

**Tratamientos para acelerar la germinación
y mejorar la conformación de plántula de
sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.)
Moore & Stearn)**

BIBLIOTECA WILSON POPINCO
ESCUELA AGROCOLA PANAMERICANA
APARTADO 88
TERRECIOLTA, MONTEBELL

Ennio Renato Suchini Vargas

EL ZAMORANO
Departamento de Horticultura

Diciembre, 1999

T 1063
Folleto R.

Tratamientos para acelerar la germinación y mejorar la conformación de plántula de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn)

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

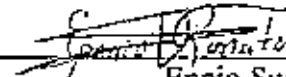
Presentado por

Ennio Renato Suchini Vargas

BIBLIOTECA WILSON POPESCU
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 88
TEGUCIGALPA HONDURAS

EL ZAMORANO, HONDURAS
Diciembre, 1999

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


Ennio Suchini

El Zamorano, Honduras
Diciembre, 1999

DEDICATORIA

A mis padres: Héctor Edmundo Suchini López y Vilma Amparo Vargas de Suchini, por todo el amor y apoyo que me han brindado en mi época de estudio.

A mis hermanos: Héctor Licinio, Gianni Renato, Vilma Karina, Ina Valeska, Paola y Fabiola, que los quiero mucho.

A mis sobrinos: José Guillermo, Luis Pablo.

A la demás familia que siempre me apoyaron para salir adelante.

A mis compañeros de estudio que siempre me ayudaron en cualquier situación.

A la Escuela Agrícola Panamericana (El Zamorano).

A mi país Guatemala, Departamento Chiquimula.

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios Todo Poderoso que siempre me ayudó a salir adelante en las buenas y en las malas en mi tiempo de estudio y en mi vida. Gracias Señor Jesús por guiarme en el buen camino y por estar siempre a mi lado.

A mi mamá: Vilma Amparo Vargas de Suchini, por todo su amor, comprensión y apoyo que me ha brindado en toda mi vida para salir adelante. La quiero mucho mamá.

A mi papá: Hector Edmundo Suchini López, por tu gran esfuerzo papá que hiciste para que yo saliera. Gracias papá por tu ejemplo y consejos que sin ellos yo no hubiera alcanzado una de mis metas. Te quiero mucho papá y nunca voy a olvidar todo lo que has hecho por nosotros.

A mis hermanos que siempre estuvieron ayudándome en todo lo que yo necesitaba.

A Johany Suchini, por brindarme información para mi tesis.

Al resto de mi familia que siempre me apoyaron.

A mis colegas que los llevaré en mis recuerdos: José Marcucci, Edgar Velásquez, Marvin Romero, Adolfo del Cid, Juan Luis Gómez, Peter Avila, Juan Barillas, etc.

A mis Asesores, en especial al Dr. Odilo Duarte, por su comprensión, su esfuerzo, su tiempo para impartirme sus conocimientos y lo más importante su amistad.

A Mauricio Huete, sus consejos para salir adelante y su amistad

A Judith Ordoñez, su amistad.

Y a todos los integrantes del Departamento de Horticultura.

RESUMEN

Suchini, Ennio. 1999. Tratamientos para acelerar la germinación y mejorar la conformación de plántula de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn). Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 30 p.

Se probaron diversos tratamientos de escarificación; posición de siembra; remojos por 24 h en ácido giberélico (AG) a 0, 250, 500, 1,000, 2,000 ppm y sus combinaciones en semillas de sapote, para evaluar el efecto sobre la velocidad y porcentaje de germinación; altura; diámetro; conformación del cuello y porcentaje de plantas con un tallo de diámetro mayor a 6 mm a 20 cm del suelo. También se evaluó el efecto del tiempo que tenía de extraída la semilla del fruto sobre su germinación. El eliminar la cubierta, si bien mejoró la velocidad de germinación, redujo su porcentaje, así como el diámetro y altura del tallo en relación a las plántulas de semillas con cubierta rajada o intacta. El mayor porcentaje de germinación se obtuvo con semilla rajada echada con 95.8%, contra 62.5% del testigo. La mayor altura de plántula se obtuvo con semilla intacta echada con 42.2 cm a los 6 meses de la siembra y el mayor porcentaje de plantas con diámetro mayor a 6 mm a 20 cm del suelo se logró con semillas intactas echadas, con un 70.8%, en relación al testigo que sólo tuvo 41.6%, si bien en diámetro y altura no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. La semilla luego de 7 días al medio ambiente perdió su viabilidad por completo. El AG no produjo diferencias significativas en porcentaje de germinación, altura, diámetro del tallo y porcentaje de plantas con un tallo de diámetro mayor a 6 mm a 20 cm del suelo. Sin AG la semilla empezó a germinar a los 35 días y finalizó a los 4 meses, con AG esto fluctuó de 24 días a 2.5 meses. Para producir una planta sin problemas de curvatura en la zona del cuello, la posición de siembra debe ser echada, pues se obtuvo mucho más porcentaje de plantas aprovechables que con semilla parada; en este ensayo se obtuvo 100% de plantas normales con semilla echada intacta y 100% y 87.5% con semilla echada pelada y rajada respectivamente, contra sólo 75% para semillas sembradas paradas y menos aún con semillas sembradas al revés.

Palabras claves: Ácido giberélico (AG), escarificación, viabilidad, germinación, conformación del cuello, posición de siembra.

BIBLIOTECA WILSON POPINOR
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 23
TEGUCIGALPA, HONDURAS

Nota de Prensa

¿COMO OBTENER PATRONES DE SAPOTE DE LA MEJOR FORMA POSIBLE?

El sapote o mamey sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn), es considerado como una especie muy poca propagada asexualmente y la mayoría de árboles muestran gran variabilidad pues se propagan por semilla. Por eso el uso de plantas injertadas se hace necesario para esta especie y para ello es importante producir patrones de calidad y buena conformación sin curvatura en la zona del cuello.

Se realizó un experimento en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, entre enero y octubre de 1999, donde se evaluaron diversos tratamientos de escarificación, posición de siembra, remojos por 24 horas en ácido giberélico (AG) en dosis de: 0, 250, 500, 1,000, 2,000 partes por millón (ppm) para determinar su efecto sobre la velocidad y porcentaje de germinación; altura; diámetro, conformación del cuello y porcentaje de plantas con un tallo de diámetro mayor a 6 mm a 20 cm del cuello. También se determinó el efecto del tiempo que tenía de extraída la semilla del fruto sobre su germinación. Las semillas se sembraron en bolsas de polietileno de 6" x 15" con un medio de 1/3 de arena, 1/3 de tierra y 1/3 de estiércol descompuesto.

El mayor porcentaje de germinación se obtuvo con semilla rajada y echada, con 95.8% con relación al 62.5% del testigo. Eliminar la cubierta, si bien mejoró la velocidad de germinación, redujo su porcentaje así como el diámetro de tallo y altura de la planta, en relación a las de semillas con cubierta rajada o intacta. El mayor porcentaje de plantas con diámetro mayor a 6 mm a 20 cm del suelo se logró con semillas intactas echadas, con un 70.8%, en relación al testigo que sólo tuvo 41.6%

El ácido giberélico (AG), no tuvo efectos significativos en la germinación de semillas de sapote. Sólo se pudo ver un incremento en la velocidad de germinación, germinando la primera semilla a los 24 días, con una dosis de 250 ppm, con relación al testigo que germinó a los 35 días.

