

ZAMORANO

Escuela Agrícola Panamericana
Departamento de Horticultura

Determinación del inicio de la capacidad germinativa y tratamientos más adecuados para la germinación de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg.).

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero
Agrónomo en el grado académico de Licenciatura

por

Marcelo Andrés Echeverría Troya

ZAMORANO-HONDURAS
Diciembre-1997.

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana
permiso para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los de autor.

Marcelo Andrés Echeverría Troya

Zamorano, Honduras, Diciembre de 1997.

**Determinación del inicio de capacidad germinativa y tratamientos
mas adecuados la para la germinación de maracuyá amarillo
(*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg.)**

Por

Marcelo Andrés Echeverría Troya

Aprobada:

**Odilo Duarte, Dr. sc. agr.
Asesor Principal**

**Odilo Duarte, Dr. sc. agr.
Coordinador PIA Horticultura**

**Marcos Rojas, M. Sc.
Asesor**

**Alfredo Montes, PhD.
Jefe del Departamento
de Horticultura**

**Ing. Agr. Mauricio Huete
Asesor**

**Antonio Flores, PhD.
Decano Académico**

**Keith L. Andrews, PhD.
Director**

DEDICATORIA

A N.S.J y la Madre Dolorosa por haber iluminado mi camino a la culminación de ésta meta propuesta.

Al mi padre y amigo, el Ing. Marcelo Echeverría S., quien con mucho sacrificio me dio todo el apoyo para terminar mis estudios en Zamorano y la confianza para seguir adelante en al vida.

A mi madre, Marcela Troya de Echeverría, por su apoyo incondicional durante estos cuatro años de estudio y por todo el amor que me ha brindado siempre.

A mis hermanas, Andrea y María Paula por ser siempre tan especiales y cariñosas.

A mis abuelitas, tíos y primos.

A las personas que han estado a mi lado demostrando ser más que solo un amigo: H.Castillo, A. López, I. Borja, P. Padilla, R. Dávila, C. Cadena, E. Saltos, M. Mosquera.

A J. Pérez, H. Salazar, G. Larrea, J. Prado, F. Palacios, E. España, I. Jaramillo, A. Jaramillo, C. Palala, B. España, C. Chicaiza, A. Avilés, V. Quesada, K. Gamboa, G. Poquiviqui, E. Toro, C. M. y todos mis amigos.

A ECUADOR.

AGRADECIMIENTO

A mi familia por su apoyo incondicional, su amor y confianza.

Al Dr. Odilo Duarte, por su apoyo, sus consejos y los ánimos para poder realizar

A Marco Rojas M. Sc., por su ayuda en este trabajo.

Al Ing. Mauricio Huete por su ayuda y consejos.

Al Departamento de Horticultura y su personal.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mis padres por haberme apoyado económicamente durante estos cuatro años realizando cualquier sacrificio para sacar adelante mis estudios.

RESUMEN

El estudio se realizó entre el 4 de agosto y el 14 de octubre de 1997. Se describieron las etapas fenológicas del fruto de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg.) desde su cuajado hasta la maduración del fruto, se evaluó la viabilidad de la semilla de maracuyá a diferentes edades del fruto desde los 30 y hasta los 65 días después de anthesis, mediante pruebas de laboratorio y se determinó el mejor tratamiento comercial a semillas maduras de maracuyá para una óptima eficiencia de germinación. Para las etapas fenológicas del fruto se realizaron mediciones diarias de éste, teniendo como resultado que la curva de crecimiento del maracuyá fue de tipo sigmoideal. La germinación de semillas de frutos inmaduros evaluados en laboratorio tuvo un mal resultado posiblemente debido al tipo de papel utilizado para las pruebas. De los tratamientos comerciales evaluados el que presentó un mayor porcentaje de germinación fue el fermentado 6 días en su pulpa y lavado, seguido del fermentado 1 día en su pulpa, lavado y oreado por tres días, éste último estuvo también en el tercer lugar para alcanzar en menos tiempo el 90% de germinación sin tener diferencia significativa con los otros tratamientos que estuvieron encima de él, por lo que se lo designó como el mejor tratamiento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Página
Portadilla	i
Derechos de Autor	ii
Hoja de firmas del comité	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Agradecimientos a Donantes	vi
Resumen	vii
Índice de Contenido	viii
Índice de Cuadros	ix
Índice de Figuras	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 Botánica y desarrollo del cultivo	2
2.2 Utilización	3
2.3 Propagación	4
2.3.1 Propagación Sexual	4
2.3.2 Selección del material	5
2.3.3 Germinación	5
2.3.3.1 Fisiología de la germinación	6
2.3.3.2 Factores que afectan la germinación de las semillas	6
2.3.3.2.1 Factores que afectan la viabilidad de la semilla.	7
2.3.3.3 Controles internos de la germinación	8
2.3.3.4 Tratamientos utilizados para facilitar la germinación de semillas	10
2.3.3.5 Acondicionamiento Osmótico	11
2.4 Tratamientos utilizados para facilitar la germinación de semillas de maracuyá.	11
2.4.1 Objetivo de la fermentación.	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
a. Crecimiento del fruto e inicio de la capacidad germinativa	13

b. Tratamientos pre-germinativos	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1 Fenología	16
4.1.1 Crecimiento	16
4.1.2 Cambios internos	18
4.1.3 Germinación de semillas de frutos inmaduros	18
4.2 Tratamientos de germinación comercial	19
4.3 Días a germinación	23
4.3.1 Días a 50% y 90% de germinación	23
V. CONCLUSIONES	25
VI: RECOMENDACIONES	26
VII. BIBLIOGRAFÍA	27

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Estados fenológicos del maracuyá amarillo. El Zamorano, agosto a octubre de 1997.	17
Cuadro 2. Germinación de semillas de frutos de maracuyá de diferentes edades en laboratorio. El Zamorano, 1997.	18
Cuadro 3. Germinación comercial de semillas de maracuyá sometidas a diversos tratamientos antes de la siembra. El Zamorano, 1997.	20
Cuadro 4. Días a 50% y 90%de germinación de semillas de maracuyá sometidas a diversos tratamientos antes de la siembra. El Zamorano, 1997.	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Curva de crecimiento de frutos de maracuyá amarillo en diámetro y altura. El Zamorano, agosto a octubre, 1997.	El 16

I. INTRODUCCIÓN

El maracuyá es un cultivo frutal que ha tomado gran importancia en el comercio mundial en la última década (FHIA, 1996). Para este producto existen dos mercados: el de fruta fresca y el de fruta procesada, este último basado mayormente en el maracuyá amarillo, que es utilizado para elaboración de jugo, concentrado o pulpa, productos que son muy apetecidos en Estados Unidos, Canadá y Europa. La comercialización de esta fruta se ha facilitado enormemente debido a la capacidad de conservación del jugo o extracto natural de la fruta sin alterar sus propiedades organolépticas, lo que permite el envío del producto con 35° Brix a grandes distancias, usualmente en forma congelada a menos 18°C.

Se cree que el maracuyá amarillo es una mutación de yema del maracuyá morado, ocurrida en Australia, mientras algunos consideran la posibilidad que sea un híbrido natural de *Passiflora edulis* y otra especie desconocida.

En muchas especies la semilla termina su desarrollo antes de la maduración del fruto y este es un dato interesante desde el punto de vista del conocimiento del comportamiento de una especie. Al igual que conocer los diversos pasos que tiene el desarrollo del fruto, los cambios que ocurren y los tiempos de cada fase.

El maracuyá se puede propagar por semilla, estaca, acodo e injerto. El método más utilizado comercialmente es por semilla. En cuanto al manipuleo de la semilla de maracuyá para germinar, las opiniones difieren según los autores, algunos recomiendan fermentar la pulpa que contiene a la semilla de frutos maduros por unos días, secarla en un material absorbente, retirar la pulpa seca y sembrar; mientras que otros aconsejan sacar la semilla del fruto maduro recién cosechado y sin lavar, retirar la pulpa y sembrarla directamente. Estas discrepancias en relación al proceso que se debe seguir para mejorar la germinación del maracuyá son la base de este trabajo en que se probarán diferentes formas de manipuleo, que incluyen lavado, fermentación y oreo de la semilla.

