

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

**Efectos del almacenaje, la deshidratación y  
del ácido giberélico en la germinación del  
mamey sapote (*Pouteria sapota*  
(Jacq.) Moore y Stearn)**

Trabajo de graduación presentado como requisito para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo  
en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Christian Dagoberto Cruz Sancán**

Honduras  
Diciembre, 2002

El autor concede a 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.

---

Christian Dagoberto Cruz Sancán

Honduras  
Diciembre, 2002

**Efectos del almacenaje, la deshidratación  
y del ácido giberélico en la germinación  
del mamey sapote (*Pouteria sapota*  
(Jacq.) Moore y Stearn)**

presentado por:

Christian Dagoberto Cruz Sancán

Aprobada:

---

Odilo Duarte, Dr. Sci. Agr., M.B.A.  
Asesor Principal

---

Jorge Restrepo, MBA  
Coordinador Carrera  
Ciencia y Producción  
Agropecuaria

---

Mauricio Huete, Ing. Agr.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph. D.  
Decano Académico

---

Pablo Paz, Ph.D.  
Coordinador PIA

---

Mario Contreras, Ph. D.  
Director

## **DEDICATORIA**

A nuestro Dios Todopoderoso, razón de la existencia.

A mis padres, ejemplos dignos de superación: mi total inspiración.

A mis hermanos, por todo el cariño del mundo.

A mi *Alma Mater*, por llenarme de sus conocimientos.

A mi patria, el Ecuador.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso, por haberme dado las herramientas necesarias para llegar hasta estas instancias, bendecir a lo que más he logrado apreciar en la vida y haberme designado ser hijo y hermano de ellos: mi familia.

A mi padre, Freddy Cruz Villafuerte, por ser el ejemplo de superación, tenacidad, bondad, humildad y sacrificio máximo. Por inculcar en nosotros el deseo de llegar lejos. Por ser más que un padre... un amigo leal.

A mi madre, Carmen Sancán Chavez, por llenar las mismas cualidades que mi padre (de pronto y más fuertes), y muy especialmente por la entrega total de su "yo personal", su espíritu solidario y el amor familiar.

A mi hermano Freddy Iván, por haber creído siempre en mí y haberme dado el ánimo para salir adelante. Recuerda que el futuro es nuestro, solamente hay que ir y buscarlo.

A mi hermana Silvia Marcela, por sus muestras de cariño, su apoyo incondicional y por darnos siempre lecciones de sencillez.

A mi hermano Andrés Paúl, por irradiar alegría en nuestro hogar.

A Paola, Cecilia, Johana y Karen y mis tíos: Alfredo, Maribel, Lilia, Patricia, Fidel y Violeta por su amistad y cariño.

A todos(as) los(as) que aportaron con sus oraciones para lograr esta meta... especialmente gracias a mis abuelos.

Al Dr. Odilo Duarte, por sus consejos, amistad y conocimientos.

A mis compañeros(as) en el Programa de Agrónomo y de Ingeniero Agrónomo. No me atrevería mencionar a ninguno, porque de una u otra manera pasaría por alto a alguien. Mi más sincero deseo de agradecimiento por los momentos vividos: los momentos de tristeza y felicidad, las noches de estudio y de farra, las bromas y rabieta... las mil y un historias que dejamos en cuatro años de mutua convivencia, gracias por todo, amigos míos.

A mis amigos en Guayaquil: Guido Alcívar, Paúl Zambrano, Christian Bobadilla, Danilo Espinosa de los Monteros y Omar Maridueña.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

A Zamorano y el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, por la ayuda parcial durante el Programa de Agrónomo.

## RESUMEN

Cruz, Christian. 2002. Efectos del almacenaje, la deshidratación y del ácido giberélico en la germinación del mamey sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore y Stearn). Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 26 p.

El uso de plantas injertadas de mamey sapote es necesario y para ello es importante producir patrones de calidad. Los patrones para injerto se propagan por semilla porque no existe otro método práctico para producirlos. Este tipo de semillas tienen viabilidad muy corta y las causas de la pérdida de la viabilidad y sus dificultades de almacenamiento no han sido investigadas a cabalidad. Los objetivos fueron mantener la viabilidad de la semilla a tres temperaturas de almacenaje, evaluar los efectos del almacenaje a tres temperaturas comparados con el uso de semillas recién extraídas del fruto, aumentar la germinación y el crecimiento inicial de plántulas con remojos en ácido giberélico usando dos tipos de escarificado (rajado y pelado) y determinar el efecto de la deshidratación de la semilla sobre la germinación. El experimento se realizó entre febrero y agosto de 2002 en El Zamorano, Honduras. Se usó un diseño de medidas repetidas en el tiempo, para determinar los efectos del uso de semillas recién extraídas del fruto, en contraste con semillas almacenadas a tres temperaturas (5 °C, 10 °C ó medio ambiente) y el efecto de seis concentraciones de ácido giberélico (0, 10, 50, 250, 1250 ó 6250 ppm) sobre las semillas. Para determinar el efecto de la deshidratación no se usó análisis estadístico. El mayor porcentaje de germinación (86%) fue con semillas recién extraídas del fruto. Las semillas almacenadas al medio ambiente perdieron la viabilidad a los 16 días. El 30% de las semillas almacenadas a 10 °C en bolsas de polietileno germinaron a las 8 semanas. Este porcentaje se redujo a 10 y 5% a las 9 y 10 semanas de almacenaje, respectivamente. No hubo diferencia significativa en ninguna de las seis concentraciones del ácido giberélico sobre la germinación, el diámetro a la altura del cuello ni la altura de la plántula. La mayor sobrevivencia encontrada en las semillas rajadas, en comparación a la de semillas peladas, se debe posiblemente a que las semillas sin cubierta se pudren con mayor facilidad. La principal causa de la muerte de las semillas de esta especie ocurre cuando pierden entre 30-40% de su humedad inicial, que es 70%.