La mejor calidad de planta en relación a rectitud en la zona del cuello se obtuvo sembrando la semilla echada. Con más de 7 días de extraída del fruto la semilla almacenada en condiciones de medio ambiente dejó de germinar.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Páginas de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimiento.....	v
	Resumen.....	vi
	Nota de prensa.....	vii
	Contenido.....	viii
	Índice de Cuadros.....	x
1	INTRODUCCION.....	1
2	REVISION DE LITERATURA.....	2
2.1	La sistemática del sapote.....	2
2.2	Origen.....	2
2.3	Descripción botánica.....	2
2.4	Usos.....	3
2.5	Composición bromatológica.....	4
2.6	La propagación del sapote y sus problemas.....	4
2.6.1	Semilla.....	4
2.6.2	Tipos de Semilla.....	5
2.6.2.1	Ortodoxas.....	5
2.6.2.2	Recalcitrantes.....	5
2.6.3	Viabilidad de las semilla.....	5
2.6.3.1	Factores del almacenamiento de semillas que afectan la viabilidad.....	6
2.7	Germinación.....	6
2.7.1	Proceso de la germinación.....	6
2.7.2	Etapas de la germinación.....	6
2.7.2.1	Activación.....	6
2.7.2.2	Digestión y traslocación.....	7
2.7.2.3	Crecimiento de la plántula.....	7
2.7.3	Factores ambientales que afectan la germinación.....	7
2.7.3.1	Agua.....	7
2.7.3.2	Oxígeno.....	7
2.7.3.3	Temperatura.....	7
2.8	Dormancia de la semilla.....	8
2.8.1	Causas de la dormancia.....	8
2.9	Escarificación.....	8
2.9.1	Escarificación mecánica.....	9
2.9.2	Escarificación con agua caliente.....	9
2.9.3	Escarificación con ácido.....	9

2.10	El uso de giberelinas para facilitar la germinación.....	10
2.11	Antecedentes de la propagación sexual y asexual.....	10
3	MATERIALES Y METODOS.....	12
3.1	Ubicación y condiciones climáticas.....	12
3.2	Tratamientos.....	12
3.3	Diseño experimental.....	14
3.4	Variables medidas.....	14
3.5	Análisis estadístico.....	14
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	15
4.1	Porcentaje y velocidad de germinación.....	15
4.2	Altura promedio de plántulas.....	17
4.3	Diámetro promedio del tallo a 20 cm del suelo.....	18
4.4	Porcentaje de plantas con más de 6 mm de diámetro a 20 cm del suelo.....	19
4.5	Longevidad de la semilla.....	20
4.6	Conformación de plantas.....	21
4.7	Porcentaje y velocidad de germinación.....	22
4.8	Altura promedio de plántulas.....	24
4.9	Diámetro promedio del tallo a 20 cm del suelo.....	25
4.10	Porcentaje de plantas con más de 6 mm de diámetro a 20 cm del suelo.....	26
5	CONCLUSIONES.....	27
6	RECOMENDACIONES.....	28
7	BIBLIOGRAFIA.....	29

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1	Porcentaje acumulados de germinación de semillas de sapote con diversos tratamientos a la semilla. El Zamorano, Honduras, 1999.....	16
2	Altura final de plántulas de sapote con diversos tratamientos a la semilla. El Zamorano, Honduras, 1999.....	17
3	Diámetro final de plántulas de sapote, luego de diversos tratamientos a la semilla. El Zamorano, Honduras, 1999.....	18
4	Porcentaje de plantas de sapote con un diámetro de tallo mayor a 6 mm, a 20 cm del suelo, luego de diversos tratamientos a la semilla. El Zamorano, Honduras, 1999.....	19
5	Viabilidad de semillas de sapote, luego de diversos tiempos de haber sido sacada del fruto.....	20
6	Conformación de la zona del cuello en plantas de sapote, luego de diversos tratamientos a la cubierta y posiciones de siembra. El Zamorano, Honduras, 1999....	21
7	Porcentaje de germinación de semilla de sapote con diversos tratamientos con ácido giberélico. El Zamorano, Honduras, 1999.....	23
8	Altura promedio de las plantas luego de diferentes tratamientos con ácido giberélico a la semilla. El Zamorano, Honduras, 1999.....	24
9	Diámetro en mm de plántulas de sapote a 20 cm del suelo con diferentes tratamientos con ácido giberélico. El Zamorano, Honduras, 1999.....	25
10	Porcentaje de plantas de sapote con más de 6 mm de diámetro a 20 cm del suelo, luego de diferentes tratamientos a la semilla con ácido giberélico. El Zamorano, Honduras, 1999.....	26

1. INTRODUCCION

El sapote o mamey sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn), es una de las más importantes y codiciadas frutas del tropico americano. Crece mejor en las tierras cálidas y puede ser encontrado en áreas con buena distribución de lluvia, pero se adapta mejor en áreas con una época seca definida. No está adaptado a regiones desérticas o áridas. Desde el punto de vista nutricional, esta fruta es fuente de carbohidratos, proteínas y minerales que complementan la dieta. Es considerada muy buena fuente de ingresos para las familias de áreas rurales.

Malo (1979) señala que el sapote es una especie considerada como una de las más difíciles de reproducir asexualmente. Debido a ello, la gran mayoría de árboles en los trópicos muestran la gran variabilidad en peso, forma y calidad de fruta, por provenir de plantas originadas de semilla. El uso de plantas injertadas se hace necesario y para ello es importante producir patrones de la mejor calidad y al menor costo posible. Los patrones para injertación se propagan siempre por semilla debido a que no existe otro método práctico para producirlos (Almeyda, 1976).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto sobre la velocidad y uniformidad de germinación de diversos tratamientos de escarificación y ácido giberélico y a la vez determinar cual era la mejor posición de siembra de la semilla en cuanto a conformación de la planta, establecida por el grado de deformación o curvatura de la zona del cuello. También se quiso evaluar cuanto tiempo se mantiene la viabilidad de la semilla de sapote después de ser sacada del fruto y mantenida en una habitación, sin tratamientos especiales.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 LA SISTEMATICA DEL SAPOTE

Según Pennington (1990) la siguiente es su ubicación sistemática:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub-Clase:	Dilleniidae
Orden:	Ebenales
Familia:	Sapotaceae
Género:	Pouteria
Especie:	Pouteria sapota (Jacq) Moore & Stearn.

2.2 ORIGEN

Según León (1987) y Morera (1992), el sapote es originario de las tierras bajas de Centroamérica; donde crece de preferencia en forma silvestre desde el nivel del mar hasta más o menos 1,000 msnm. Luego se extendió al Caribe, América del Sur, Hawái y las Filipinas. En cuanto a su dispersión y difusión se considera que los españoles contribuyeron a ella. Poblaciones silvestres se encuentran desde el sur de México hasta Costa Rica y posiblemente en el norte de América del Sur, el cultivo se ha extendido por las Antillas y a regiones tropicales del Viejo Mundo.

El nombre de sapote o mamey sapote se originó de una confusión con el árbol del mamey (*Mammea americana* L.), la capa externa de ambos frutos se parece y su color interno es más o menos similar, pero en la mayoría de lugares se le conoce con el nombre de zapote o sapote (Morera, 1992).

El nombre zapote se deriva del azteca "tzapotl", es un nombre colectivo que se aplica a varias especies de frutas esféricas, dulces y con grandes semillas. La mayoría de ellas pertenecen a la familia de las Sapotáceas, como "chicosapote" (*Manilkara zapota*), "mamey sapote" (*Pouteria sapota*) "sapote amarillo" (*Pouteria campechiana*), "injerto" (*Pouteria viridis*) y "caimito" (*Chrysophyllum caimito*). El nombre sapote se usa en especies de otras familias, como "sapote negro" (*Diospyros digyna*) y "sapote blanco" (*Casimiroa edulis*). (Morera, 1992)

2.3 DESCRIPCION BOTANICA

El sapote pertenece a la familia Sapotaceae. Es un árbol de gran tamaño (hasta 30 metros de altura), su tronco y ramas son gruesas con follaje denso. Las hojas son obovoides u oblanceoladas, miden de 14 a 30 cm de longitud y de 8 a 12 cm de ancho, formando un grupo al final de cada rama, son de color verde oscuro brillante en el lado superior (haz) y

más claro en el inferior (envés). Las flores se presentan en grandes cantidades por debajo de las ramas nuevas y a lo largo de las ramas sin hojas. Las flores son pequeñas, el cáliz posee de 8 a 10 sépalos sobrepuestos y la corola es un tubo formado por 5 pétalos blancos. Cada flor consta de 5 estambres verdaderos y 5 falsos; el pistilo presenta forma cónica en un sólo estigma. El ovario está formado por 5 carpelos con un óvulo en cada celda. (Morera, 1992)

El fruto del sapote es ovoide o elipsoidal, con el cáliz permanente en la base y restos del pistilo en el ápice. Mide de 8 a 20 cm de longitud y de 6 a 15 cm de ancho, algunos frutos alcanzan un peso de hasta 3 kilos, la cascara es dura, delgada, pero fuerte; es rugosa e irregular por las escamas de las lenticelas y de color café claro. La pulpa va de color rojo a anaranjado a gris y es gruesa, aromática, dulce y suave a la madurez. El fruto contiene una semilla, pero en algunos casos aparecen hasta 3, de forma elipsoidal o ahusada de 5 hasta 11 cm de largo por 4 cm de ancho, con los extremos agudos y tiene una testa de color café brillante en la parte dorsal y color canela en el segmento ventral. (Morera, 1992). La testa puede tener de 1 a 3 mm de grosos (León, 1987).