Por todo lo mencionado, en el presente trabajo se planteó los siguientes objetivos:

- Describir las etapas fenológicas del fruto desde su cuajado a la maduración.
- Evaluar la viabilidad de la semilla de maracuyá a diferentes edades del fruto, mediante pruebas de germinación en laboratorio.
- Determinar el mejor tratamiento a semillas maduras de maracuyá para una óptima eficiencia de germinación, en condiciones comerciales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) pertenece a la familia Passifloraceae. Este género es el más importante de la familia, pues tiene más de 400 especies que son en su mayoría indígenas de la América Tropical y las Islas del Pacífico Sur (Beal y Farlow, 1984). Sin embargo, 50 a 60 de estas especies son comestibles. Muchas de estas son desconocidas fuera de las limitadas áreas donde crecen en forma silvestre o algunas veces cultivadas.

La mayoría de los autores coinciden en que el maracuyá es originario de la amazonía brasileña. Es conocido con varios nombres en diferentes lugares del mundo: parchita en Venezuela y Puerto Rico, granadilla en Guatemala, guate passiflora o maracuyá en Panamá y yellow passion fruit o golden passion fruit en países de habla inglesa.

2.1 BOTÁNICA Y DESARROLLO DEL FRUTO.

Es una planta herbácea, trepadora, vigorosa, semileñosa y perenne, de tallos cilíndricos que alcanzan entre 20 y 50 metros de largo, glabros y acanalados en su parte superior, provistos de abundantes hojas verde brillante, trilobadas, de bordes aserrados y distribuidas en forma alterna en el tallo. Su flor, perfecta y completa, nace solitaria en las axilas de las hojas de brotes nuevos, es muy fragante y vistosa, comúnmente se la conoce como flor de la pasión, alcanza entre 5 y 7.5 cm. de diámetro (León, 1987). La flor se considera autoinfértil por lo que necesita polinización cruzada con polen de otras plantas de genotipo ligeramente distinto que se obtienen a través de la propagación por semilla.

Su fruto es una baya de pericarpio delgado y duro, de forma ovoide a elipsoidal y color amarillo canario a su madurez, pulpa anaranjada, acidula y aromática que contiene semillas planas de color pardo oscuro a negro a su madurez (León, 1987). Es relativamente ligero, no tan pesado como el que podría sostener su gran superficie foliar (Chandler, 1962).

El color del fruto no es siempre buena indicación de madurez. En estudios realizados en frutos maracuyá parcialmente coloreados después de la recolección, se comprobó que el desarrollo del color era más lento a 25°C. que a 20°C., aunque el progreso hasta la respiración crítica fue más rápido a 25°C (Chandler, 1962).

El ovario crece luego de formado, inclusive antes de la polinización, esto en algunas veces se ve reflejado en el llamado “falso cuajado”. Leopold, (1975) refiriéndose al crecimiento y desarrollo de *Cucumis anguria*, indica que el crecimiento del ovario aumentaba notablemente después de la polinización, aunque antes de polinización ya se había detectado un crecimiento en el ovario, el crecimiento del ovario fue de tipo sigmoidal.

La floración y la fructificación dependen de las condiciones ecológicas como temperatura y luz. El crecimiento y desarrollo del fruto se ven influenciado por la detención del crecimiento vegetativo en cierta época del año, bien sea por la influencia de temperatura, fotoperíodo o la misma especie. Sin una actividad vegetativa satisfactoria, no puede haber una elevada producción de frutos o de semillas (Demolon, 1972).

El crecimiento del fruto de la mayoría de las especies frutales sigue un patrón de comportamiento que graficado simula una “s” (curva sigmoide), a excepción del durazno y en algunos otros que tienen un patrón de comportamiento que simula una doble “s” (curva sigmoide doble) (Duarte, 1997). El tiempo que transcurre desde la polinización de la flor hasta obtener un fruto maduro de maracuyá es de 10 semanas en Australia (Chandler, 1962).

Arjona et al.(1991), en un estudio comparativo del crecimiento del fruto de *Passiflora edulis* y de *P. incarnata* encontró que entre los 15 y 20 días el maracuyá alcanzaba su tamaño final.

2.2 UTILIZACIÓN.

La aceptabilidad del mercado esta relacionada con las preferencias tradicionales del consumidor, sea este para fruta fresca o procesada, siendo este último un proceso más discriminatorio con respecto al contenido de pulpa, sabor y una menor acidez y sólidos solubles (Beal y Farlow, 1984).

Según Menzel, et al. (1988), el mercado de fruta procesada es más discriminatoria con respecto a la cantidad de pulpa en el fruto, que debe ser como mínimo un 38% y al sabor. Aduciendo que los sólidos solubles y la acidez pueden ser manipulados en el procesamiento.

Entre las limitantes de la producción de concentrado de maracuyá están el alto precio que este tiene comparado con el jugo de naranja o de toronja, su elevada acidez y su fuerte sabor, estos factores disminuyen su utilización (Manica, 1981).

Las estadísticas de comercio mundial indican que la demanda para concentrado de maracuyá es aproximadamente de 1500 toneladas anuales, siendo los principales exportadores de concentrado: Brasil, Colombia, Perú, Venezuela, Ecuador y Sri Lanka (FHIA, 1996).

Otras posibilidades para la utilización y aprovechamiento del maracuyá han sido planteadas por Manica (1981), quien menciona que la cáscara de maracuyá puede ser

utilizada para la fabricación de raciones animales, teniendo un coeficiente de digestibilidad mejor que el de algunos cítricos. Entonces sería de considerar la utilización de la cáscara del fruto como un subproducto de la industria de concentrado de maracuyá. También las semillas pueden tener un aprovechamiento como alimento de ganado.

2.3 PROPAGACIÓN.

El maracuyá y todas las passifloras en general pueden ser propagados sexual y asexualmente. Entre las formas asexuales de propagación están el injerto y la propagación por estaca. El maracuyá puede ser propagado por semilla y por estaca e injerto (Manica, 1981).

En el maracuyá amarillo el tipo de propagación más utilizado es el de semilla, ya que ésta tiene la ventaja de ser más económica y dinámica para producir grandes cantidades de plantas, además de producir una ligera variabilidad entre plantas que hace que se pueda dar la polinización cruzada.

Para evitar los ataques de marchitez producida por *Fusarium*, que es un serio problema en el maracuyá morado (*Passiflora edulis* Sims.), es necesario injertarlo sobre *P. edulis* var. *flavicarpa*, que es resistente a esta enfermedad y a nemátodos usándose el injerto de hendidura normalmente (Hartmann y Kester, 1987), también ha sido utilizado como patrón de otras especies, que han crecido satisfactoriamente al ser injertadas sobre él (Beal y Farlow, 1984)

2.3.1 Propagación Sexual.

Para hablar de propagación sexual o por semilla, debemos definir en primera instancia lo que es una semilla.

Smith, (1984) define semilla como una estructura compleja que se desarrolla de un óvulo y que a su madurez consiste de un embrión, cantidades variables de endosperma y capas protectoras de tejido en la superficie de la semilla, todos encerrados por la cáscara o testa derivada del integumento.

Para Hartmann y Kester, (1987) una semilla es un óvulo maduro, que consiste en embrión, su reserva alimenticia almacenada y sus cubiertas protectoras. El término semilla se usa también comúnmente para designar a los óvulos de frutos secos, indehiscentes, de una sola semilla, como carióspsides, aquenios y nueces. Para esas semillas un término mejor podría ser unidad de dispersión de semillas.

Para el caso del maracuyá, se puede decir que su semilla es un óvulo fecundado, desarrollado y maduro, que a su madurez contiene un embrión, que se alimenta de unos cotiledones y que está protegido por capas de tejido, dentro de una cáscara o testa.

2.3.2 Selección del material.

Las semillas utilizadas para propagación de maracuyá deben ser retiradas de frutos de plantas previamente marcadas, vigorosas, productivas, precoces, con buenos hábitos de

crecimiento, resistentes a plagas y enfermedades. Los de frutos deben ser grandes, ovalados, maduros, con cáscara fina, bien conformados y con gran porcentaje de jugo y de excelente calidad (Manica, 1981).

2.3.3 Germinación.

El proceso de germinación en la semilla está directamente ligado al metabolismo que ésta pueda tener. Muchas semillas muestran un aumento en la respiración, medida como consumo de oxígeno en relación al aumento de la materia seca de la semilla en la fase temprana de su desarrollo. Luego el nivel respiratorio se reduce gradualmente a medida que la semilla desarrolla, alcanzando por último un nivel muy bajo en semilla madura y se mantiene relativamente constante durante el período de quiescencia o dormancia (Smith, 1984).