**Palabras clave:** Contenido crítico de humedad, recalcitrante, viabilidad.

## **Nota de prensa**

### **EL MAMEY SAPOTE UN CULTIVO NO TRADICIONAL EN AUGE**

El sapote, mamey sapote o mamey colorado, una fruta importante en la Florida (USA), México, República Dominicana, Puerto Rico, Cuba y toda Centroamérica, pese a su gran importancia como alimento desde tiempos pre-coloniales, no ha sido objeto de investigación como otros cultivos. Recientemente el interés por esta fruta en países como Australia, Israel, Vietnam, España y Venezuela, la han convertido en un cultivo no tradicional con grandes oportunidades en estos mercados.

Entre los productores, en la actualidad, el uso de plantas injertadas y otros frutales arbóreos se ha popularizado. Ellos saben que para la producción de patrones de la mejor calidad, el único método práctico para la injertación del sapote es la propagación por semilla. Este tipo de semillas tiene una viabilidad muy corta, su almacenamiento es complicado y las causas de este fenómeno no han sido investigadas a cabalidad.

Un experimento realizado en la Escuela Agrícola Panamericana “Zamorano”, entre febrero y agosto del año 2002, buscó determinar las mejores condiciones de almacenaje de la semilla bajo tres temperaturas (5 °C, 10 °C y medio ambiente), el mejoramiento de la germinación y del crecimiento inicial con seis concentraciones de ácido giberélico (0, 10, 50, 250, 1250 y 6250 ppm) y el efecto de la deshidratación de la semilla de mamey sapote sobre su germinación.

Los mayores porcentajes de germinación se lograron con semillas rajadas y sembradas echadas, apenas fueron extraídas del fruto (86%). Las semillas almacenadas al medio ambiente perdieron la viabilidad a los 16 días. Por otro lado, se extendió la vida de la semilla a 8 semanas almacenándolas a 10 °C en bolsas de polietileno, con 30% de germinación, que se redujo a 10% y 5% a las 9 y 10 semanas de almacenaje.

El ácido giberélico no tuvo efectos significativos sobre los porcentajes de germinación, el diámetro a la altura del cuello y la altura de la plántula, con el remojo en las seis concentraciones. Los porcentajes de sobrevivencia mayores de la semilla rajada, en comparación a los de la semilla pelada, se deben posiblemente a que las semillas sin cubierta se pudren con mayor facilidad. La pérdida de humedad constituye la principal causa de la muerte de las semillas de esta especie y ocurre cuando esta pierde entre 30 y 40% de su humedad inicial.

El estudio concluye que el cultivo del sapote puede llegar a ser muy rentable para los que lo cultiven, siempre y cuando desarrollen la investigación necesaria en cada etapa del proceso.

---

Lic. Sobeyda Alvarez

## CONTENIDO

Portadilla.....		i
Autoría .....		ii
Página de firmas .....		iii
Dedicatoria.....		iv
Agradecimiento.....		v
Agradecimiento a patrocinadores.....		vi
Resumen.....		vii
Nota de prensa.....		viii
Contenido.....		x
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISION DE LITERATURA</b>	<b>2</b>
2.1	SAPOTE, MAMEY SAPOTE O MAMEY COLORADO .....	2
2.1.1	Nombre científico y familia.....	2
2.1.2	Sinónimos	2
2.2.3	Nombres comunes	2
2.1.4	Generalidades	2
2.1.5	Descripción botánica	3
2.2	PROPAGACIÓN POR SEMILLA	3
2.2.1	Germinación	3
2.2.2	Factores que afectan la viabilidad de las semillas	4
2.3	ALMACENAMIENTO	4
2.3.1	Deterioro de las semilla	7
2.3.2	Comportamiento de semillas recalcitrantes en almacenamiento	7
2.3.3	Factores que afectan la desecación en semillas recalcitrantes	8
2.3.4	Longevidad de semillas recalcitrantes almacenadas en húmedo	8
2.4	REGULADORES DE CRECIMIENTO	9
2.4.1	Acido giberélico	9

<b>3</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>11</b>
3.1	UBICACION	11
3.2	TRATAMIENTOS	11
3.2.1	Almacenamiento de semillas a tres temperaturas	11
3.2.2	Efecto del ácido giberélico en la germinación y crecimiento de plántulas	11
3.2.3	Efecto de la deshidratación de la semilla sobre su germinación	12
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL	12
3.4	VARIABLES ESTUDIADAS	12
3.5	ANÁLISIS ESTADISTICO	13
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>14</b>
4.1	Almacenamiento de semillas a tres temperaturas	14
4.2	Efecto del ácido giberélico (A.G.) en la germinación y crecimiento de plántulas	15
4.3	Efecto de la deshidratación de la semilla sobre su germinación	19
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>23</b>

## 1. INTRODUCCION

El sapote, mamey sapote o mamey colorado (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore y Stearn), es una fruta importante en la Florida (USA), México, República Dominicana, Puerto Rico, Cuba y toda Centroamérica. En el Estado de la Florida, los cubano-americanos y centroamericanos han ayudado a establecer una pequeña pero viable industria. Excepto para los americanos, esta atractiva y excelente fruta es poco conocida en el mundo, probablemente porque sus semillas de muy corta duración pudieron haber desalentado el transporte intercontinental en épocas coloniales. Recientemente se ha incrementado el interés por esta fruta en otros países, tal es el caso de Australia, Israel, Vietnam, España y Venezuela (UF/IFAS, 2002).