El mesocarpio o pulpa varía considerablemente en textura, contenido de azúcar y sustancias aromáticas; tiene muchas esclereidas que le dan una textura arenosa característica y gran cantidad de látex. Para disminuir éste, con frecuencia las frutas se recogen sazanas, se les hacen estrías longitudinales poco profundas para extraer el látex y se dejan madurar en lugares oscuros. Hay por lo común una sola semilla grande llamada "pixtle" en México, y "sapoyola" en Centroamérica. La semilla está formada por dos cotiledones y una plúmula muy pequeña; los cotiledones contienen una sustancia aromática y han sido utilizados tradicionalmente para preparar dulces o con fines medicinales (León, 1987).

2.4 USOS

Los frutos de sapote, se consumen como suplemento de la dieta alimenticia, como fruta fresca y también pueden ser usadas para hacer jalcas o conservas, helados y jugos. La pulpa cocinada puede constituir un sustituto aceptable de la salsa de manzana o también puede usarse en pastelería (Morera, 1992).

En México y Centroamérica se utilizan las semillas molidas para darle al chocolate un sabor y un aroma apropiado. En Puerto Rico se ha comprobado que un polvo hecho con la semilla, puede ser un insecticida eficaz (Morera, 1992).

Según Morera (1992) y Gutiérrez (1985), el aceite que contienen las semillas (aceite de sapuyul) es preparado en El Salvador y Guatemala como un tónico para la piel y como revitalizador para evitar la caída del cabello; asimismo es utilizado para dolores musculares y afecciones reumáticas. La corteza y las hojas en forma de cocción se usan contra la arterioesclerosis y se dice que sirven también para bajar la presión arterial.

La corteza del árbol de sapote produce un látex lechoso, que se obtiene haciendo heridas en el tronco. Se le conoce con el nombre de chicle, ingrediente principal de la goma de

mascar (Morera, 1992), aunque más se ha usado el del chicosapote (*Manilkara sapota*). El látex se emplea como cáustico para eliminar verrugas y crecimiento de hongos en la piel. La madera es rojiza, sólida y es utilizada para la construcción de muebles, carretas o para trabajos que requieren maderas fuertes.

2.5 COMPOSICION BROMATOLOGICA

Según estudios realizados (Morera, 1992), la fruta de sapote presenta un alto valor nutritivo, ignorado por la gran mayoría del público consumidor. Así en cada 100 gramos de pulpa comestible de sapote o mamey sapote, se encuentran:

67.50	g de agua
26.98	g de carbohidratos
1.41	g de proteínas
0.74	g de fibra
1.32	g de ceniza
46.70	mg de calcio
22.90	mg de fósforo
1.57	mg de niacina
18.40	mg de ácido ascórbico

2.6 LA PROPAGACION DEL SAPOTE Y SUS PROBLEMAS

La mayoría de los árboles de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq) Moore & Stearn) en el mundo se han propagado por semilla; sin embargo las plantas son altamente variables y probablemente con frutos de calidad inferior y muy diversa. Además, para lograr una producción de alta calidad y uniforme es recomendable establecer plantaciones propagadas vegetativamente de selecciones superiores (Almeyda, 1976).

Los bajos porcentajes de prendimiento de injertos de sapote se atribuyen a la irregularidad de actividad en el cambium y a la emisión de látex al momento de injertar (Salcedo, 1985).

2.6.1 Semilla

Botánicamente, según Montes (1998), es el óvulo fecundado, desarrollado y maduro. Contiene una planta pequeña denominada embrión y generalmente rodeada de alimento de reserva. Otra definición de semilla puede ser cualquier parte o porción de una planta, incluyendo lo que llamamos semilla verdadera, frutos como semilla, tubérculos, bulbos, raíces, etc, que sirven para su propagación.

2.6.2 Tipos de semillas

Según Roberts (1995), citado por Arévalo (1998) se distinguen dos tipos principales de semillas:

2.6.2.1 Ortodoxas. Semillas que pueden secarse hasta un contenido de humedad de alrededor de 5% de su peso en húmedo y que se puedan almacenar perfectamente a temperaturas bajas o inferiores a 0 °C durante largos periodos.

2.6.2.2 Recalcitrantes. Semillas que no pueden sobrevivir si se las seca más allá de un contenido de humedad relativamente alto, en un rango de 20 y 50% de su peso en húmedo y que no toleran el almacenamiento durante largos periodos.

2.6.3 Viabilidad de las semillas

Se define viabilidad como el porcentaje de germinación, que indica el número de plantas producido por un número dado de semillas. Según Hartmann y Kester (1989), la semilla en proceso de muerte se caracteriza por una declinación gradual de su viabilidad.

Como todo ser viviente, la semilla, muere. Antes de sembrar la semilla es conveniente conocer la calidad mediante una prueba de inspección directa. Esta prueba se realiza haciendo un corte a la semilla y observando que tenga su endospermo con las siguientes características: que esté completo, sano, sin coloraciones indicadoras de muerte de los tejidos y con un aspecto normal. Después se verifica la fecha de recolección, la fecha de siembra y se cruza con la información sobre el tiempo que se conserva viable dicha semilla (Trujillo, 1995).

Pollock y Kearns (1962); citados por Hurtado (1998), indican que el retraso de la germinación no es accidental. Es el resultado de mecanismos fisiológicos que conservan a la semilla en un estado para que no germine. Pueden ser obstáculos físicos o químicos. Los obstáculos físicos son causados por las estructuras que rodean al embrión, asociados con la estructura de las cubiertas de las semillas y otros tejidos. Los obstáculos químicos pueden ser de dos tipos: sustancias químicas inhibitoras que se encuentran en los tejidos que rodean a la semilla y una inhibición dentro del embrión, que puede ser química u hormonal.

2.6.3.1 Factores del almacenamiento de semillas que afectan la viabilidad. Para Hartmann y Kester (1989), las condiciones de almacenamiento que mantienen la viabilidad de las semillas, son aquellas que reducen la respiración y otros procesos metabólicos sin dañar al embrión. Las más importantes son: contenido bajo de humedad de la semilla, temperatura baja de almacenamiento y modificación de la atmósfera de almacenamiento. De éstas las de mayor significación son las relaciones de humedad y temperatura.

Contenido de Humedad: Muchas especies de semillas de vida corta son sensibles a la desecación y pierden viabilidad si se reduce su contenido de humedad.

Temperatura: La reducción de la temperatura prolonga la vida de las semillas almacenadas y, en general, puede contrarrestar los efectos adversos de un contenido de humedad elevado. Harrington (1972) ha puesto dos reglas prácticas:

1. Para semillas que no son afectadas adversamente por condiciones de baja humedad, entre valores del 5 al 14%, cada reducción de 1% en su humedad duplica la vida de las semillas.
2. A temperaturas de almacenamiento entre 0 y 45°C, cada disminución de 5°C puede también duplicar la vida de almacén de las semillas. Las semillas almacenadas a baja temperatura, pero con una humedad relativa elevada, pueden perder viabilidad con rapidez cuando se cambian a temperaturas más elevadas.