El proceso de germinación es la secuencia de eventos que transforman al embrión quiescente o dormido en una estructura metabólicamente activa y sintetizadora. Esto sigue a un período de dormancia impuesta por el ambiente (agua, temperatura, oxígeno, luz), por la fisiología (embrión inmaduro, contenido de inhibidores) y factores estructurales (testa de la semilla). Fisiológicamente, germinación es el proceso que empieza por la adición de agua líquida a una semilla seca y que termina con la proyección de la radícula a través de la testa de la semilla (Cardwell, 1984).

Según “The Official Seed Analysts” (1978) citado por Cardwell (1984), en un laboratorio, germinación es la emergencia y desarrollo del embrión y de las estructuras esenciales que, para la semilla en cuestión, son indicativos de la habilidad de la semilla de producir bajo condiciones favorables una planta normal.

Desde el punto de vista agronómico, la germinación empieza cuando la semilla se ubica en un suelo húmedo y termina cuando la plántula emerge sobre la superficie del suelo, deja de ser heterotrófica para convertirse en un organismo autotrófico (Cardwell, 1984). Entonces se podría decir que una semilla se considera germinada cuando al terminar su desarrollo se convierta en una planta normal que podrá continuar su desarrollo bajo condiciones favorables.

Según Hartmann y Kester, (1987) la germinación de las semillas de maracuyá se da a las dos a tres semanas de sembradas, lo que concuerda con Huete¹, (1997) que obtuvo germinación de maracuyá a los 18 días después de siembra (DDS), mientras que Chandler, (1962) menciona que algunas semillas empiezan a germinar en dos semanas, pero que la mayor parte tarda en germinar de uno a tres meses.

Santos, et al. (1994) utilizando tres dosis de ácido giberélico (AG) y tres niveles de estratificación en semillas de *Passiflora ligularis* Juss., encontraron que con una estratificación de 200 horas a 5°C, el inicio de la germinación ocurrió entre los 19 y 25 días después de la siembra (DDS), registrándose un máximo entre los 30 y 60 días.

2.3.3.1 Fisiología de la germinación. La secuencia de la germinación es en su forma más simple: imbibición de agua, activación enzimática, hidrólisis y catabolismo de material almacenado, inicio del crecimiento del embrión, anabolismo y formación de nuevas estructuras celulares, ruptura de la cubierta de la semilla y emergencia de la

plántula. En realidad, el proceso continúa siendo uno de los grandes misterios de la vida con muchos pasos que todavía son desconocidos en un proceso que es complejo y altamente interactivo con el ambiente (Cardwell, 1984).

2.3.3.2 Factores que afectan la germinación de las semillas. La germinación está controlada por la dormancia y otros varios factores ambientales actuando sobre la semilla. Darle a una semilla no dormante y viable las condiciones favorables para su germinación incluye la adecuada suplementación de agua, temperatura y oxígeno, en algunos casos hasta luz y la ausencia de factores inhibidores externos tales como sales inorgánicas o sustancias orgánicas (Cardwell, 1984).

Según Hartmann y Kester, (1987) la iniciación de la germinación de la semilla requiere de tres condiciones esenciales:

¹HUETE, MAURICIO. Instructor de Frutales de la Escuela Agrícola Panamericana.

Viabilidad. La semilla debe ser viable, el embrión debe estar vivo y en condiciones de germinar. La viabilidad puede verse afectada por condiciones de la semilla antes del almacenamiento, tales como: madurez de la semilla, condiciones del campo de cultivo, golpes, malezas, enfermedades, insectos y otros factores (Montes, 1997).

Sin Dormancia. La semilla no debe estar en letargo ni el embrión quiescente. No deben existir barreras fisiológicas o físicas que induzcan letargo, ni barreras químicas para la germinación.

Adecuadas Condiciones Ambientales. La semilla debe ser expuesta a condiciones ambientales favorables: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones luz. Debido a las complejas interacciones entre el ambiente y condiciones específicas de letargo, dichas exigencias pueden cambiar con el tiempo y los métodos de manejo de las semillas también. Así, el segundo requisito, evitar el letargo, puede a veces, satisfacerse proporcionando las condiciones ambientales apropiadas

2.3.3.2.1 Factores que afectan la viabilidad de la semilla. Factores de importancia que afectan la germinación de las semillas son:

Madurez de la semilla La semilla en su período de desarrollo debe completar ciertas fases para poder considerarse viable. Si el fruto es cosechado antes de que la semilla madure, podremos tener consecuencias como falta de desarrollo adecuado del endospermo o de reservas, por consiguiente, el embrión se verá retrasado o suspendido en su desarrollo pudiendo resultar en el aborto del mismo (Hartmann y Kester, 1987)

Se han realizado una serie de investigaciones en diferentes especies para determinar el punto óptimo de cosecha de la semilla, ya que en frutos carnosos se complica más el asunto, pues la maduración de las semillas puede preceder la maduración del fruto (Coombe, (1976) citado por Olouch y Welbaum, (1996)), mientras que Montes, (1997) asegura que la semilla inmadura de melón (*Cucumis melo* L.), no germinará bien.

Olouch y Welbaum, (1996) realizaron un ensayo con semillas de melón (*C. melo* L.) cosechadas a intervalos de 5 días desde los 30 a los 65 días después de antesis (DDA) unas lavadas y otras secadas sin lavar, y luego sometidas a un proceso de almacenamiento por seis años y posteriormente a una prueba de germinación en papel “blotter” por 21 días. Los resultados para las semillas de 30 y 35 DDA fueron de menos de un 25 % de germinación después del almacenaje, para las de 40 y 45 DDA las semillas superaron el 86 % en agua a todas las temperaturas tratadas. Semillas de 50, 55 y 60 DDA tuvieron gran resistencia al deterioro controlado. Las semillas lavadas tuvieron más altos porcentajes de germinación en relación a las no lavadas. Las semillas de más alta calidad fueron las de 50 a 60 DDA de frutos cosechados después de la madurez comestible, pero antes de su descomposición severa.

Criollo, (1992) en uvilla (*Physalis peruviana* L.), bajo diferentes grados de madurez y tiempos de almacenamiento, encontró mayor porcentaje de germinación en semillas provenientes de frutos maduros, pintones y sobremaduros respectivamente, mientras que semillas de frutos verdes tuvieron valores más bajos.

Duarte, (1995) encontró en jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* (Mart.)Berg) casi un 100% de germinación en semillas de frutos de 19 DDA en primavera y de 21 DDA en invierno, aún cuando la jaboticaba madura sus frutos entre los 27 a 30 DDA.

Estrada-Trejo, et al (1994), evaluando la germinación de 28 familias de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), observaron una variación muy marcada en el comportamiento de las familias, ya que se obtuvo 93% para la de mejor germinación y 35% para la peor. A este respecto se considera que la incapacidad de la semilla para germinar puede ser debida a que al momento de la cosecha el fruto se encuentra maduro comercialmente, aunque fisiológicamente el fruto y sus semillas no han madurado.

Vigor de la semilla. Perry (1978), citado por Cardwell (1984) notó que la Asociación Internacional de Pruebas de Semillas (ISTA) en su comité de vigor, después de años de debatir, definieron el vigor de la semilla como: “ La suma total de las propiedades de la semilla que determina el nivel potencial de actividad y comportamiento del lote de semillas durante la germinación y la emergencia de la plántula”.

Almacenamiento. El tiempo que la semilla pueda estar almacenada, influye directamente en la pérdida de vigor de la semilla, si el almacenaje no se realiza bajo condiciones óptimas. Aun si el almacenaje se ha realizado bajo condiciones óptimas el tiempo que esté almacenada la semilla influye sobremanera (Hartmann y Kester, 1987). En términos generales, a mayor almacenaje disminuye la capacidad de la semilla para germinar, el almacenaje reduce la velocidad con que esto ocurra.

En maracuyá amarillo la viabilidad de las semillas declina con el tiempo de almacenamiento, el proceso es lento hasta las 12 semanas, luego se vuelve más rápido y a los 12 meses la germinación es muy baja e insatisfactoria, siendo alrededor de 25%. El almacenar las semillas a baja temperatura no evita la germinación, pero el porcentaje disminuye bastante (Manica, 1981).