Según Morera (1982), el establecer el sapote puede ser un proceso lento que requiere mucha investigación, tiempo e inversión, esto debido a que la experiencia con otros cultivos indica que sin una adecuada estrategia de comercialización y un desarrollo sostenible, el agricultor puede resultar perjudicado; de hecho, generalmente éste suele desconocer los estándares de calidad que rigen la producción, ignorar los métodos de un manejo eficaz y debe hacer frente a elevados costos de cosecha, precios bajos del producto y exiguos rendimientos. Se ha de inculcar que la investigación, la producción comercial y la comercialización son los factores clave para establecer con éxito los cultivos no tradicionales.

Hasta hace pocos años esta especie tardaba para entrar en producción entre 7 y 8 años, ya que se usaba la propagación sexual o por semilla; esto generaba gran variación en las poblaciones, disminuyendo en gran medida la posibilidad de cosechar frutas uniformes en tamaño, peso y calidad (Morera, 1982).

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 injerto se propagan por semilla debido a que no existe otro método práctico para producirlos (Almeyda, 1976). Según Prasad *et al.* (1996), este tipo de semillas, al ser recalcitrantes, tienen una viabilidad muy corta, sin embargo las causas de la pérdida de viabilidad de éstas y sus dificultades de almacenamiento no han sido investigadas a cabalidad.

El presente estudio tuvo como objetivos:

- a.) Determinar las mejores condiciones de almacenamiento de la semilla de mamey sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore y Stearn), mantenidas a tres temperaturas: medio ambiente, 5° C y 10° C.
- b.) Comparar los efectos de seis concentraciones de Ácido Giberélico (A.G.) en la germinación de la semilla.
- c.) Determinar el efecto de la deshidratación sobre la viabilidad de las semillas.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 SAPOTE, MAMEY SAPOTE O MAMEY COLORADO**

#### **2.1.1 Nombre científico y familia:**

*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore y Stearn. Familia Sapotaceae, orden Ebenales.

#### **2.1.2 Sinónimos:**

*Calocarpum sapota* (Jacq.) Merr., *Calocarpum mammosum* (L.) Pierre, *Lucuma mammosa* (L.) Gaertner H.E. Moore y Stearn, *Calocarpum sapota* (Jacquin) Merrill.

#### **2.1.3 Nombres comunes:**

Español: Sapote, mamey sapote, mamey colorado, sapota grande.

Francés: Grosse sapote,

Inglés: Mamee sapota, marmelade plum.

#### **2.1.4 Generalidades**

El sapote (*Pouteria sapota*), originario de las partes bajas de América Central, es un frutal de polinización libre, multiplicado en general por semilla. Sus frutos se pueden comer crudos o frescos y la pulpa se utiliza en la confección de jaleas, helados y jugos; cocinada puede ser un sustituto del puré de manzana o usarse en pastelería (Morera, 1982).

Los análisis químicos muestran que por 100 g de pulpa de sapote se obtienen 65,6% de agua, 1,7 g de proteínas, 0,4 g de grasa, 31,1 g de carbohidratos, 2 g de fibras, 1,2 g de cenizas, 40 mg de calcio, 28 mg de fósforo, 1 mg de hierro, 115 mg de vitamina A, 0,01 mg de tiamina, 0,02 mg de riboflavina, 2 mg de niacina y 22 mg de ácido ascórbico (UF/IFAS, 2002).

En algunos lugares de Meso América las semillas molidas se utilizan para dar al chocolate un sabor amargo y aroma característico; en Costa Rica, se han usado para planchar ropa. En Guatemala y El Salvador el aceite contenido en la semilla se utiliza como tónico para la piel, para evitar la calvicie y reducir dolores musculares y afecciones reumáticas. Este

árbol produce látex, que es empleado como cáustico para eliminar hongos de la piel. Con la madera del sapote, resistente y sólida, se pueden construir muebles u otros objetos que requieran maderas fuertes (UF/IFAS, 2002).

Según Morera (1982), desde el punto de vista ecológico, es de gran importancia impulsar el cultivo de esta especie porque permite mantener la diversidad genética y así se evita que algunos genotipos puedan desaparecer; además el desarrollo agroindustrial se verá beneficiado con la producción de frutas de gran valor nutritivo y subproductos de alto valor agregado.

El sapote puede crecer por encima de los 1000 msnm, pero sin posibilidad de fructificar (Martínez *et al*, 1995). Para León (1992), las poblaciones silvestres se encuentran desde el sur de México hasta Costa Rica y posiblemente en el norte de América del Sur. Este último autor anota que durante la marcha de Hernán Cortés hacia Honduras en 1524, los españoles lograron sobrevivir gracias a los sapotes que encontraron en la selva.

### **2.1.5 Descripción botánica**

Es un árbol que puede alcanzar hasta 20-25 m de altura; por lo común es de copa simétrica o irregular, de ramas gruesas y follaje denso. Las hojas son ovadas o lanceoladas, miden de 14 a 30 cm de longitud y de 8 a 12 cm de ancho y se concentran en el ápice de las ramas. Las flores son pequeñas y crecen en grandes cantidades por debajo de las ramas nuevas y a lo largo de las ramas sin hojas. Cada flor tiene cinco estambres verdaderos y cinco falsos; el pistilo posee solo un estigma y el ovario tiene cinco carpelos (Morera, 1982).

Morera (1982), además apunta que los frutos poseen diferentes formas, desde fusiformes, elongados, elipsoidales hasta esféricos; algunos genotipos pueden llegar a pesar hasta 3 kg. La cáscara es dura, rugosa y quebradiza, de color rojizo pardo. La pulpa varía en textura y color de rojo anaranjado o grisáceo; es aromática, dulce y suave en la madurez. Por lo general el fruto contiene una o varias semillas, éstas son de tamaño grande, con los extremos agudos, de forma elipsoidal, de color café oscuro, lisas y brillantes en el segmento dorsal y color canela en la parte ventral. Las semillas necesitan entre 40 y 70 días para germinar. Este proceso de germinación puede ser acelerado con sólo remover o escarificar la cáscara antes de la siembra.