2.7 GERMINACION

La germinación es el proceso de reactivación de la maquinaria metabólica de la semilla y la emergencia de la radícula (raíz) y de la plúmula (tallo), conducentes a la producción de una plántula. Fisiológicamente, la germinación comienza con las etapas iniciales de reactivación bioquímica y termina con la emergencia de la radícula (Hartmann y Kester, 1989). Para Montes (1998), una semilla se considerará germinada cuando desarrolla o se convierte en una planta normal, la cual se espera continúe su desarrollo bajo condiciones favorables.

2.7.1 Proceso de la germinación

Según Hartmann y Kester (1989), para que la germinación se realice, se necesita que:

- La semilla sea viable, o sea, que tenga un embrión vivo capaz de crecer.
- Se tengan la temperatura, aereación y humedad adecuada para el proceso.
- Se eliminen los bloqueos fisiológicos o físicos presentes en las semillas, que impiden la germinación.

2.7.2 Etapas de la germinación

2.7.2.1 Activación. Para Hartmann y Kester (1989), en esta primera etapa consiste en tres procesos simultáneos.

- Absorción de agua, principalmente por imbibición, que hace que la semilla se hinche y acabe abriéndose la cubierta seminal.
- Síntesis de enzimas, esta actividad empieza muy rápidamente después del inicio de la germinación. A medida que se hidrata la semilla se produce un aumento rápido de la respiración debido a que, muchas enzimas que se encontraban inactivas previo a la absorción de agua por la semilla, son rápidamente activadas por simple hidratación. En

esta etapa los reguladores de crecimiento tienen un papel importante en el control de la síntesis de enzimas. Por ejemplo: las giberelinas estimulan la síntesis de la amilasa en las semillas que acumulan almidón y estimulan las lipasas en las semillas oleaginosas como el algodón.

- Agrandamiento de las células y emergencia de la radícula; que es el primer signo visible de la germinación, que resulta del agrandamiento de las células más que de la división celular.

2.7.2.2 Digestión y Traslocación. En el endospermo o los cotiledones se almacenan grasas, proteínas y carbohidratos. Estos compuestos son digeridos y transformados en sustancias más simples, que son translocadas a los puntos de crecimiento del eje embrionario.

2.7.2.3 Crecimiento de la plántula. Resulta de la división celular continuada en puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguida de la expansión de las estructuras de la plántula. La iniciación de la división celular en los puntos de crecimiento es independiente de la iniciación del agrandamiento celular. Una vez que comienza el crecimiento en el eje embrionario, se incrementan el peso fresco y el peso seco, pero disminuye el peso total de los tejidos de almacenamiento.

2.7.3 Factores ambientales que afectan la germinación.

De acuerdo a Hartmann y Kester (1989), se deben de tomar en cuenta 3 factores que pueden afectar la germinación.

2.7.3.1 Agua. El contenido de agua es un factor muy importante en el control de la germinación de la semilla. Se dice que con menos del 40 o 60% de agua en la semilla (con base en peso fresco), no se efectúa la germinación.

Según Guevara (1988), citado por Estrada (1995), el agua debe ser aportada en forma líquida. Un exceso de agua es nocivo para la germinación. El agua penetra en las envolturas por capilaridad y luego las células vivas readquieren turgencia y provocan un llenado de agua, resultando en un hinchamiento de la semilla.

2.7.3.2 Oxígeno. Es esencial para el proceso de respiración de las semillas en germinación. La provisión de oxígeno al embrión puede estar limitada por la condición del medio o por restricciones impuestas por las cubiertas de las semillas. El oxígeno es escaso donde hay un exceso de agua en el medio.

2.7.3.3 Temperatura. Es el factor ambiental más importante que regula la germinación y controla el crecimiento de las plántulas. La tasa de germinación por lo general se reduce a

temperaturas bajas pero aumenta palalelamente con la elevación de la temperatura. Para la germinación de las semillas se definen tres puntos de temperatura (mínima, óptima y máxima), que varían con la especie. a) temperatura mínima, es la más baja para una germinación efectiva. b) temperatura máxima, es la más elevada en que puede ocurrir la germinación. c) temperatura óptima, es en la que se obtiene el mayor porcentaje de plántulas. La temperatura óptima para las semillas que no están en letargo es de 25 a 30°C.

2.8 DORMANCIA DE LA SEMILLA

Es el estado en que se encuentra una semilla viable sin germinar, aunque disponga de suficiente humedad, una aereación similar a la de las primeras capas de un suelo bien ventilado y una temperatura que se encuentre entre 10 y 30°C. Se entiende por quiescencia como la inhibición por no tener las condiciones ambientales adecuadas para la germinación. Dormancia es sinónimo de dormición, letargo, latencia, reposo y vida latente (Camacho, 1994).

2.8.1 Causas de la dormancia

Según Copeland *et al.* (1976) citados por Camacho (1994), los mecanismos causantes de las dormancia son:

- Impermeabilidad al agua.
- Baja permeabilidad a los gases.
- Resistencia mecánica al crecimiento del embrión.
- Permeabilidad selectiva a los reguladores del crecimiento.
- Bloqueos metabólicos.
- Presencia de inhibidores.
- Embriones rudimentarios.
- Adquisición de mecanismos inhibidores.

2.9 ESCARIFICACION

Según Hartmann y Kester (1989), es cualquier proceso de romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases.

Tratamientos más comunes de escarificación.

2.9.1 Escarificación mecánica

Los métodos para escarificación mecánica pueden incluir raspar con lija las cubiertas de las semillas duras, limarlas, o quebrarlas con un martillo. Las semillas escarificadas por estos métodos son más susceptibles a daño por organismos patógenos y no se almacenan bien en comparación con aquellas que no han sido sometidas a un proceso de escarificación (Hartmann y Kester, 1989).

FAO (1991), los tratamientos para romper la dormancia física de la cubierta o testa, tienen por objetivo ablandar, perforar, rasgar o abrir la cubierta para hacerla permeable, sin dañar el embrión ni el endospermo que se encuentran en su interior.

2.9.2 Escarificación con agua caliente

Se colocan las semillas en un recipiente en una proporción de 4 a 5 veces su volumen de agua caliente con una temperatura entre 77 y 100 °C. Luego se retira la fuente de calor y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 h en el agua que se va enfriando gradualmente. Algo muy importante que se debe tomar en cuenta es que las semillas se deben sembrar inmediatamente después del tratamiento con agua caliente porque no hacerlo puede perjudicar su tasa de germinación (Hartmann y Kester, 1989).

2.9.3 Escarificación con ácido

Las semillas secas se colocan en recipientes y se cubren con ácido sulfúrico concentrado (de peso específico 1.84) en proporción de una parte de semilla por dos de ácido. La cantidad de semilla que se trate a la vez no debe sobrepasar los 10 kg para evitar un calentamiento. Algo muy importante es que los recipientes deben estar hechos de vidrio, cerámica o madera, no se debe usar metal o plástico. Durante el tratamiento, la mezcla debe menearse con todo cuidado a fin de obtener resultados uniformes e impedir la acumulación de materiales oscuros, resinosos, de las cubiertas de las semillas que a veces hay presentes. Como la agitación tiende a elevar la temperatura, se debe cuidar de no efectuar una mezcla demasiado vigorosa para evitar dañar las semillas. En cuanto al tiempo de tratamiento varía desde 10 minutos para ciertas especies, hasta 6 horas o más para otras especies (Hartmann y Kester, 1989).

Al terminar el tratamiento se escurre el ácido y las semillas se lavan para quitarles el restante. Las semillas tratadas con ácido se pueden sembrar de inmediato o secar y guardarse para la siembra posterior (Hartmann y Kester, 1989).