Temperatura. Parece ser que las semillas de maracuyá pueden conservar su viabilidad, en frutos conservados a 12.7°C., durante dos meses y la conservación a menor temperatura tiende a hacer que las semillas demoren más en germinar. La congelación del fruto destruye la semilla (Chandler, 1962)

2.3.3.3 Controles internos de la germinación Una vez que el embrión ha alcanzado su capacidad para germinar, es esencial para la supervivencia de la especie que la germinación de la semilla se efectúe en un tiempo y lugar favorables para el crecimiento y supervivencia de la plántula. Hay mecanismos para impedir la germinación de las semillas en el fruto, salvo en algunas especies donde se da el fenómeno en el que las semillas germinan en el fruto mientras éste está adherido a la planta, este fenómeno es conocido como viviparí (Hartmann y Kester, 1987).

Es importante señalar que el origen de los controles de germinación es parte del proceso de desarrollo de la semilla. Para imponer el letargo a la semilla interaccionan ciertos mecanismos: a) acumulación en diferentes partes del fruto y de la semilla de inhibidores químicos del crecimiento, b) el desarrollo de cubiertas de la semilla que controlan la absorción de agua, la permeabilidad a los gases y la lixiviación de los inhibidores, c) embriones rudimentarios, d) embriones fisiológicamente inmaduros (Hartmann y Kester, 1987; Weaver, 1976).

Inhibidores químicos del crecimiento. En el desarrollo inicial de las semillas de algunos frutos, se encuentran presentes altas concentraciones de sustancias promotoras; sin embargo, a medida que los frutos maduran y se detiene el crecimiento de los embriones, esas sustancias decaen rápidamente, ocurriendo una proporción más elevada de inhibidores en relación con los promotores (Pillay, 1966 citado por Weaver, 1976).

Montes², (1997), en comunicación personal, menciona la presencia de sustancias inhibitoras de la germinación en la semilla, posiblemente ácido absícico, que tiene relación directa con la edad del fruto, es decir, la concentración de ácido absícico aumentaría con la edad del fruto.

Letargo por cubiertas de las semilla. Las semillas de algunas plantas, tienen cubiertas o testas tan resistentes que impiden la absorción de agua o la extensión y desarrollo de los embriones. En condiciones naturales, la fuerza estructural de esas cubiertas se rompe gradualmente mediante el congelamiento y el deshielo, lixiviación, el paso por el conducto digestivo de algún animal, acción de microorganismos del suelo o ciertas condiciones de iluminación y temperatura (Weaver, 1976).

La dureza de las semillas depende de la especie y el cultivar, de las condiciones ambientales existentes durante la maduración de las semillas y durante el almacenamiento (Hartmann y Kester, 1987; Weaver, 1976).

Algunas semillas, como las de muchas leguminosas, no germinan fácilmente debido a que sus cubiertas son impermeables al oxígeno y al agua. Esas semillas germinarán solamente cuando se rompa o debilite su cubierta. La intensidad del letargo de las semillas disminuye a medida que las cubiertas se vuelven más permeables al oxígeno (Weaver, 1976).

Embriones rudimentarios. En especies como las orquídeas, el *Gynko* y otras, los embriones aún se encuentran imperfectamente desarrollados, cuando se desprenden las semillas y no puede producirse ninguna germinación en tanto no se complete el desarrollo del embrión lo que ocurre luego de la caída del fruto (Weaver, 1976).

²MONTES ALFREDO. Jefe del Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana.

Embriones fisiológicamente inmaduros En especies tales como lechuga, cebada y muchos árboles, los embriones estarán completamente desarrollados cuando se desprendan las semillas, pero no germinan cuando se les pone en condiciones favorables para el crecimiento. Esas semillas germinan solamente al cabo de un período de “posmaduración”, que en la naturaleza se da con la estación invernal, o con el tiempo (Weaver, 1976).

2.3.3.4 Tratamientos utilizados para facilitar la germinación de semillas. El término tratamiento de semilla, simplemente indica que la semilla ha sido sometida a un componente (químico, nutricional, hormonal, etc.), a un proceso (imbibición, secado, etc.), a distintas formas de energía (irradiación, calor, magnetismo, electricidad, etc.). Dentro del término tratamiento de semillas también debe incluirse el término menos comúnmente usado de revestimiento de semillas (“seed dressing”), que se refiere a la aplicación de partículas sólidas (usualmente un fungicida o insecticida), muy finas, pulverizadas sobre la superficie de las semillas en pequeñas cantidades, para protegerlas de plagas y/o enfermedades (Durán, et al., 1994).

Entre los tratamientos utilizados, los más importantes pueden ser el uso de hormonas y otros estimulantes químicos.

Giberelinas. Tienen una actividad significativa en la fisiología de la semilla, para aplicaciones exógenas el más utilizado es el ácido giberélico (GA₃). Los tratamientos con GA₃ pueden superar el letargo fisiológico en varias especies de semillas y estimulan la germinación de semillas con embriones en letargo (Hartmann y Kester, 1987).

Burns y Coggins (1969), citados por Weaver, (1976) demostraron que al remojar en agua semillas de naranja dulce (*Citrus sinensis*) durante 24 horas se aceleró la germinación, mientras que el remojo en GA₃ a 1,000 ppm, resultaba aún más eficaz.

Gravina, (1989) usando GA₃ como estimulante de la germinación de semillas de mandarina reina (posible híbrido de *Citrus sinensis* L. Osbeck x *Citrus reticulata* Bl.) consiguió un adelanto de la germinación, pero no obtuvo diferencias significativas con el testigo, ni con los restantes tratamientos.

Santos, et al. (1994) en su evaluación del crecimiento de plántulas de *Passiflora ligularis* Juss, utilizando tres niveles de GA₃ , no encontró efecto alguno sobre la germinación de esta especie.

Citokininas. Son hormonas naturales que estimulan la germinación de algunas clases de semillas contrarrestando inhibidores de la germinación. En el mercado está disponible la preparación comercial kinetina (6-furfurilamino purina) (Hartmann y Kester, 1987), que para uso comercial prácticamente se ha dejado de utilizar.

Etileno. Tiene propiedades reguladoras del crecimiento, aplicado a ciertas especies puede estimular la germinación (Hartmann y Kester, 1987).

Tiourea. En soluciones de 0.5 a 3% se ha usado para estimular la germinación de algunas especies de semillas en letargo, en especial de aquellas que no germinan bien en la oscuridad o a temperaturas elevadas, así como aquellas que necesitan un tratamiento de enfriamiento en húmedo. Esta sustancia puede inhibir el crecimiento, por lo que es mejor sólo remojarla por 24 horas y luego enjuagarla con agua (Hartmann y Kester, 1987).

2.3.3.5 Acondicionamiento Osmótico. El acondicionamiento osmótico de semillas constituye una de las técnicas más recientemente desarrolladas. Consiste en realizar una hidratación de las semillas en condiciones controladas, exponiéndolas para ello a una solución acuosa con un potencial osmótico conocido. El proceso debe realizarse de tal forma que permita a las semillas absorber suficiente volumen de agua para activar el metabolismo germinativo, sin que lleguen a producirse situaciones de anoxia, fermentaciones o se desencadenen procesos desfavorables que puedan comprometer el buen funcionamiento de cualquier mecanismo que, directa o indirectamente, se halle implicado en la germinación (Durán, et al. 1994).

En el osmoacondicionamiento o acondicionamiento osmótico las semillas se colocan en capas delgadas en un recipiente que contiene una solución de polietilenglicol (PEG 6000) del 20 al 30%, que también puede incluir otras sustancias como hormonas o fungicidas. Las semillas se incuban de 15 a 20°C durante 7 a 21 días. al final de este período, las semillas se lavan con agua destilada, se secan al aire a 25°C y se almacenan hasta que se usen. Luego las semillas se plantan directamente en su sitio definitivo (Hartmann y Kester, 1987).

Generalmente, el suelo no ofrece las condiciones propicias para que las semillas superen, por si solas, las dificultades con las que deben de enfrentarse a la hora de la germinación. Por ello, con cierta frecuencia, las semillas permanecen expuestas a condiciones desfavorables y pueden sufrir un estrés (Durán, et. al. 1994).