## **2.2 PROPAGACION POR SEMILLA**

### **2.2.1 Germinación**

Según Montes (1998), botánicamente la germinación se puede definir como el proceso por el cual el embrión reasume un crecimiento activo, resultando en la ruptura de las envolturas y la emergencia de la nueva planta; además, una semilla se considerará germinada cuando desarrolle o se convierta en una planta normal la cual se espera continúe su desarrollo bajo condiciones favorables.

### 2.2.2 Factores que afectan la viabilidad de las semillas

Para Montes (1998), los factores que afectan la viabilidad de la semilla antes del almacenamiento son:

- Madurez de la semilla al momento de la cosecha, limpieza y tratamientos.
- Condiciones del campo durante el crecimiento del cultivo (riego, fertilización, control de malezas, insectos, enfermedades y otros factores).

Además, el mismo autor apunta que las condiciones del campo bajo las cuales se lleva el cultivo, tienen muy poco efecto en el porcentaje de germinación excepto cuando enfermedades o insectos atacan los frutos jóvenes.

Para el CIAT (1983), los factores que afectan la viabilidad de la semilla durante el almacenamiento son:

- Contenido de humedad: existen algunas semillas, llamadas recalcitrantes, que pierden la viabilidad porque se reduce su contenido de humedad. Sin embargo la mayoría de las especies deben ser guardadas con bajos contenidos de humedad para que la semilla pueda sobrevivir periodos prolongados de almacenamiento. Las fluctuaciones en el contenido de humedad de la semilla reducen su longevidad.
- Temperatura: la temperatura baja alarga la vida de las semillas en el almacén y en general puede contrarrestar los efectos adversos de un contenido elevado de humedad. Como regla práctica se tiene que por cada 1 % de disminución de la humedad de la semilla o por cada reducción de 10°F (5.5°C) en la temperatura de almacenamiento se duplica la vida de la semilla. Se debe tener en cuenta también la humedad relativa a la que se encuentra, porque a pesar de que haya bajas temperaturas y alta humedad relativa la viabilidad se perderá rápidamente, pues muchas se rehidratarán.
- Atmósfera de almacenamiento: se trata de realizar una modificación de la atmósfera para aumentar la longevidad de las semillas, esto se puede lograr generando un vacío, aumentando el nivel de bióxido de carbono o remplazar el oxígeno con nitrógeno u otro gas, todo esto con la idea de disminuir la respiración.

## 2.3 ALMACENAMIENTO

Almacenamiento es la conservación de semillas viables desde que son recolectadas de la planta hasta el momento de su siembra; los objetivos que se persiguen con este almacenamiento son: conservar la capacidad germinativa, protegerlas de los agentes que provocan daños (aves, roedores, insectos y hongos) y finalmente disponer de un *stock* (Muñoz, 2000). Para este mismo autor, los factores que más influyen en el período de almacenamiento de las semillas son su contenido de humedad y la temperatura de almacenamiento; con base en esto se reconocen dos grandes grupos: semillas ortodoxas y

recalcitrantes. Entre estas dos categorías hay subgrupos, y debido al avance de la investigación es posible que las especies puedan ir variando su clasificación.

Según Hartmann y Kester (1997), el tiempo de almacenamiento de semillas es variable y dependerá de varios factores, aunque los factores principales serán las características propias de la semilla y las condiciones ambientales.

Las semillas ortodoxas son aquellas cuyo contenido de humedad es posible bajarlo a valores entre 5 a 10 % y guardarlas a temperaturas bajo cero sin dañarlas, por lo tanto es posible su conservación por períodos largos sin perder su capacidad germinativa. Esta capacidad para tolerar la desecación se debe principalmente a que por el proceso normal de maduración, estas semillas van perdiendo humedad y es así que cuando son dispersadas desde la planta, o bien cuando aún permanecen en ella estando maduras, su contenido de humedad es bajo (Sandoval, 2000). La mayoría de las semillas ortodoxas, son tolerantes a la desecación y deben secarse hasta un 4 a 6 % para almacenarse por períodos prolongados (Hartmann y Kester, 1997). Es posible admitir un aumento en el contenido de humedad, pero sólo si va acompañado de una reducción en la temperatura.

Como segunda categoría, Sandoval (2000), anota a las semillas recalcitrantes, que son aquellas semillas que no se pueden secar hasta llegar a bajos contenidos de humedad ya que pierden viabilidad; al contrario de las semillas ortodoxas este tipo de semillas llegan al estado de madurez con altos contenidos de humedad, por lo tanto su almacenamiento es factible solo por cortos períodos y en lo posible deben ser sembradas inmediatamente. El contenido de humedad de la semilla determinará la duración del almacenamiento, en general, las semillas recalcitrantes son sensibles a la desecación. Son semillas que poseen una humedad elevada y pierden su viabilidad cuando ésta es reducida (Hartmann y Kester, 1997).

Para Patiño *et al.* (1983), debido a que el almacenamiento considera la semilla desde la recolección hasta la siembra, la calidad final de la semilla se puede ver influenciada por la colecta y el procesamiento de éstas. Además, una semilla inmadura es pobre en germinación, sensible a daños producidos durante el procesamiento y a cambios de temperatura. En las últimas etapas de maduración de las semillas, es donde se engruesan y endurecen las cubiertas de la semilla que proporcionarán protección mecánica al embrión (Hartmann y Kester, 1997). Las semillas maduras poseen adecuadas cantidades de sustancias de reserva que alimentarán al embrión durante su germinación.

Las condiciones de almacenamiento que mantienen la viabilidad de las semillas son aquellas que reducen la respiración y otros procesos metabólicos sin dañar el embrión; la viabilidad de las semillas se ve afectada principalmente por el contenido de humedad de la semilla, la temperatura y la atmósfera de almacenamiento (Hartmann y Kester, 1997).