2.10 El uso de giberelinas para facilitar la germinación.

Las giberelinas comprenden a un grupo de hormonas vegetales que tienen una actividad significativa en la fisiología de las semillas. En las plantas se puede encontrar una serie de clases de giberelinas naturales. El ácido giberélico (GA3), puede superar la dormancia fisiológica en varias especies de semillas y estimular la germinación de semillas con embriones en dormancia (Hartmann y Kester, 1989). En muchas semillas el ácido giberélico mejora la velocidad de germinación, el porcentaje de germinación y el crecimiento inicial de las plántulas.

Las giberelinas desempeñan una función en dos etapas: La primera ocurre en la inducción de enzimas al ser transcritas de los cromosomas. La segunda etapa ocurre en la activación de enzimas que intervienen en la movilización del sistema de alimentos (Hartmann et al., 1990).

Según Duarte *et al.* (1976) citados por Hurtado (1998), en lúcumo (*Lucuma obovata*) de la familia de las Saporaceas, con una semilla muy similar al sapote, se logró un incremento en el porcentaje final de germinación con el rajado o pelado de la cubierta, con o sin remojo de ácido giberélico, con relación al testigo. El ácido giberélico resultó efectivo a las dosis de 100 ppm y no a las de 1,000 y 10 ppm. En crecimiento de las plántulas, se pudo ver que todos los tratamientos superaron al testigo en forma significativa, existiendo a su vez diferencia significativa entre ellos, a favor del remojo en 100 y 1,000 ppm de ácido giberélico a los 5 meses de iniciada la germinación. La escarificación manual de la cubierta, seguida de un rajado de la misma produjo mayor número de plantas en el menor lapso y las plantas originadas de las mismas pudieron ser injertadas antes.

En chichosapote (*Mamillaria sapota*) Hurtado (1998) encontró que la aplicación de ácido giberélico resultó más efectiva en semillas intactas, sin ninguna escarificación, si bien no encontró diferencias significativas entre dosis, que tuvieron una alta diferencia con el testigo, cuyas plántulas fueron las de menor altura de todos los tratamientos. La aplicación de ácido giberélico aumentó la altura final de las plántulas, respondiendo mejor a la concentración de 2,500 ppm, que a la de 1,250 ppm.

2.11 Antecedentes de la propagación sexual y asexual del sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn)

Según Morera (1992), en la propagación por semilla del sapote, como en la mayoría de frutales, existe el problema de la gran variabilidad genética de las plántulas. Señala que el porcentaje de germinación es de aproximadamente 85% y que demora de 40 a 70 días para germinar. Como tiene un período corto con poder germinativo, la germinación ocurre con mucha más facilidad si se les quita la cáscara o si se les realiza una escarificación antes de la siembra. Árboles propagados por semilla tardan de 7 a 8 años en producir.

Según Campbell (1978), es necesario sembrar las semillas de sapote no más tarde que 4 a 5 días después de extraerlas del fruto, debido a que pierden su viabilidad en un corto período de tiempo, especialmente cuando están secas.

Según Morera (1992), la posición correcta al sembrar la semilla de sapote es con la parte más puntiaguda hacia abajo; así al empezar la germinación lo primero que se observa es la separación de la corteza que la envuelve; los cotiledones se separan para dejar salir el tallo de la nueva planta y cuando ésta forme sus primeras dos hojas, es el momento del trasplante. Esta posición asegura que la planta tenga un tallo recto sin problemas de curvatura en la zona del cuello.

Quilantán (1979), indica que para lograr la producción comercial de plantas injertadas de sapote, deben seleccionarse patrones de aproximadamente 12 meses de edad, tomar las varetas de árboles totalmente defoliados en la época seca y luego se injerta a una altura de 10 a 30 cm del cuello.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACION Y CONDICIONES CLIMATICAS

El trabajo se realizó en el área de propagación de frutales, del Departamento de Horticultura en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, situada en el Valle del río Yeguaré, a 30 km del oeste de Tegucigalpa, en el departamento Francisco Morazán, Honduras, a una altura de 800 msnm, 14° 00' latitud norte y 87° 02' longitud oeste, con una precipitación entre los 1100 y 1250 mm por año y una temperatura media anual entre los 19 y 29 °C.

3.2 TRATAMIENTOS

Para evaluar el efecto sobre la velocidad de germinación de cada uno de diferentes tratamientos a la cubierta y a la vez determinar cual era la mejor posición de siembra para una buena conformación de la planta, dada por el grado de deformación o curvatura de la zona del cuello, se hizo los siguientes ensayos.

Primer Ensayo

<u>Cubierta de la Semilla</u>	<u>Posición de la semilla</u>
PELADA (sin cubierta)	Echada
	Al revés
	Parada
RAJADA (cubierta rota)	Echada
	Al revés
	Parada
INTACTA (normal)	Echada
	Al revés
	Parada

Para la aplicación de dichos tratamientos, se empleó semillas que se sacaron todas el mismo día de los frutos y se sembraron el mismo día todos los tratamientos, inmediatamente después de sacada la semilla del fruto y tratada.

Adicionalmente se evaluó el efecto del tiempo desde su extracción del fruto sobre la viabilidad de la semilla. Las semillas fueron extraídas del fruto, luego fueron almacenadas en una habitación a temperatura ambiente por diversos periodos que fueron: 3, 5, 7, 14 y 21 días. En cada tratamiento se sembraron las semillas, todas rajadas y echadas.

En un segundo ensayo se estudio el efecto del pelado o rajado de la semilla, combinado con diferentes dosis de ácido giberélico, en la aceleración de la germinación y el crecimiento inicial. En este ensayo la semilla se sembró echada, debido que en el primer ensayo fue la posición que mejor resultado se obtuvo.

En ambos ensayos las semillas se sembraron en bolsa de polietileno de 6" x 15" con un medio de germinación consistente en una mezcla de 1/3 de arena, 1/3 de tierra y 1/3 de estiércol descompuesto por volumen.

La aplicación de ácido giberélico se hizo usando bolsas de polietileno gruesas que contenían las semillas y la solución de ácido giberélico. Las diferentes dosis de ácido giberélico (AG) fueron: 0, 250, 500, 1000 y 2000 ppm; dejando todos los tratamientos en reposo por 24 horas. El tratamiento de 0 ppm de ácido giberélico fue de agua por 24 horas. Los tratamientos usados en este segundo ensayo fueron:

Segundo Ensayo

<u>Cubierta de la semilla</u>	<u>Remojo en ácido giberélico (24 h)</u>
PELADA (sin cubierta)	0 ppm (agua)
	250 ppm
	500 ppm
	1000 ppm
	2000 ppm
RAJADA (cubierta rota)	0 ppm (agua)
	250 ppm
	500 ppm
	1000 ppm
	2000 ppm
INTACTA (normal)	0 ppm (agua)
	250 ppm
	500 ppm
	1000 ppm
	2000 ppm

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Primer Ensayo

Se utilizó Bloques Completos al Azar (BCA), con 3 repeticiones de 9 tratamientos, utilizando en cada repetición 8 semillas. Se usaron otras bolsas para ver el efecto de tiempo de extraída la semilla del fruto sobre la viabilidad de la misma.

Segundo Ensayo

Se usó también Bloques Completos al Azar (BCA), con 3 repeticiones de 6 semillas para los 15 tratamientos. Se utilizó el mismo envase y medio de siembra del anterior.

3.4 VARIABLES MEDIDAS

Se midieron para cada tratamiento las siguientes variables:

- Días de siembra a inicio de la germinación.
- Evolución mensual de la germinación.
- Altura de la planta a los 4, 5 y 6 meses de la siembra.
- Diámetro de planta a los 4, 5 y 6 meses de la siembra.
- Porcentaje de germinación final.
- Longevidad de la semilla.
- Conformación de plantas usando 4 categorías: Buena, Regular, Mala y Pésima de acuerdo al grado de curvatura del cuello.
- Porcentaje de plantas con más de 6 mm de diámetro a 20 cm del suelo a los 4, 5 y 6 meses de la siembra.