2.4 TRATAMIENTOS UTILIZADOS PARA FACILITAR LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE MARACUYÁ.

Según Carvalho (1965), citado por Manica (1981), los frutos para extracción de semillas de maracuyá deben ser cortados, separando el jugo. Luego se dejan las semillas con la pulpa en un envase de vidrio fermentando durante seis días, después se lavan y se colocan sobre cualquier tejido de algodón para secar a la sombra.

Akamine (s.f.), citado por Manica (1981), aconseja extraer las semillas de frutos maduros, sin hacer lavado, eliminar la pulpa y en seguida sembrar.

Manica, (1981) recomienda colocar las semillas de maracuyá en una malla que no permita el paso de las semillas a través de esta, colocar cal apagada para facilitar la separación de la pulpa de las semillas, lavar con bastante agua y dejar a secar a la sombra por un periodo de 2 a 4 días, una vez secas, seleccionar las mejores, aplicarles un fungicida y sembrarlas o guardarlas en bolsas de plástico.

Chandler (1962) menciona que no es necesario liberar a las semillas de la pulpa que les rodea, para poder lograr una buena germinación.

2.4.1 Objetivo de la fermentación.

La fermentación es un proceso que se usa para limpiar el arilo que recubre a la semilla del maracuyá, para evitar prejuicios en la germinación, el período de duración de la fermentación no debe ser mayor a las 72 horas (Manica, 1981). En otros casos el objetivo puede ser eliminar el mucílago que rodea la semilla, ya que éste la hace resbalarse y más difícil de manipular o puede ser eliminar algún inhibidor que rodea a la semilla y la fermentación y lavado pueden dejarla libre de esta sustancia.

En frutales de hueso duro las semillas pierden su viabilidad si se dejan fermentar en su jugo. La viabilidad se reduce grandemente si se les deja en el jugo a fermentación aunque sea por 24 horas. Es común realizar este proceso previo a la siembra en varias especies de Solanaceas, tales como en el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y otras bayas.

Duarte y Alvarado, (1997) encontraron que una fermentación mayor a 2 a 3 días reduce drásticamente la germinación en tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt.).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

El estudio se realizó entre el 4 de agosto y el 14 de octubre de 1997 en el lote # 17 de la Zona 1 y en uno de los invernaderos de producción de plántulas del Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana (E.A.P.), El Zamorano, Honduras, ubicada a 30 km. al este de Tegucigalpa, a 14°00' latitud norte y 87°02' longitud oeste, a un altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 22°C y una precipitación promedio anual de 1050 mm.

El ensayo se dividió en dos partes, la primera fue estudiar el crecimiento del fruto y el inicio de la capacidad de germinación de la semilla en condiciones de laboratorio y de invernadero. En la segunda parte se trató de establecer el mejor tratamiento de la semilla una vez extraída del fruto maduro para lograr una óptima germinación.

a. Crecimiento del fruto e inicio de capacidad germinativa

Se utilizó para el estudio la plantación establecida de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg.), de un año de edad aproximadamente. En ésta se procedió a la marcación de flores abiertas en estado de día cero, tomando en cuenta que la polinización iba a ser realizada en forma natural por el himenóptero del género *Xylocopa* spp., que según Sierra, (1990) en estudios realizados en la E.A.P., produce un cuajado del 44.6%.

La marcación de flores se realizó entre los días 4 y 8 de agosto, tomando como parámetros que los estigmas de la flor estén curvados y que las flores a marcar no presentaran ningún tipo de anomalías, ya sea en forma como en tamaño. Cada flor fue marcada con una pita plástica de distinto color cada dos días, con el objetivo de diferenciar las edades de los frutos, llegando a tener en el campo tres diferentes colores de pita: rojo para los días 4 y 5, azul para los días 6 y 7 y azul y rojo combinados para el día 8. El total de flores marcadas en los cinco días fue de 220, tomando en cuenta que la plantación para dicha fecha no estaba atravesando por un pico de floración.

El total de flores marcadas fue evaluado según las filas en las que se encontraran, como parámetro para considerar la cantidad de frutos cuajados y para tomar además un índice del rendimiento del lote. El primer muestreo fue realizado una semana después de la marcación de los frutos, a los siete días de edad de los mismos, el 11 de agosto, y posteriormente se realizó un segundo muestreo, a los catorce días de edad, el 18 de agosto, para descartar frutos con falso cuajado y verificar la cantidad de frutos aptos para medición.

Los frutos fueron medidos desde el primer día después de antesis, considerando su altura y diámetro. Las mediciones fueron realizadas diariamente y a determinada hora del día (entre las 15 y 17 horas), como parte del estudio de la biología del fruto. Además se realizaron observaciones de los frutos en diferentes edades para una descripción del proceso evolutivo de crecimiento del fruto a intervalos de cinco días desde el día veinte, ya que algunos autores aseguran que el punto en que el fruto ha alcanzado su máximo desarrollo exterior se encuentra alrededor de los 18 días.

Las pruebas de germinación se realizaron colocando en ocho filas de cinco semillas cada una, con una separación entre semillas de 1.5 cm., sobre papel toalla húmedo y cubierto con otra capa de papel toalla que también se humedeció. Esto luego fue introducido en una bolsa plástica, etiquetado, enrollado y posteriormente guardado en una gaveta oscura, que se encontraba a una temperatura entre 20 y 26°C. La unidad experimental estuvo formada por las 40 semillas agrupadas cada una de estas bolsas con papel toalla húmedo. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres repeticiones y para la interpretación de los resultados se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y una regresión.

Las pruebas empezaron el 4 de septiembre cuando los frutos tuvieron 30 días y si bien la semilla no presentaba su color característico pardo oscuro a negro, sino un crema oscuro, ya tenía desarrollado el embrión aunque no se encontraba del todo duro y formado, sino en un estado mas bien lechoso. Estas pruebas de germinación siguieron realizándose a intervalos de cinco días hasta que los frutos tuvieron una edad de 60 días el 4 de octubre. Paralelamente, a las mismas semillas utilizadas en las pruebas de laboratorio se las sembró en el invernadero de producción de plántulas, con la finalidad de comparar la respuesta de la semilla al medio de crecimiento normal empleado para la actividad. Cada prueba fue observada 10 días después de iniciado el tratamiento y se siguió hasta que las semillas o se pudrieron por ser muy jóvenes o terminaron de germinar.

b. Tratamientos pre-germinativos

Se extrajeron semillas de frutos maduros (que habían caído) sin guiarse necesariamente por el color de la cáscara. Las semillas fueron sembradas inmediatamente después de los siguientes tratamientos:

- 1 Fresca con pulpa sin orear, tal como salía del fruto.
- 2 Fresca con pulpa, sometida a lavado rápido en un colador, bajo una llave de agua potable por 1 a 2 minutos.
- 3 Fresca con pulpa oreada a la sombra por 24 horas, extendida sobre un papel.
- 4 Fresca con pulpa remojada en agua de un día para otro.
- 5 Fermentada 1 día en su pulpa y lavada.
- 6 Fermentada 2 días en su pulpa y lavada.
- 7 Fermentada 3 días en su pulpa y lavada.
- 8 Fermentada 4 días en su pulpa y lavada.
- 9 Fermentada 5 días en su pulpa y lavada.
- 10 Fermentada 6 días en su pulpa y lavada.
- 11 Fermentada 1 día en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.
- 12 Fermentada 2 días en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.
- 13 Fermentada 3 días en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.
- 14 Fermentada 4 días en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.
- 15 Fermentada 5 días en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.
- 16 Fermentada 6 días en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.

Para la fermentación se dejó la semilla en su pulpa en una bolsa plástica por el tiempo indicado.

La siembra de los tratamientos se realizó en distintas fechas, debido a la necesidad de remojo, fermentación y oreo que cada uno tenía. Las siembras empezaron el 25 de agosto y terminaron el 3 de septiembre. (Ver Anexo 1)

En el estudio realizado en el invernadero se utilizaron cuatro bandejas de doscientas celdas con medio de crecimiento convencional a base de cuatro partes de casulla de arroz quemada, una parte de arena y una parte de compost (4:1:1). La temperatura en el invernadero era alrededor de 35°C. para el día y 23°C. para la noche, se regaba dos veces por día.

Se realizó un seguimiento diario de la germinación de las semillas después de la siembra de cada tratamiento. Para dar a cada tratamiento el mismo plazo, ya que el maracuyá no tiene una germinación uniforme, se fue evaluando la germinación hasta que durante 5 días seguidos no se detectó ninguna semilla germinada, con lo que se daba por terminada la germinación para fines prácticos.