Fluctuaciones de la humedad de las semillas reducen su longevidad (Hartmann y Kester, 1997), ya que aumenta la tasa respiratoria. Esto provoca que las reservas de las semillas destinadas a alimentar al embrión durante la germinación sean consumidas por la respiración al aumentar el metabolismo, lo que va reduciendo la calidad de las semillas.

Un aumento de la humedad de las semillas puede provocar bastantes problemas al almacenamiento. Con un 8 a 9% de humedad se activan los insectos y se pueden

reproducir, a un 12 al 14% de humedad se inicia la actividad de los hongos, sobre un 20% se producen calentamientos y sobre 40 a 60% las semillas germinan (Hartmann y Kester, 1997).

Las bajas temperaturas prolongan la vida de las semillas, debido a que se reduce su metabolismo y se inhibe el desarrollo de insectos, hongos, bacterias u otros agentes que las dañen. Las temperaturas de almacenamiento se encuentran, en general, entre 0 y 10 °C. Sólo si el contenido de humedad es muy reducido, la temperatura puede bajar de cero grados, sino no es posible ya que el agua libre contenida en la semilla se puede congelar rompiendo los tejidos.

Las semillas deben ser empacadas dentro de materiales que las protejan de factores ambientales extraños y facilitar el manejo durante el almacenamiento. De esta manera estarán también protegidas de la alta humedad ambiental y de insectos y patógenos. Normalmente las semillas son empacadas en algodón, yute, bolsas de papel, bolsas de polietileno, láminas de aluminio o latas de aluminio. El tipo de contenedor depende de la cantidad a ser almacenada, la duración del almacenamiento, el costo de las semillas y las condiciones de almacenamiento (Doijode, 2001).

De acuerdo con los factores controlados dentro del almacenamiento, se pueden distinguir distintos tipos (Hartmann y Kester, 1997):

- Almacenamiento abierto (sin control de humedad ni temperatura): es posible de aplicar en climas secos o en semillas de cubierta dura, siempre que las semillas hayan sido secadas, aunque este tipo de almacenamiento puede no ser el más adecuado.
- Almacenamiento cálido con control de humedad: supera a la técnica anterior ya que semillas que han sido secadas pueden almacenarse en bolsas selladas que aseguren minimizar las fluctuaciones de humedad.
- Almacenamiento en frío: este tipo es mucho más recomendable que el anterior ya sea controlando o no la humedad. Aunque el procedimiento más satisfactorio es bajar el contenido de humedad de las semillas y almacenarlas en recipientes sellados y a temperaturas bajas, de esta forma se puede mantener la longevidad al máximo.
- Almacenamiento frío-húmedo: consiste en colocar las semillas en recipientes que mantengan la humedad o mezclarlas con algún material que retenga la humedad (por ejemplo: arena húmeda). Semillas recalcitrantes podrán ser almacenadas de esta manera, pero sólo por poco tiempo y con presencia de oxígeno, ya que las semillas continúan respirando.

Los recipientes utilizados para almacenar semillas pueden ser de diversos tipos (Willan, 1991). Materiales completamente permeables, bolsas de algodón o de papel pueden ser utilizados sólo si se trata de cortos períodos, ya que las semillas son susceptibles a ataques de roedores o insectos y al intercambio de vapor de agua y otros gases. El almacenamiento de semillas recalcitrantes exige la utilización de este tipo de envases, debido a que es necesario mantener un adecuado intercambio gaseoso para evitar el calentamiento de las semillas, en este caso la respiración de las semillas no puede

reducirse tanto como en las ortodoxas porque no se puede bajar tanto la temperatura, por lo que se requiere de la existencia de oxígeno para mantener su viabilidad.

Materiales herméticos se recomiendan para el almacenamiento de semillas ortodoxas, entre estos se encuentran latas de estaño o aluminio, cubetas de plástico, frascos de vidrio y bolsas de polietileno; aunque estas últimas no son completamente impermeables, por lo que se sugiere combinarlas con otros, por ejemplo bolsas con tarros. Cuando es necesario abrir los recipientes periódicamente, se aconseja incluir alguna sustancia deshidratante, como el gel de sílice, que impida el aumento del contenido de humedad de las semillas debido a fluctuaciones de la humedad ambiental producida al abrir constantemente los envases.

Para Sandoval (2000), la elección del tipo de almacenamiento y del tipo de recipiente utilizado depende en gran parte de los recursos que se disponga y del valor de las semillas.

### **2.3.1 Deterioro de las semillas**

Para Doijode (2001), el deterioro es un fenómeno natural en materiales vivientes. El nivel de deterioro en semillas, varía en diferentes especies y depende de muchos factores, incluidas las condiciones de almacenamiento. El deterioro de las semillas durante su almacenaje, causa una reducción en la calidad, viabilidad y vigor, conduciendo finalmente a la muerte de la semilla. El deterioro es un proceso irreversible que no puede ser prevenido o revertido, pero sí retrasado bajo condiciones específicas. Evidencia del deterioro incluye la decoloración de las semillas, pobre germinación, pobre crecimiento, plántulas anormales y pobre rendimiento. Cambios fisiológicos reportados incluyen reducción en la respiración, pérdida de actividad enzimática y daños en las membranas.

Las semillas recalcitrantes mueren por baja humedad y pueden ser almacenadas bajo períodos cortos y condiciones húmedas. Algunos daños causados durante el almacenamiento son reversibles bajo condiciones de hidratación, probablemente por medio del mecanismo de reparación celular (Roberts, 1981).

Beral-Lugo y Leopold (1992), reportaron que cambios en los azúcares solubles (componentes importantes de proteínas) contribuyen al deterioro ocurrido durante el almacenamiento. La reducción en el vigor está asociada con la disminución de monosacáridos, mientras que la sucrosa y la rafinosa se mantienen estables. Los carbohidratos solubles juegan un papel importante en la tolerancia a la deshidratación y el almacén de las semillas (Steadman *et al.*, 1996).