3.5 ANALISIS ESTADISTICO

Se usó el paquete M-STAT de la Universidad de Michigan para hacer los análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de Duncan.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ENSAYO No. 1

4.1 PORCENTAJE Y VELOCIDAD DE GERMINACION

El conteo final de las semillas germinadas se llevó a cabo 4 meses después de la siembra. Se pudieron encontrar diferencias significativas entre los tratamientos, con un nivel de significancia del 0.05, en que el mayor porcentaje de semillas germinadas a los 4 meses fue el de las rajadas en posición echada, seguidas por semilla intacta en la misma posición.

Según Morera (1992), el porcentaje de germinación del sapote es de aproximadamente 85% con una semilla intacta en posición de punta hacia abajo y demora en 40-70 días en germinar. En el ensayo realizado el mejor tratamiento fue el de la semilla rajada en posición echada, obteniendo el 95% de germinación final y demoró entre 35 y 124 días en germinar. Este tratamiento superó estadísticamente a casi todos los demás excepto al de semilla intacta echada pero fue mucho más rápido en germinar pues a los 3 meses ya había superado el 90% contra 75% de la intacta echada. Lo mismo que el segundo mes en que superó el 70% de germinación contra 62% de la intacta echada.

Se puede notar que como grupo las semillas rajadas al final de 4 meses habían germinado en mayor porcentaje que las intactas y mucho más que las peladas. El pelado por lo tanto no es aconsejable en esta especie.

En cuanto a la velocidad de germinación se puede notar en el Cuadro 1, que el único tratamiento que germinó al mes fue la semilla pelada en posición echada. Pero los porcentajes finales de ésta fueron mucho más bajos que los demás, debido posiblemente a la pudrición de ésta, por estar directamente expuesta a los patógenos sin protección de la cubierta, aquellas que no se malograron lógicamente germinaron mucho antes por no tener una barrera física.

Según Pollock y Kearns (1962), citados por Arévalo (1998) los tejidos que rodean al embrión generalmente son para darle protección contra daños mecánicos o contra ataques de microorganismos. La cubierta intacta o rajada es indispensable en este caso para mantener las mejores condiciones para que las semillas puedan germinar, caso que no ocurre con muchas otras semillas, donde la eliminación de la cubierta no causa mayores problemas.

Cuadro 1. Porcentajes acumulados de germinación de semillas de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) con diversos tratamientos a la semilla. El Zamorano, Honduras, 1999.

TRATAMIENTO	MESES DESDE LA SIEMBRA				PROMEDIO*
	1	2	3	4	
PELADA					
Echada	8.33	25.00bc	25.00cd	29.17de	26.39
Al revés	0.00	16.67c	16.67d	16.67e	
Parada	0.00	29.16bc	33.33bcd	33.33cde	
RAJADA					
Echada	0.00	70.83a	91.66a	95.83a	77.78
Al revés	0.00	33.33bc	54.16bc	70.83b	
Parada	0.00	33.33bc	54.17bc	66.67bc	
INTACTA					
Echada	0.00	62.50ab	75.00ab	79.17ab	70.83
Al revés	0.00	46.67bc	71.67abc	70.83b	
Parada (T)	0.00	41.67bc	54.16bc	62.50bcd	

** Media aritmética de los 3 subtratamientos para cada tipo de escarificación. No se analizó estadísticamente.

4.2 ALTURA PROMEDIO DE PLANTULAS (cm)

La altura promedio (cm) de las plántulas de los diferentes tratamientos, se midió desde el nivel del suelo y los resultados aparecen en el Cuadro 2, donde se puede ver que en altura a los 4 meses hubo diferencias significativas, siendo el de semilla intacta en posición echada, el mejor de todos los tratamientos con relación al testigo.

En altura promedio a los 6 meses no se pudo encontrar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, pero sí se puede notar que la semilla rajada y la intacta tuvieron, como grupo, una mejor altura que la pelada, indicando igualmente cierto daño o efecto negativo que esta práctica produce en estas semillas, reduciendo el crecimiento de las plántulas.

Cuadro 2. Altura final de plántulas de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) con diversos tratamientos a la semilla. El Zamorano, Honduras, 1999.

TRATAMIENTO	MESES DESDE LA SIEMBRA		PROMEDIO**
	4	6	
PELADA			
Echada	28.11abc	38.33*	31.70
Al revés	18.67c	25.33	
Parada	24.39bc	31.44	
RAJADA			
Echada	30.54ab	35.39	35.17
Al revés	27.41abc	33.28	
Parada	30.64ab	36.83	
INTACTA			
Echada	36.13a	42.28 *	39.76
Al revés	33.50ab	38.76	
Parada (T)	32.68ab	38.24	

* No significativo.

** Media aritmética de los 3 subtratamientos para cada tipo de escarificación. No se analizó estadísticamente.

4.3 DIAMETRO PROMEDIO DEL TALLO A 20 cm DEL SUELO

La medición se hizo a todas aquellas plantas que tuvieron más de 20 cm del suelo y esta variable no resultó con diferencias significativas a un nivel del 0.05. En el Cuadro 3 se puede ver los resultados y nuevamente el tratamiento de pelado dió los menores resultados aunque no estadísticamente, pero si numéricamente. El tratamiento de semilla intacta echada resultó el de mejor diámetro numéricamente.

Se puede apreciar en el Cuadro 2 y 3 que, a diferencia de porcentaje de germinación, en que la semilla rajada echada resultó la mejor, para altura y diámetro del tallo la intacta echada superó a todas. Esto podría deberse a que en las rajadas y sobre todo las peladas ocurre un cierto ataque de patógenos que si bien no las mata, las debilita. Incluso en este caso en que las intactas tardaron más en emerger su promedio de crecimiento fue mayor.

Cuadro 3. Diámetro final de plántulas de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn), luego de diversos tratamientos a la semilla. El Zamorano, Honduras, 1999.

TRATAMIENTO	MESES DESDE LA SIEMBRA		PROMEDIO**
	4	6	
PELADA			
Echada	5.20*	6.02	
Al revés	2.85	3.91	5.33
Parada	5.23	6.06	
RAJADA			
Echada	5.19	6.10	
Al revés	5.00	5.92	6.05
Parada	5.35	6.13	
INTACTA			
Echada	5.20	6.72	
Al revés	4.87	6.11	6.26
Parada (T)	5.00	5.96	

* No significativo.

** Media aritmética de los 3 subtratamientos para cada tipo de escarificación. No se analizó estadísticamente.

4.4 PORCENTAJE DE PLANTAS CON MAS DE 6 mm DE DIAMETRO A 20 cm DEL SUELO

Se pudo encontrar diferencias significativas entre los tratamientos a un nivel de significancia de 0.05, lo que se puede ver en el Cuadro 4. El mejor tratamiento para lograr plantas que tuvieran un tallo con un diámetro mayor a 6 mm, a 20 cm del suelo, a los 4 y 6 meses después de la siembra, fue el de semilla intacta en posición echada.

Según Quilantán (1979), para lograr la producción comercial de plantas injertables de sapote deben seleccionarse patrones de aproximadamente 12 meses de edad. En este experimento si bien no se había llegado a tener una planta injertable según este criterio, sí se puede decir que la semilla intacta, sobre todo echada, dió los mejores grosores de tallo. No se sabe a que se debe este resultado, posiblemente estas plantas no tuvieron ningún ataque de patógenos por lo que crecieron más vigorosamente que las demás.

Cuadro 4. Porcentaje de plantas de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) con un diámetro de tallo mayor a 6 mm, a 20 cm del suelo, luego de diversos tratamientos a la semilla. El Zamorano, Honduras, 1999.

TRATAMIENTO	MESES DESDE LA SIEMBRA		PROMEDIO**
	5	6	
PELADA			
Echada	8.33c*	12.50c	12.50
Al revés	8.33c	12.50c	
Parada	8.33c	12.50c	
RAJADA			
Echada	37.50ab	50.00ab	37.50
Al revés	20.83bc	25.00bc	
Parada	33.33abc	37.50abc	
INTACTA			
Echada	58.33a	70.83a	52.77
Al revés	33.33abc	45.83abc	
Parada (I)	29.16abc	41.67abc	

* Resultados en una columna con una letra en común no difieren significativamente.