El diseño utilizado para esta parte del experimento fue el de bloques completamente al azar (BCA). Cada bandeja fue considerada como un bloque y dentro de ellas fueron aleatorizados los dieciseis tratamientos. La unidad experimental constituyó cada fila de diez celdas que ocupaba cada tratamiento en cada bloque y en cada celda se sembraron 3 semillas. Para el análisis e interpretación de los datos se realizó una ANDEVA basado en el modelo del BCA. Las separaciones de medias se realizaron si el valor de "F" era significativo, mediante la prueba SNK; todos los análisis se realizaron con en el programa estadístico "Statistical Analysis System" (SAS, 1989).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FENOLOGÍA.

4.1.1 Crecimiento

Como parte del estudio se realizó un control del crecimiento del fruto. En la Figura 1. se puede ver que tanto en altura como en diámetro del fruto, la curva de crecimiento fue del tipo sigmoideal, lo que concuerda con la forma como crece la mayoría de frutos de otras especies, en ambos casos alrededor de los 20 días dejó de haber un incremento de diámetro o altura, lo que significa que a la tercera semana el fruto alcanzó su tamaño final, lo que concuerda con lo indicado por Arjona et al. (1991).

Los frutos maduraron alrededor de 62 DDA, lo que está muy cerca de lo indicado por Chandler, (1962) de que el maracuyá tarda alrededor de 10 semanas en madurar, la variación puede estar dada por el clima, sobre todo temperatura y el cultivar utilizado.

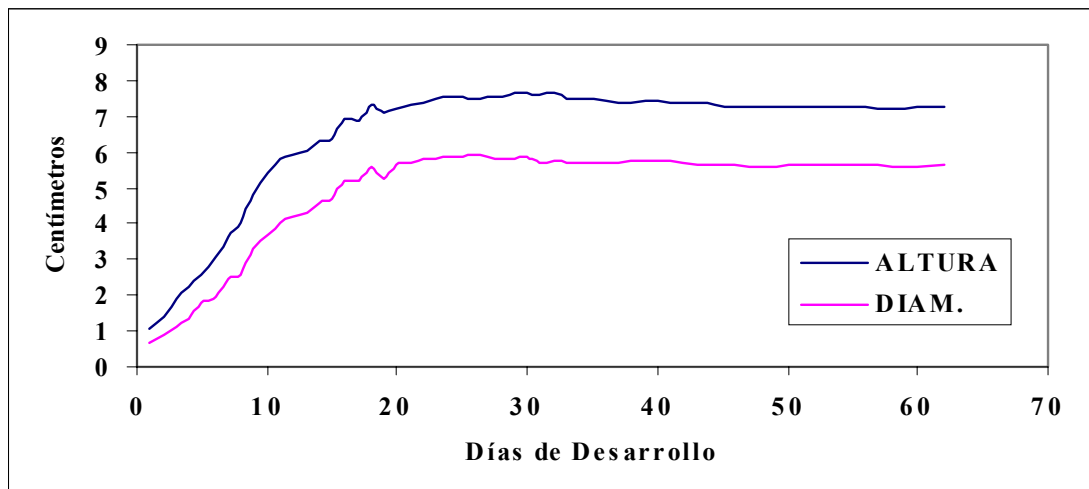


Figura 1. Curva de crecimiento de frutos de maracuyá amarillo en diámetro y altura. El Zamorano, agosto a octubre, 1997.

Cuadro 1. Estados fenológicos del maracuyá amarillo. El Zamorano, agosto a octubre de 1997.

EDAD DEL FRUTO (DDA)	SEMILLAS	CÁSCARA	JUGO
15	Color blanco, suaves, 6% sin llenar.	Dura y delgada de color verde con moteaduras blancas.	Al interior del arilo, líquido transparente a amarillo claro.
20	Similar a 15 DDA, 4% sin llenar.	Dura y delgada de color verde con moteaduras blancas.	Al interior del arilo, líquido amarillo.
25	Similar a 15 DDA, 2.85% sin llenar.	Dura y delgada de color verde con moteaduras blancas.	Al interior del arilo, líquido amarillo.
30	Color blanco pasa a crema pálido. Tamaño final, interior lechoso.	Dura y delgada de color verde con moteaduras blancas.	Al interior del arilo, líquido amarillo más oscuro.
35	10 a 15% pardas, solidificándose. 90 a 85% cremas, interior lechoso.	Inicia decoloración. Verde más pálido.	Sin jugo externo al arilo, jugo más amarillo.
40	40% cremas, testa lisa. 60% pardas, testa rugosa.	Continúa decoloración.	Sin jugo externo al arilo. Llenado al interior del arilo, líquido amarillo a naranja.
45	90% pardas, testa rugosa. Arilo amarillo sin aroma.	Continúa decoloración.	Jugo libre entre semillas, se chorrea al partir el fruto, de color amarillo más oscuro a anaranjado.
50	100% pardas oscuras, testa rugosa, arilo anaranjado.	Continúa decoloración.	Más anaranjado, empieza aroma. Ácido.
55	Bien conformada y arilo fragante. Aparente madurez.	Continúa decoloración.	Más anaranjado y fragante. Ácido.
60	Bien conformada y madura.	Continúa decoloración.	Más anaranjado y fragante. Menos ácido.
65	Bien conformada y madura.	Color amarillento. Pulpa rodeada de membrana se separa de cáscara.	Anaranjado y fragante. Menos ácido.
70	Caída de fruto, madurez completa.	Color amarillo limón.	Anaranjado y fragante, acidez para consumo.

4.1.2 Cambios Internos.

Para este efecto se tomaron en cuenta los cambios que acontecieron en las diferentes partes del fruto y a través de sus etapas de desarrollo, y que se describen en el Cuadro 1.

Los cambios fueron examinados cuando se abría un fruto para realizar las pruebas de germinación en el laboratorio. Las observaciones se realizaron cada cinco días, a partir de los 15 DDA, edad en la cual se pudieron ya apreciar cambios de relativa importancia para el estudio de la biología del fruto.

4.1.3 Germinación de semillas de frutos inmaduros.

Como se puede apreciar en el Cuadro 2, entre las réplicas se encontró una alta variabilidad, dentro de los tratamientos y estos influyen en forma significativa en el porcentaje de germinación.

Cuadro 2. Germinación de semillas de frutos de maracuyá de diferentes edades en laboratorio. El Zamorano, 1997.

Edad del Fruto (Días)	Germinación (%)
40	5.0 a ¹
55	2.0 ab
60	1.0 ab
35	0.3 b
30	0.0 b
45	0.0 b
50	0.0 b
65	0.0 b

¹ SNK al 0.05%, C.V. = 102.4.

El tratamiento que obtuvo la mayor germinación con un 5% fue el de semilla de 40 días de edad, lo que no concuerda con los resultados encontrados por Olouch y Welbaum (1996), que en su trabajo realizado germinando en papel “blotter” semillas de melón de edades entre 30 y 65 días encontraron que semillas de 40 y 45 días superaron el 86% de germinación.

La baja germinación de la semilla y la variabilidad de la germinación independientemente de la edad se pudo ver afectada por el tipo de material que se utilizó para realizar las pruebas, ya que según Hartmann y Kester (1987) si la semilla no ha terminado su desarrollo le faltaran reservas al endospermo, el embrión se verá retrasado con posibilidades de abortar y no se dará germinación, en este caso se dio lo contrario. Además, cabe considerar que para el blanqueo del papel toalla utilizado para la germinación de las semillas se deben utilizar una serie de químicos que pueden interferir con el proceso germinativo.

4.3 TRATAMIENTOS DE GERMINACIÓN COMERCIAL.

En esta parte del estudio se evaluó, la respuesta en germinación de semillas de frutos maduros a los 16 tratamientos pregerminativos enumerados. No se consideraron para el análisis un 7.08 % de las semillas germinadas pues no entraron en el período considerado como comercial de cuarenta días, tampoco las restantes que estaban por germinar. Según Chandler, (1962) inclusive podrían estar germinando hasta por tres meses, pero comercialmente esto ya no es de interés en un vivero.

El siguiente cuadro indica la variación en porcentaje de germinación para los tratamientos utilizados en semillas de maracuyá en el valle de El Zamorano.