### **2.3.2 Comportamiento de semillas recalcitrantes en almacenamiento**

Las semillas recalcitrantes no pueden ser desecadas sin causarles daño y estas no se ajustan a la ecuación de viabilidad que describe la relación entre la longevidad y el almacenamiento en ambientes de aire seco (Roberts, 1973). Cuando las semillas recalcitrantes frescas comienzan a secarse, la viabilidad es reducida levemente pues

pierden humedad, luego comienza a reducirse considerablemente hasta cierto contenido de humedad, llamado el “contenido crítico de humedad” (King y Roberts, 1980). Si el secado continúa, la viabilidad es eventualmente reducida a cero.

El estado de agua en semillas recalcitrantes ha sido estudiado ampliamente en *Avicenia marina* (Berjak *et al.*, 1990), *Landolphia kirkii* (Pammenter *et al.*, 1991, 1993) *Quercus robur* (Finch-Savage, 1992; Grange and Finch-Savage, 1992) y otras muchas especies (Pammenter *et al.*, 1993).

Los niveles críticos de humedad varían mucho entre especies, inclusive entre cultivares y lotes de semillas; estos varían también dependiendo del método de secado (Finch-Savage, 1992). El “contenido crítico de humedad” para cacao (*Theobroma cacao*) es de 23% y para *Avicenia marina* de 61.5% (Farrant *et al.*, 1986).

### **2.3.3 Factores que influyen la desecación en semillas recalcitrantes**

La tolerancia a la desecación en semillas recalcitrantes aumenta durante el desarrollo de la semilla en la planta madre; sin embargo, distinto a las semillas ortodoxas, el secado a niveles bajos de humedad durante la maduración de la semilla no ocurre (Finch-Savage, 1992), es así que las semillas recalcitrantes frescas tienen altos niveles de humedad durante la maduración (Ellis, 1991).

Hay muchos reportes que indican que el secado rápido deja intactas a las semillas recalcitrantes para sobrevivir a la deshidratación a contenidos de humedades más bajas (Farrant *et al.* 1985).

### **2.3.4 Longevidad de semillas recalcitrantes almacenadas en húmedo**

Para King y Roberts (1980), no hay un método satisfactorio para mantener la viabilidad de semillas recalcitrantes por tiempos prolongados. Esto se debe a que estas semillas no pueden ser secadas; ningún tipo de semilla recalcitrante puede ser almacenada a temperaturas bajo cero, porque el congelamiento y la formación de hielo las puede matar. Además, algunas semillas tropicales recalcitrantes también sufren daños por frío a temperaturas entre 10-15°C. La longevidad de semillas recalcitrantes es generalmente corta, particularmente para especies adaptadas al trópico, usualmente de unas pocas semanas a unos pocos meses. Sin embargo, la longevidad de semillas de especies adaptadas a zonas templadas puede ser mantenida por períodos más largos, por ejemplo el roble (*Quercus* spp.).

## 2.4 REGULADORES DE CRECIMIENTO

Los reguladores de crecimiento son compuestos sintéticos producidos por la industria de los agroquímicos, que inducen en las plantas respuestas de crecimiento, en muchas ocasiones muy similares a las respuestas inducidas por sustancias de origen natural llamadas hormonas y que son producidas por la misma planta (Hartmann y Kester, 1997).

### 2.4.1 Acido Giberélico

Según Riley (1987), el Ácido Giberélico (grupo de sustancias llamadas giberelinas), fue descubierto como un subproducto metabólico de el hongo *Gibberella fujikuroi*, que causa el alargamiento de los tallos en arroz. Formas sintéticas de Ácido Giberélico se encuentran disponibles comercialmente. El Ácido Giberélico (A.G.) es una hormona muy potente, cuya ocurrencia natural en plantas controla su desarrollo; es así que la concentración es muy específica.

Concentración (ppm)	Propósito
50	Floración temprana
200	Floración temprana
800	Floración
2000	Germinación de semillas
1% pasta	Promotor de crecimiento

Según Taylorson y Hendricks (1977), con el uso de giberelinas se pueden superar muchos tipos de latencia como la fisiológica, fotolatencia y termolatencia, además existen muchos estudios sobre la estimulación de la germinación mediante del uso de giberelinas. La giberelinas desempeñan un papel significativo en la fisiología de la semilla; en muchas semillas el Ácido Giberélico puede mejorar la velocidad de germinación, el porcentaje de germinación y el crecimiento inicial de plántulas (Hartmann y Kester, 1997).

Para Hartmann y Kester (1997), las giberelinas cumplen su función en dos etapas; la primera es cumplida en la etapa inicial de inducción de enzimas al ser transcritas de los cromosomas, la segunda etapa consiste en la activación de enzimas que intervienen en la movilización del sistema de alimentos .

Con respecto al efecto del Ácido Giberélico en semillas de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore y Stearn), Suchini (1999) no encontró ningún efecto significativo, sin embargo notó un cierto incremento en la velocidad de germinación.

En nance (*Byrsonima* sp.), Camino (1998) encontró que con concentraciones de 4000 ppm de AG3 la germinación de la semilla alcanzó un 58.3%. Según Estrada (1995), las semillas de nance responden mejor a concentraciones altas de AG3 (hasta 4000 ppm).

En otras especies como por ejemplo el santol (*Sandoricum koetjape*), el Ácido Giberélico no causó ningún efecto sobre la germinación de las semillas (Baca, 1999). Sin embargo, en muchas especies está documentado un efecto benéfico de las giberelinas en mejorar la germinación (Hartmann y Kester, 1997).

