira de Fruticultura. 28(1): 92-96.

Chandler, W.H. 1962. Frutales de hojas perenne: El papayo de la pasión. Trad. Por Jase Luis De La Loma. México, D.F. Unión Grafica, S.A. 666 p.

Chen, F.; Martin, R.; Song, S. y Nonogaki, H. 2011. Seed development and germination. Plant Tissue Cult. Dev. Biotecnol. 9: 127-140.

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.

Duarte, O. 2012. Fruticultura [en línea]. Disponible en: http://www.ecured.cu/index.php/Maracuy%C3%A1_Amarillo. [Consulta: noviembre, 24 2023].

Echevarría, M. A. 1997. Determinación del inicio de la capacidad germinativa y tratamientos más adecuados para la germinación de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg.). Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.

Ellis, R. H.; Hong, T. D. y Roberts, E. H. 1985. Handbook of seed technology for genebanks. Handbooks for Genebanks Número 2. 210 p.

Finch-Savage, W. E. y Leubner, G. 2006. Seed dormancy and control of germination. *New Phytologist*. 171(3): 501-523.

Hartmann, H. T. y Kester, D. E. 1988. Propagación de plantas; principio y prácticas. Editorial CECSA . México. 760 p.

Hentrich, M.; Boettcher, C.; Duchting, P.; Cheng, Y.; Zhao, Y.; Berkowitz, O.; Masle, J.; Medina, J. y Pollmann, S. 2013. The jasmonic acid signaling pathway is linked to auxin homeostasis through the modulation of *YUCCA8* and *YUCCA9* gene expression. *Plant J*. 74(4): 626–637.

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.

ISTA. 2016. Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas. Introducción a las Reglas ISTA. Capítulos 1-7, 9. The International Seed Testing Association (ISTA). Zürichstr. 50, CH-8303 Bassersdorf, Suiza. 192 p.

Li, H.; Zhou, P.; Yang, Q.; Shen, Y.; Deng, J.; Li, L. y Zhao, D. 2011. Comparative studies on anxiolytic activities and flavonoid compositions of *Passiflora edulis* «edulis» and *Passiflora edulis* «flavicarpa». *Journal of Ethnopharmacology*. 133(3): 1085-1090.

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.

Mederos, E. 1991. Fruticultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. p. 94 - 121.

Miransari, M. y Smith, D. L. 2014. Plant hormones and seed germination. *Environmental and Experimental Botany*. 99: 110 -121.

Montes, C. 2021. Como cultivar maracuyá a partir de semillas y esquejes [en línea]. Disponible en: <https://www.ecojardinmagico.com/2021/como-cultivar-maracuya-a-partir-de-semillas-y-esquejes/> [Consulta: octubre 19, 2023].

Mora, P.; Quevedo, J. N.; Zhiminaicela, J.; Herrera, S. y Morocho, A. 2021. Influencia de la madurez de las mazorcas de Cacao: Calidad nutricional y sensorial del cultivar CCN-51. *Bases de la Ciencia*. 6(2): 27-40.

Morales, M. E.; Peña, C. B.; García, A.; Aguilar, G. y Kohashi, J. 2017. Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. *Agrociencia*. 51(1): 43-62.

Nonogaki, H.; Bassel, G. y Bewley, J. D. 2010. Germination - still a mystery. *Plant Science*. 179(6): 574-581.

Ocampo, J. A, Coppens D´Eeckenbrugge, G. y Jarvis, A. 2010. Distribution of the genus *Passiflora* L. diversity in Colombia and its potential as an indicator for biodiversity management in the coffee growing zone. *Diversity*. 2(11): 1158-1180.

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

Ocampo, J. A., Marín, V., y Urrea, R. 2021b. Agro-morphological characterization of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) reveals elite genotypes for a breeding program in Colombia. *Agronomía Colombiana*. 39(2): 263-283.

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.

Olouch, M. O y Welbaum, G. E. 1996. Effect of postharvest washing and poststorage priming on viability and vigor of six-year-old muskmelon (*Cucumis melo* L.) seeds from eight stages of development. *Seed Science and Technology*. 24: 195 – 209.

Peña, C. B.; Trejo, C.; Celis-Velazquez, R. y López, A. 2013. Reacción del frijol silvestre (*Phaseolus vulgaris* L.) a la profundidad de siembra. *Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 4(1): 89-102.

Rajjou, L.; Duval, M.; Gallardo, K.; Catusse, J.; Bally, J.; Job, C. y Job, D. 2012. Seed Germination and Vigor. *Annual Review of Plant Biology*. 63: 507-533.

Rentería, L. A. 2021. Aspectos técnicos de calidad en el maracuyá Amarillo (*Passiflora edulis*) en la Subregión del Urabá Antioqueño. *Ideales*. 12: 97-102

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.

Rodríguez, V. y De Almeida, F. 1995. Rompiendo la dormancia en semillas de curuba (*Passiflora mollissima* H.B.K.Bailey). Efecto de la calidad de la luz, tiempo y temperatura de almacenamiento. Comalfi (Sociedad colombiana de control de maleza y fisiología vegetal). 22(3): 16-18.

Rufino, M. do S.; Alves, R. E.; de Brito, E. S.; Pérez, J.; Saura, F. y Mancini, J. 2010. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. Food Chemistry. 121(4): 996-1002.

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

Sierra, J. 2005. Fundamentos para el establecimiento de posturas y cultivos forrajeros. Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Antioquia.

Solis, F. 2006. Algunos factores que influyen sobre la germinación de semillas de borraja (*Borago officinalis* L.). Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Concepción.

Taiz, L. y Zeiger, E. 2006. Plant Physiology, 4th edition. Sinauer, Sunderland, M. A. 660 p.

Tornet, Y. y Aranguren M. 2006. Influencia de diferentes tratamientos en la germinación de semillas de dos variedades de papaya (*Carica papaya* L.). XV Congreso Internacional del INCA, 7 - 10 de nov. CDROM.

Unidad de Inteligencia Comercial. 2021. Tendencias del Mercado del Maracuyá y Oportunidades en el Mercado Internacional [en línea]. Disponible en: <https://repositorio.sierraexportadora.gob.pe/> [Consulta: noviembre, 16 2023].

Van, P. y Scheldeman, X. 1999. El fomento del cultivo de la Chirimoya en América Latina. *Unasylva*. 50(198): 43-47.

Varela, S. A. y Arana, V. 2010. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Serie técnica: "Sistemas Forestales Integrados". Área Forestal - INTA EEA Bariloche. Sección: "Silvicultura en vivero". Cuadernillo No. 3. 10 p.

Vásquez, F. 2004. El proceso de germinación y las causas del fallo en la germinación en las semillas de plantas superiores. Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos Alzatate.

Vásquez, J. y Arango, C. 1986. El cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa* Degener). En: Frutas tropicales. Bogotá: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. p. 3 – 31.

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.