** Media aritmética de los 3 subtratamientos para cada tipo de escarificación. No se analizó estadísticamente.

4.5 LONGEVIDAD DE LA SEMILLA

En el experimento se pudo determinar que las semillas de sapote luego de 7 días al medio ambiente ya no germinaron como se muestra en Cuadro 5. Esto coincide básicamente con Campbell (1978), quien señala que es necesario sembrar las semillas de sapote no más tarde que 4 a 5 días después de extraerlas del fruto, ya que pierden su viabilidad en un corto período de tiempo cuando se encuentran en seco. Por lo tanto hay que sembrarlas lo antes posible, ya que en comparación con otras semillas que sí se pueden almacenar un largo tiempo, éstas bajo condiciones normales no duran más allá de la semana, lo ideal es sembrarla antes de las 24 horas de sacada del fruto coincidiendo lo indicado por Campbell e incluso haciendo más corto el tiempo indicado por este autor.

Cuadro 5. Viabilidad de semillas de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) luego de diversos tiempos de haber sido sacada del fruto. El Zamorano, Honduras, 1999.

Tiempo sacado del fruto (Días)	% Germinación
0	79.19
3	49.80
5	50.20
7	49.70
14	0.00

4.6 CONFORMACION DE PLANTAS

En el ensayo se usaron 4 categorías para clasificar la mejor conformación de las plántulas de sapote de acuerdo al grado de curvatura a la altura del cuello, resultando la mejor posición para obtener una planta sin problemas de curvatura en la zona del cuello la posición echada, la cual dió un 100 % de las plantas con buena conformación cuando se sembró intacta, como se puede ver en el Cuadro 6. Esto contradice lo indicado por Morera (1992), de que la posición correcta para sembrar la semilla de sapote es con la parte más puntiaguda hacia abajo, ya que esta posición asegura que la planta tenga un tallo recto sin problemas de curvatura en la zona del cuello, en este caso tal cosa no ocurrió así en ninguno de los tipos de escarificación ya que todas las semillas echadas dieron una conformación mejor que las sembradas de punta o al revés.

Cuadro 6. Conformación de la zona del cuello plantas de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) luego de diversos tratamientos a la cubierta y y posiciones de siembra. El Zamorano, Honduras, 1999.

TRATAMIENTO DE LA SEMILLA	PORCENTAJE POR CATEGORIA			
	PESIMA	MALA	REGULAR	BUENA
PELADA				
Echada	0.00	0.00	12.50	87.50
Al revés	12.50	37.50	50.00	0.00
Parada	0.00	25.00	25.00	50.00
RAJADA				
Echada	0.00	12.50	12.50	75.00
Al revés	25.00	37.50	37.50	0.00
Parada	12.50	12.50	25.00	50.00
INTACTA				
Echada	0.00	0.00	0.00	100.00
Al revés	12.50	25.00	50.00	12.50
Parada (T)	12.50	12.50	25.00	50.00

Buena: Cuello totalmente recto (Comercial)

Regular: Cuello algo curvado (Comercial)

Mala: Cuello muy curvado (No comercial)

Pésima: Cuello retorcido (No comercial)

ENSAYO No. 2

4.7 PORCENTAJE Y VELOCIDAD DE GERMINACION

Para este ensayo el conteo final de las semillas germinadas se llevó a cabo en un período de 2.5 meses. Los resultados de porcentajes y velocidad de germinación se pueden apreciar en el Cuadro 7. En este ensayo se usó ácido giberélico (AG) para ver si producía efectos importantes en semilla de sapote.

Todas las semillas se sembraron echadas por haber sido la mejor posición en el ensayo anterior. Los porcentajes de germinación en este ensayo fueron inferiores, debido posiblemente que la semilla extraída del fruto estuvo algo inmadura, pues no tenía el color oscuro característico.

El mayor porcentaje de germinación a los 2.5 meses se obtuvo con semillas peladas echadas con 0 ppm de ácido giberélico (AG). A los 40 días hubo diferencias significativas y este tratamiento superó a todos.

El ácido giberélico en la semilla de sapote no produjo diferencias significativas con un nivel de significancia del 0.05 en el porcentaje final de germinación. El único efecto que tuvo el AG en la semilla de sapote fue sobre la velocidad de germinación pues a los 24 días ya había germinado la primera semilla con la dosis de 250 ppm, comparado con el testigo en que la primera semilla germinó a los 35 días.

Se puede notar en éste caso que la semilla intacta se comportó numéricamente peor que las demás. Esto puede deberse a que la semilla no estuvo del todo madura y por lo tanto la presencia de la cubierta tuvo un efecto más inhibitorio que en el primer ensayo, en que esta semilla germinó mejor que la pelada lo que no ocurrió en el segundo. En esta circunstancia el ácido giberélico, sobre todo 1,000 ppm, ayudó ligeramente para una mayor germinación de estas semillas encerradas en su cubierta. La semilla rajada al igual al primer ensayo fue la que más germinó si bien no hubo diferencias estadísticas entre ningún tratamiento.

Cuadro 7. Porcentajes de germinación de semillas de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) con diversos tratamientos con ácido giberélico. El Zamorano, Honduras, 1999.

TRATAMIENTO CON A.G. 24 h (ppm)	TIEMPO DESDE LA SIEMBRA		
	40 Días	2 Meses	2.5 Meses
PELADA			
0	83.34a	83.34*	83.34
250	44.44b	44.45	50.00
500	44.44b	44.44	50.00
1000	38.87bc	50.00	50.00
2000	50.00ab	50.00	50.00
RAJADA			
0	22.22bc	38.89	72.22
250	27.78bc	61.11	66.67
500	11.11bc	16.67	55.56
1000	22.22bc	61.11	77.78
2000	38.89bc	38.89	55.56
INTACTA			
0	16.67bc	33.33	38.90
250	5.56c	33.33	38.90
500	16.67bc	33.38	44.45
1000	11.11bc	33.33	50.00
2000	11.11bc	44.45	44.45

* No significativo.

BIBLIOTECA WILSON POPENOR
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 83
TEGUIGALTA HONDURAS

4.5 ALTURA PROMEDIO DE PLANTULAS (cm)

El uso de ácido giberélico no produjo diferencias significativas entre los tratamientos, a los 5 meses tal como se puede ver en el Cuadro 8, no hubo una respuesta clara como en otras especies donde sí se producen efectos bastantes notorios en alargamiento de entrenudos y tamaño de planta. Se puede decir que esta especie no responde bien a esta sustancia.

Cuadro 8. Altura promedio de las plantas de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) luego de diferentes tratamientos con ácido giberélico a la semilla. El Zamorano, Honduras, 1999.

TRATAMIENTO	MESES DESDE LA SIEMBRA	
	4	5
CON A.G. 24 h (ppm)		
PELADA		
0	25.24*	28.17
250	24.22	26.41
500	26.61	28.11
1000	15.79	16.24
2000	23.39	25.05
RAJADA		
0	22.02	26.17
250	22.42	24.83
500	26.64	30.83
1000	25.75	28.27
2000	33.67	34.92
INTACTA		
0	17.63	19.25
250	22.78	24.89
500	25.28	27.22
1000	23.50	28.39
2000	26.05	28.63

* No significativo.

4.9 DIÁMETRO PROMEDIO DEL TALLO A 20 cm DEL SUELO

La medición de este se hizo a 20 cm, notándose que el uso del ácido giberélico en diferentes concentraciones no produjo diferencias significativas con el testigo tal como se puede ver en el Cuadro 9, si bien hubo una tendencia numérica a que a medida que se incrementó la dosis de A.G hubo un ligero aumento del diámetro de la planta indicando que el A.G siempre estimula el crecimiento de plántula aunque en este caso no fue muy marcada el efecto como en lúcumá (*Lucuma obovata*) (Duarte *et al.*, 1976). En semilla intacta aparentemente el ácido giberélico tuvo un pequeño efecto estimulante, porque éstas a pesar que germinaron más tarde, por efecto de la cubierta llegaron a un diámetro similar a de la semilla en que las cubiertas se rajaron o rompieron.