## **3. MATERIALES Y METODOS**

### **3.1 UBICACION**

Los ensayos de campo se establecieron en el área de Propagación de Plantas de la Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano”, ubicada en el Valle del río Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, Honduras; a una altura de 800 msnm, 14 grados de latitud norte y 87.02 grados de longitud oeste, una precipitación media anual entre los 1100 y 1250 mm y una temperatura media anual de 24.2 °C. “El Zamorano”, de acuerdo con la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, es un Bosque Seco Tropical.

### **3.2 TRATAMIENTOS**

Para determinar las mejores condiciones de almacenamiento de la semilla de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore y Stearn), comparar los efectos del Ácido Giberélico (A.G.) en la germinación y crecimiento de plántulas y determinar el efecto de la deshidratación sobre la viabilidad de las semillas, se hicieron los siguientes ensayos:

#### **3.2.1 Almacenamiento de semillas a tres temperaturas**

Se almacenaron 500 semillas, extraídas de frutos maduros, a tres temperaturas (ambiente, 5°C y 10°C), en bolsas de plástico que impedían la pérdida de humedad de las semillas y que se sabe es la mayor causa de su deterioro. Se plantaron el mismo día 20 semillas, las cuales fueron usadas como testigo. El resto de semillas fue almacenado en dos cuartos fríos (5°C y 10°C, respectivamente) y otras 40 fueron mantenidas a temperatura ambiente. Cada siete días se realizó la siembra de 20 semillas de cada tratamiento, por un período de 11 semanas, que empezó el 26 de febrero y terminó el 7 de mayo.

Todas las semillas fueron sembradas en cama de vivero con una mezcla de arena y tierra (50:50 por ciento por volumen), ubicada bajo 50% de sombra, dada por una malla de polipropileno.

#### **3.2.2 Efecto del Acido giberélico en la germinación y crecimiento de plántulas**

En un segundo ensayo se utilizaron 360 semillas que se trataron con AG3, para determinar su efecto sobre la germinación de semillas con cubierta rajada y pelada. Para tratar las semillas con Ácido Giberélico éstas, luego de rajarse o pelarse, se remojaron

durante 24 horas en concentraciones de Ácido Giberélico de: 0, 10, 50, 250, 1250 y 6250 ppm y se dejaron en reposo durante 24 horas, luego se sembraron echadas y se evaluó la velocidad de germinación y crecimiento, tomándose datos a los 30, 60 y 90 días después de siembra. Todas las semillas fueron sembradas en cama de vivero con una mezcla de arena y tierra (50:50 por ciento por volumen), ubicada bajo 50% de sombra, dada por una malla de polipropileno.

### **3.2.3 Efecto de deshidratación de la semilla sobre su germinación**

Un tercer ensayo se realizó para determinar el efecto de la deshidratación de la semilla sobre su germinación. Se usaron 150 semillas almacenadas en mallas, a temperatura ambiente y a 10°C, debido a que resultó ser la mejor temperatura de conservación en el primer ensayo. Se determinó el porcentaje de humedad de las semillas, mediante el secado en un horno, además se determinó el tiempo y el porcentaje de germinación en el que las semillas perdieron hasta 50% de humedad, empezando de semilla fresca y avanzando de 10% en 10% de pérdida de humedad.

## **3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para la determinación de las mejores condiciones de almacenamiento, a tres temperaturas y la comparación de los efectos de seis concentraciones de Ácido Giberélico (A.G.) en la germinación y crecimiento de plántulas, se utilizó un diseño de Medidas Repetidas en el Tiempo. Para el primer ensayo, se usaron 4 bloques con 3 tratamientos (medio ambiente, 5 °C y 10 °C), 4 repeticiones de 5 semillas cada una y 11 fechas de siembra; en el caso de las semillas mantenidas al medio ambiente, dado que por ensayos anteriores se sabe que no viven más de 14 días, sólo se sembraron los días 7 y 14.

En el segundo ensayo se usaron 12 tratamientos (semillas rajadas, peladas y seis concentraciones de Ácido Giberélico), agrupados en 6 bloques y 6 repeticiones de 30 semillas por tratamiento.

El tercer ensayo, por ser un experimento hasta cierto punto con diferencias tan notorias, no se usó ningún tipo de análisis estadístico.

## **3.4 VARIABLES EVALUADAS**

Las variables evaluadas en los ensayos fueron las siguientes:

- Porcentaje de germinación final.
- Día a inicio de germinación.
- Día final de germinación.
- Porcentajes de germinación parciales.
- Porcentaje de germinación final.
- Altura de plántulas y diámetro del cuello en los tratamientos con Ácido Giberélico
- Porcentaje de humedad de la semilla.
- Días a determinada pérdida de humedad.
- Tiempo y porcentaje de germinación con determinada pérdida de humedad.

### **3.5 ANALISIS ESTADISTICO**

Para el análisis estadístico se usó el paquete estadístico “Statistical Analysis System” (SAS), obteniendo un Análisis de Varianza (ANDEVA) y una prueba de medias SNK (P=0.1), con el fin de determinar si hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

**Cuadro 1. Efecto del tiempo de almacenaje en la germinación de semillas de mamey sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore y Stearn). El Zamorano, Honduras, 2002.**

Tratamiento de almacenaje	Semanas de almacenaje											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Germinación (%)											
10 °C		65a	55a	75a	60a	55a	30a	30a	30a	10a	5a	-
5 °C		45a	20b	45b	40a	25b	0b	0b	0b	0b	0b	-
Medio ambiente	86	65a	70a	0c	0c	0c	0b	0b	0b	0b	0b	-

Medias con letra común en la misma columna, no son significativamente diferentes.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Almacenamiento de semillas a tres temperaturas

De acuerdo con lo que muestra el Cuadro 1, en este ensayo se obtuvo un 86% de germinación final con semillas rajadas y sembradas echadas, apenas fueron extraídas del fruto (testigo). Esto coincide con lo que indica Morera (1982), que el porcentaje de germinación del sapote debe ser de 85% aproximadamente y dentro de un período entre 40 y 70 días para su germinación. Para Suchini (1999), se consigue mayor rapidez y mejores porcentajes de germinación rajando la semilla y sembrándola en posición echada..