Cuadro 3 Germinación comercial de semillas de maracuyá sometidas a diversos tratamientos antes de la siembra. El Zamorano, 1997.

Tratamientos	Media de Germinación (%)
10 Fermentada 6 días en su pulpa y lavada	99a ¹
11 Fermentada 1 día en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.	97ab
13 Fermentada 3 día en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.	97ab
14 Fermentada 4 día en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.	94 b
9 Fermentada 5 días en su pulpa y lavada	92 b
12 Fermentada 2 día en su pulpa, lavada y oreada por 3 días	91 b
6 Fermentada 2 días en su pulpa y lavada	91 b
7 Fermentada 3 días en su pulpa y lavada	90 b
3 Fresca con pulpa oreada a la sombra por 24 horas, extendida sobre un papel	79 c
5 Fermentada 1 días en su pulpa y lavada	79 c
1 Fresca con pulpa sin orear, tal como salió del fruto.	78 c
16 Fermentada 6 día en su pulpa, lavada y oreada por 3 días	78 c
15 Fermentada 5 día en su pulpa, lavada y oreada por 3 días	77 c
8 Fermentada 4 días en su pulpa y lavada	74cd
2 Fresca con pulpa sometida a lavado rápido en un colador, bajo una llave de agua potable por 1 a 2 minutos.	67cd
4 Fresca con pulpa remojada en agua de un día para el otro.	63 d

¹ SNK al 0.05%, C.V. = 6.5

Se puede apreciar en el Cuadro 2 que de los 16 tratamientos sobresalen 3; sin embargo, sólo el de semilla fermentada seis días en su pulpa y lavada sin secar (10) tuvo un 99% de germinación y es el único que mostró una diferencia significativa con los demás tratamientos, excepto con los de semilla fermentada 1 día, lavada y oreada por 3 días y semilla fermentada 3 días, lavada y oreada por 3 días (que tuvieron 97% cada uno de ellos) a pesar de que presentaron un porcentaje muy similar al del tratamiento 10, no fueron significativamente diferentes con los tratamientos, que tuvieron 90% más de germinación.

Los rangos de germinación que se dieron fueron desde 99% hasta 63%, para fresca con pulpa remojada en agua de un día para el otro.

Por el tipo de tratamiento se puede apreciar que los dos más bajos correspondieron a siembra de semilla fresca y de los cuatro tratamientos de semilla fresca, todos ellos se encontraron en la mitad de más baja germinación con una germinación por lo menos 20% menor al mejor tratamiento de fermentado 6 días y lavado, contradiciendo lo que indica Chandler (1962), que no es necesario retirar la pulpa que rodea las semillas para lograr

una buena germinación y a Akamine (s.f.), citado por Manica (1981) que aconseja extraer las semillas de frutos maduros, sin hacer lavado, eliminar la pulpa y en seguida sembrar. En este caso los tratamientos en que se fermentó la pulpa resultaron superiores a las que no incluyen esta práctica.

No hubo una distribución uniforme respecto al porcentaje de germinación y tipo de tratamientos, considerando que los tratamientos del 1 al 4 utilizaron semilla fresca, del 5 al 10, semilla fermentada y lavada, del 11 al 16, semilla fermentada, lavada y oreada.

El tratamiento de más alta germinación, correspondió al grupo de semillas sometidas a fermentación y lavado; sin embargo, los demás tratamientos sometidos a proceso similar no ocuparon lugares principales, sino más bien estuvieron distribuidos en todas las posiciones. En lo que respecta a lavado concuerda con lo encontrado por Olouch y Welbaum, (1996) que en semilla de melón lavada tuvieron mayor germinación.

Cuatro de los seis tratamientos sometidos a fermentación, lavado y oreado, estuvieron entre los seis primeros lugares, excepto los tratamientos 15 y 16 que tuvieron los periodos de fermentación de 5 y 6 días respectivamente, ocupando el treceavo y doceavo lugar con germinaciones de 77 y 78%, lo que puede significar que más de cuatro días de fermentación no son convenientes, lo que está en desacuerdo con Carvalho (1965), citado por Manica (1981), que recomienda fermentar por seis días. A pesar de que el mejor tratamiento fue el de 6 días de fermentación sin oreado parece que en general el exceso de tiempo de fermentación no es conveniente y 4 días parece ser el límite. Esto concuerda con resultados en otras especies como tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt.), donde Duarte y Alvarado (1997) encontraron que una fermentación mayor a 2 ó 3 días redujo drásticamente la germinación, aparentemente podría ser por acumulación de sustancias que perjudican al embrión o porque el cambio producido por la fermentación hace que la semilla al estar metida en este líquido producido por ella sufra un daño por asfixia, al igual que cuando uno la remoja por periodos continuos muy largos en agua, donde se recomienda darle una oxigenación cada 24 horas.

Otro aspecto a notar en el Cuadro 2 es que en general las semillas fermentadas sin orear germinaron menos que las oreadas, esto significa que el oreado es una práctica conveniente para una mejor germinación, ya que permitirá que una especie de post maduración de las semillas que muchas veces estas requieren. Igualmente, esto estaría contradiciendo a los resultados obtenidos, en que el mejor tratamiento no incluyó oreado; sin embargo, como grupo se considera que las semillas oreadas después de la fermentación germinaron mejor que las no oreadas.

Cuadro 4. Días a 50% y 90%de germinación de semillas de maracuyá sometidas a diversos tratamientos antes de la siembra. El Zamorano, 1997.

Tratamientos	50% ¹	90% ²
16 Fermentada 6 días en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.	23.00 a	32.75 a
15 Fermentada 5 días en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.	23.50 a	33.00 a
11 Fermentada 1 días en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.	25.00 ab	33.25 a
14 Fermentada 4 días en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.	22.50 a	34.75 ab
13 Fermentada 3 días en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.	27.00 abc	37.75 ab
12 Fermentada 2 días en su pulpa, lavada y oreada por 3 días.	25.00 ab	38.00 abc
10 Fermentada 6 días en su pulpa y lavada.	28.25 abcd	39.25 abc
8 Fermentada 4 días en su pulpa y lavada.	29.75 abcd	40.00 abcd
3 Fresca con pulpa oreada a la sombra por 24 horas, extendida sobre un papel.	26.50 abc	40.75 bcd
6 Fermentada 2 días en su pulpa y lavada.	36.25 de	41.75 bcd
7 Fermentada 3 días en su pulpa y lavada.	36.25 cde	42.00 bcd
9 Fermentada 5 días en su pulpa y lavada.	28.25 abcd	44.25 cd
4 Fresca con pulpa remojada en agua de un día para otro.	36.75 de	44.25 cd
5 Fermentada 6 días en su pulpa y lavada.	32.75 bcde	45.00 cd
2 Fresca con pulpa sometida a lavado rápido en un colador, bajo una llave de agua potable por 1 a 2 minutos.	40.00 e	47.25 d
1 Fresca con pulpa sin orear, tal como salió del fruto.	38.25 e	47.50 d

¹ SNK al 0.05%, C.V. = 13.1

² SNK al 0.05%, C.V. = 8.4

4.3 DÍAS A GERMINACIÓN.

La otra variable evaluada fue la de días a germinación, considerando dos porcentajes de germinación: 50 y 90%.

4.3.1 Días a 50% y 90% de germinación

Se observa en el Cuadro 3. que los tratamientos que alcanzaron antes el 50% fueron los que tuvieron 4, 5 y 6 días de fermentación más oreado, sin embargo en porcentaje final de germinación estos tratamientos no fueron los mejores. Aparentemente el fermentado y oreado la predispuso a una fermentación más rápida.

Según el mismo Cuadro 3 se puede apreciar que en general los tratamientos que menos demoraron en alcanzar el 50% de germinación fueron los que más tiempo se fermentaron y luego se orearon, al contrario de los tratamientos con semilla fresca excepto el de fresca con pulpa oreada, que fueron los que más se demoraron en germinar, mientras que los tratamientos sometidos solamente a fermentación y lavado se ubicaron en la mitad dentro del rango de días que fue desde 22.5 a 40 DDS. Se puede apreciar que, si bien el tratamiento 3 es con semilla fresca, éste alcanzó un importante puesto entre los seis primeros tratamientos en germinar con 26.5 DDS.