Cuadro 9. Diámetro en mm de plántulas de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) a 20 cm del suelo con diferentes tratamientos con ácido giberélico a la semilla. El Zamorano, Honduras, 1999.

TRATAMIENTO	MESES DESDE LA SIEMBRA	
	4	5
CON A.G. 24 h (ppm)		
PELADA		
0 ppm	5.18*	5.60
250 ppm	4.67	5.00
500 ppm	4.60	4.87
1000 ppm	4.19	4.85
2000 ppm	4.63	5.80
RAJADA		
0 ppm	3.68	5.43
250 ppm	4.47	5.04
500 ppm	4.37	5.20
1000 ppm	4.95	5.50
2000 ppm	5.80	6.48
INTACTA		
0 ppm	3.09	3.38
250 ppm	4.80	5.15
500 ppm	4.91	5.22
1000 ppm	4.70	5.33
2000 ppm	4.71	5.34

* No significativo.

4.10 PORCENTAJE DE PLANTAS CON MAS DE 6 mm DIAMETRO A 20 cm DEL SUELO

El ácido giberélico no influyó significativamente en el porcentaje de plantas con más de 6 mm de diámetro a 20 cm del suelo a los 5 meses de la siembra, sólo produjo diferencias significativas a los 4 meses tal como se ve en el Cuadro 10, en que el mejor tratamiento fue el de semilla rajada con 2,000 ppm, seguido por el de semilla rajada con 0 ppm de ácido giberélico.

Cuadro 10. Porcentaje de plantas de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn) con más de 6 mm de diámetro a 20 cm del suelo luego de diferentes tratamientos con ácido giberélico a la semilla El Zamorano, Honduras, 1999.

TRATAMIENTO CON A.G. 24 h (ppm)	MESES DESDE LA SIEMBRA	
	4	5
PELADA		
0	16.67ab	22.22*
250	0.00c	11.11
500	0.00c	5.56
1000	0.00c	5.56
2000	5.56bc	11.11
RAJADA		
0	27.78a	27.78
250	0.00c	5.56
500	0.00c	5.56
1000	16.67ab	16.67
2000	33.33a	44.44
INTACTA		
0	0.00c	5.56
250	5.56bc	11.11
500	0.00c	0.00
1000	0.00c	11.11
2000	5.56bc	16.67

* No significativo.

5. CONCLUSIONES

El mejor porcentaje de germinación se obtuvo con semillas rajadas sembradas echadas.

Las semillas que germinaron más rápidamente fueron las peladas sembradas echadas, pero los porcentajes de germinación fueron inferiores en todos los tratamientos debido posiblemente a la pudrición de algunas semillas por exceso de agua presente en el medio o falta de protección.

Las plántulas de semillas intactas sembradas echadas fueron significativamente superiores en altura a los 4 meses y sólo numéricamente a los 6 meses.

No se encontró diferencia significativa en el diámetro entre tratamientos a los 4 y 6 meses de la siembra, numéricamente el tratamiento de semilla intacta echada presentó los mayores grosores del tallo y por ello tuvo el mayor número de plantas injertables.

Con más de 7 días de extraída la semilla del fruto y almacenada sin ningún tratamiento, casi ya no germinó, por lo que una vez extraída se debe sembrar casi de inmediato.

La mejor forma de siembra de semilla de sapote, para lograr un tallo sin curvatura en la zona del cuello es echada.

El ácido giberélico (AG), no tuvo efectos significativos en la semilla de sapote en: porcentaje de germinación, altura de la planta y diámetro. Sólo se pudo notar un cierto incremento en velocidad de germinación.

6. RECOMENDACIONES

Controlar el agua de riego, ya que por la lluvia no se pudo controlar la cantidad de agua y las frecuencias de riego, el exceso de agua en el medio causó pudrición de algunas semillas.

No extraer semillas del fruto hasta que este llegue a su madurez fisiológica, de lo contrario pueden presentar problemas en la germinación. La cubierta tiene que estar de color café.

Probar semillas peladas con fungicida o sembrada en medio desinfectado.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ALMEYDA, N. 1976. El mamey sapote. Instituto Mayaguezano de Agricultura Tropical, Mayaguez, Puerto Rico. 60 p.
- AREVALO, J. 1998. Tratamientos para mejorar la germinación de semillas de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) y algarrobo (*Prosopis spp.*). Tesis de Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 32 p.
- CAMACHO, F. 1994. Dormición de semillas: causas y tratamientos. Ed. Trillas, México. 125 p.
- CAMPBELL, C. 1978. Mamey sapote cultivars in Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 95: 114-115
- COPELAND, L. 1976. Principles of seed science and technology, Burger Publishing Company, Estados Unidos. 360 p.
- DUARTE, O.; SANTOS, D.; FRANCIOSI, R. 1976. Efecto de diversos tratamientos sobre la germinación y crecimiento de plántulas de lúcumo (*Lucuma obovata* H.B.K.). *Proc. Trop. Region Amer. Soc. Hort. Sci.* 20: 242-249.
- ESTRADA, R. 1995. Efecto de algunos tratamientos en la propagación sexual del nance (*Byrsonima crassifolia*, L.). Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 41 p.
- FAO (ROMA). 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales, con especial referencia a los trópicos. Estudio FAO, Montes. No. 20/2. 502 p.
- GUEVARA, E. 1988. Fisiología de cultivos perennes. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, San José. 35 p.
- GUTIERREZ, G. 1985. Informe final de recolección de algunos cultivares nativos de Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 256 p.
- HARTMANN, H.; KESTER, D. 1989. Propagación de plantas: Principios y prácticas. 3 ed. México, Compañía Editora Continental. 760 p.
- HARTMANN, H.; KESTER, D.; DAVIES, F. 1990. Plant Propagation, principles and practices: Principles of propagation by seed and techniques of propagation by seed. 5 ed. New Jersey, EE.UU., Simon & Schuster. p. 119-148.
- HARRINGTON, J. 1972. Seed storage and longevity. In seed biology, T. T. Kozlowsky. 2 ed. New York: Academic Press. p. 145-245.

HURTADO, J. 1998. Tratamientos para mejorar la propagación sexual de la sapodilla o chicosapote (*Manilkara zapota*). Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 22 p.

LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. 2 ed. San José, Costa Rica. I.L.C.A. 445 p.

MALO, S. 1979. Propagation of the mamey sapote. *Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci.* 18: 165-174.

MONTES, A. 1998. Fisiología de semillas de hortalizas. E.A.P. - El Zamorano, Honduras. p. 1-3.

MORERA, J. 1992. El sapote. Turrialba, Costa Rica. p. 8-12.

PENNINGTON, T. 1990. Flora neotrópica: Sapotáceas. New York, EE:UU. The New York Botanical Garden, Monograph No.52. p. 493-499.

POLLOCK, B.; KEARNS, V. 1962. Semillas. USDA, Yearbook of Agriculture 1961, Trad. por Antonio Marino, Pánfilo Rodríguez y Manuel García. Ed. Por México, DF, Compañía Editora Continental p. 201-208.

QUILANTAN C.J. 1979. Propagación vegetativa del sapote mamey. *Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci.* 23: 180-182.

ROBERTS, E. 1995. Predicting the storage life of seeds. *Seed Sci. and Techn.* 1: 499-514.

SALCEDO, G. 1985. Propagación vegetativa de mamey (*Calocarpum sapota*) Colegio de Post Graduados, Chapingo, México. 68 p.

TRUJILLO, E. 1995. Manejo de Recursos Naturales. Área Silvicultura de Bosques Tropicales. Manejo de semillas forestales: Guía técnica para el extensionista forestal. Turrialba, Costa Rica. 54 p.