Se encontró que al tener semilla expuesta por más tiempo a fermentación, acelera el proceso de germinación en maracuyá, al contrario de la granadilla donde Santos, et al. (1994) que no encontró ningún efecto en *Passiflora ligularis* utilizando tres niveles de AG₃ en la germinación de semillas, siendo estas dos especies del mismo género.

En cuanto a días para alcanzar el 90% de germinación de los tratamientos evaluados, en esta etapa de la germinación, nuevamente volvieron a sobresalir los que fueron sometidos al mayor período de fermentación, con oreado, con 32.75, 33 y 33.25 días, respectivamente. Los tratamientos que les siguieron fueron los restantes sometidos al mismo proceso, completando estos las seis mejores respuestas a días a 90% de germinación.

Los tratamientos con semilla fresca no tuvieron buenas respuestas, tres de los cuatro tratamientos ocuparon los lugares más bajos. La excepción fue el tratamiento 3 que si bien se empleó semilla fresca, esta fue sometida a un día de oreo a la sombra, factor que concuerda con los tratamientos de mejores resultados. Resultados intermedios fueron obtenidos de tratamientos que sólo fueron sometidos a fermentación y lavado, sin oreo.

Esto da a entender que el oreo de la semilla es de importancia para mejorar la velocidad de germinación y que se complementa con el proceso de fermentación y lavado para obtener mejores resultados.

Es importante aclarar que entre los tratamientos que tuvieron la menor velocidad para llegar al 90% de germinación se encontraban el segundo y tercero en mejor germinación total que incluyeron fermentado por 1 y 3 días respectivamente y oreado, mientras que el de mejor germinación total (fermentado 6 días y lavado) demoró más días en llegar al 90%, aunque la diferencia no fue significativa con los otros dos tratamientos por lo que si se tuviera que decidir cual tratamiento recomendar probablemente se optaría por el de fermentado por 1 día, lavado y oreado por 3 días, que tuvo un 97% de germinación.(2% menos que la del mejor tratamiento sin ser significativamente inferior), pero llegó al 90% de germinación en 6 días menos. Esto desde el punto de vista de un viverista es muy importante por eficiencia de uso del vivero, uniformidad de plantas, etc.

V. CONCLUSIONES

- El patrón de crecimiento que sigue el fruto del maracuyá es de “s” sigmoide y su desarrollo tomó alrededor de 70 días en las condiciones de este ensayo.
- La semilla puede empezar a germinar a los 35 días de edad del fruto, pero su vigor es malo.
- El papel utilizado para realizar las pruebas de germinación en el laboratorio pudo no ser el adecuado.
- La fermentación mejoró el proceso de germinación y a mayor tiempo se aceleró la velocidad de este pero hubo una tendencia a reducir su porcentaje total, a medida que se sobrepasó los 4 días.
- El oreado luego de la fermentación y lavado aceleró la germinación y en general aumentó su porcentaje por lo que es recomendable hacerlo.
- El mejor tratamiento desde el punto de vista práctico fue el de fermentado por 1 día, lavado y oreado por tres días.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda repetir el experimento de germinación de semillas de frutos de diferentes edades en otro tipo de papel para comprobar si el efecto del papel influyó en la germinación.
- El porcentaje de germinación es importante pero igualmente es su velocidad, por lo que se debe tener en cuenta ambos factores, tal como en este experimento en el que el mejor tratamiento en porcentaje demoró casi una semana más en completar la germinación.
- Si se va a realizar tratamientos de fermentación a la semilla de maracuyá, se debe posteriormente realizar un oreado a la semilla para obtener mejores resultados.
- Se recomienda repetir el experimento comparando los mejores tratamientos con otros de aplicación de hormonas como el AG₃, ya que actúa como un activador del proceso de germinación de las semillas, similar al proceso que se pudo apreciar con la fermentación.

VII. LITERATURA CITADA

- ARJONA, H.E.; MATTA, F.B.; GARNER, J.O. 1991. Growth and composition of passion fruit (*Passiflora edulis*) and maypop (*P. incarnata*). HortScience. USA 26(7): 921-923.
- BEAL, P.R.; FARLOW, P.J. 1984. Passifloraceae **In** Tropical tree fruits of Queensland. Ed. P. E. Page. (Qld.). Queensland Department of Primary Industries. p. 141-149.
- CARDWELL, V.B. 1984. Seed germination and crop production **In** Physiological basis of crop growth and development. Ed. M. B. Tesar. American Society of Agronomy, Inc. p. 53-92.
- CHANDLER, W.H. 1962. Frutales de hoja perenne: El papayo y el árbol de la pasión. Trad. por José Luis De La Loma. México, D. F. Unión Gráfica, S.A. 666 p.
- CRIOLLO, H. 1992. Germinación de la uvilla (*Physalis peruviana* L.) bajo diferentes grados de madurez y tiempo de almacenamiento. Acta Horticulturae (Netherlands) no. 310: 183-188.
- DEMOLON, A. 1972. Crecimiento de vegetales cultivados. Trad por José Perez Malla. Barcelona. Ediciones Omega. p. 403-407.
- DUARTE, O. 1995. Vermehrung, Blüten- und Fruchtentwicklung sowie Lagerung von Jaboticaba. Tesis Dr. sc. agr. Berlin, Alemania, Humbolt-Universität zu Berlin.
- DUARTE, O. 1997. Apuntes de clase de Fruticultura Avanzada. E.A.P. El Zamorano Honduras.
- DUARTE, O. y ALVARADO, E. 1997. Tratamientos para mejorar la propagación de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt.) por semillas y estacas. PROC. INTERAM. SOC. TROP. HORT. (en prensa).
- DURAN, J.M.; RETAMAL, N.; GIMENEZ SAMPAIO, T.; SAMPAIO, N.V. 1994. Acondicionamiento osmótico y recubrimiento de semillas. XXVI Jornadas de Estudio AIDA: Propagación Vegetal. Zaragoza, España. 20p.
- ESTRADA-TREJO, V.; PEÑA, L.A.; CONTRERAS-MAGAÑA, E. 1994. Evaluación de 28 familias de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo (Méx.) Serie Horticultura 2: 135-139.

- FHIA. 1996. Guía para el cultivo del maracuyá. Ed. por José Alfonso. La Lima, Honduras. 53p.
- GRAVINA, T. y VIDAL, E. 1988. Efecto de estimulantes químicos en la germinación de semillas de mandarina reina (posible híbrido de *Citrus sinensis* L. Osbeck x *Citrus reticulata* Bl.). Revista Chapingo (Méx.) Años XIII y XIV. Núms. 62-63. Oct.-Dic. 1988. Ene.-Mar. 1989: 74-77.
- HARTMANN, H.T, y KESTER, D.E. 1987. Propagación de plantas, (Méx. D.F.).Compañía Editorial Continental, 760p.
- LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica. IICA. 445p.
- LEOPOLD, C. 1975. Plant growth and development. USA. Mc. Graw-Hill Book Company. P 312-313.
- MANICA, I. 1981. Fruticultura tropical; maracujá. São Paulo(Bra.). Editora Agronômica Ceres. 151p.
- MENZEL, C.M.; WINKS, C.W.; SIMPSON, D.R. 1988. Passion fruit in Queensland. Queensland Agricultural Journal, (Qld.) 114(1): 13-18.
- MONTES, A. 1997. Folleto del curso de Olericultura Avanzada: Fisiología de semillas de hotalizas. E.A.P. El Zamorano Honduras.
- OLOUCH, M.O. Y WELBAUM, G.E. 1996. Effect of postharvest washing and post-storage priming on viability and vigour of six-year-old muskmelon (*Cucumis melo* L.) seeds from eight stages of development. Seed Sci. & Technol. 24: 195-209.
- SANTOS, B.; ALMAGUER, G.; BARRIENTOS, A.F. 1994. Tratamientos en semillas y evaluación del crecimiento en plántulas de granada china (*Passiflora ligularis* Juss). Revista Chapingo (Méx.) Serie Horticultura 2: 157-160.
- SIERRA, O.A. 1990. Polinización manual en el cultivo de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) en el valle del Yeguaré, Honduras. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 31p.
- SMITH, L.H. 1984. Seed development, metabolism, and composition **In** Physiological basis of crop growth and development. Ed. M. B. Tesar. American Society of Agronomy, Inc. p. 13-52.
- WEAVER, J.R. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. por Agustín Contín. Méx. D.F. Editorial Trillas. 622p.