Los tratamientos de almacenamiento a 10 °C y 5 °C resultaron en porcentajes de germinación del 60% y 40% respectivamente luego de 4 semanas de almacenaje y aún después de 8 semanas las semillas a 10 °C germinaron 30%; a las 10 semanas esa germinación se había reducido a 5% y a las 11 semanas fue nula. Por otro lado, las semillas mantenidas al medio ambiente ya no germinaron luego de 3 semanas (Cuadro 1). Esto de todas formas es un avance sobre las 2 semanas que normalmente duran estas semillas al medio ambiente. King y Roberts (1980), anotan que no existe un método satisfactorio para mantener la viabilidad de semillas recalcitrantes por tiempos prolongados; además algunas semillas tropicales recalcitrantes también sufren daños por frío a temperaturas entre 10-15°C y las temperaturas bajo cero las pueden matar. La longevidad de semillas recalcitrantes es generalmente corta, particularmente para especies adaptadas al trópico, usualmente de unas pocas semanas a unos pocos meses; sin embargo, para especies adaptadas a zonas templadas la longevidad suele alargarse por períodos más prolongados. En litchi (*Litchi chinensis* Sonn), que es una fruta subtropical, Ferrufino (1999) encontró que al medio ambiente la semilla perdió completamente la viabilidad en una semana, por deshidratación, sin embargo Duarte *et al.* (2001), lograron obtener un 50% de germinación luego de 15 meses a 10 °C, en bolsa de polietileno de 1 milésimo de pulgada de espesor. El sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore y Stearn), es una especie más adaptada al trópico que el Litchi por tanto, la longevidad de sus semillas podría tender a ser muy corta.

En este caso se determinó que durante la primera semana de almacenamiento a 5 °C, 10 °C y al medio ambiente, las semillas mantuvieron porcentajes estadísticamente similares de germinación; se puede decir que para obtener esa germinación, no es necesario almacenar la semilla a temperaturas menores a 27.5 °C durante la primera semana después de sacarla del fruto, pues la siembra de las semillas apenas son extraídas del fruto es lo más recomendable para esta especie. Por otro lado, ya durante la segunda semana se vio que 5 °C resultó dañino para la semilla, pues su germinación fue 20%, mientras que al medio ambiente las semillas tuvieron porcentajes de germinación de 70%,

que no difirió estadísticamente del almacenaje a 10 °C, que germinó 55%. Para las semanas restantes resultó mejor almacenar a 10 °C que a 5 °C, pues a partir de la semana 6 las semillas a 5 °C ya no germinaron, mientras que las de 10 °C todavía germinaron en un 30%, hasta que a la semana 11 dejaron de germinar. Estos resultados no coinciden con lo que encontró Campbell (1978), acerca de la pérdida de la viabilidad total de la semilla a los 5 días de sacada del fruto, pues se logró mantener viva la semilla hasta 10 semanas con 10 °C y 5 semanas con 5 °C, si bien Campbell no usó ningún tipo de enfriamiento.

El deterioro de las semillas durante su almacenaje, causa una reducción en la calidad, viabilidad y vigor, conduciendo finalmente a la muerte de las mismas; evidencia del deterioro incluye la decoloración de las semillas, pobre germinación, pobre crecimiento, y plántulas anormales (Doijode, 2001). En este caso parece que con más de 5 semanas almacenadas a 5 °C, la semilla muere por daño por frío más que por vejez, ya que las que estuvieron a 10 °C todavía germinaron en un 30%. Incluso es muy probable que 10 °C haya sido muy frío por tratarse de una especie tropical y tal vez 12 ó 15 °C sea una temperatura más adecuada que permitiría prolongar más allá de las 10 semanas el almacenaje. Es por lo tanto necesario encontrar cuál es la temperatura mínima que no cause daño por frío y ver cuánto tiempo dura la semilla a esa temperatura. En el caso del litchi, que es subtropical, Duarte *et al.* (2001) encontraron que 10 °C fue mejor que 12 °C, pero probablemente en este caso es al revés y temperaturas mayores que 10 °C sean mejores.

#### **4.2 Efecto del Ácido Giberélico (A.G.) en la germinación y crecimiento de plántulas**

En el Cuadro 2 se aprecia que luego de que se hizo el conteo final de germinación a los 90 días de la siembra (DDS), las semillas peladas tuvieron un porcentaje de germinación final menor al de las semillas rajadas. Sin embargo, no hubo diferencias en el efecto de las dosis de ácido giberélico utilizadas, entre la germinación de las semillas rajadas o peladas. Por otro lado, con 250 ppm se encontraron las primeras plantas germinadas, 30 días después de la siembra, lo que indicó un ligero efecto estimulante en acelerar la germinación, tal como lo encontró Suchini (1999).

La mayor cantidad de semillas germinadas se dio entre los 30-60 días después de la siembra, habiendo germinado pocas semillas antes y después de ese rango de tiempo. Esto coincide con Morera (1992), quien indica que en la propagación por semilla del sapote, la germinación demora entre 40 y 70 días.

El que las semillas rajadas y tratadas con ácido giberélico tuvieron en general un porcentaje final de germinación mayor que las semillas peladas, con o sin ácido giberélico, posiblemente sea debido a que las semillas sin cubierta se pudren con mayor facilidad (Cuadro 2). Además, las seis concentraciones de ácido giberélico no tuvieron efectos significativos en el diámetro a la altura del cuello ni en la altura de las plántulas de mamey sapote (Cuadros 3 y 4), por lo cual es posible afirmar que la aplicación de ácido giberélico a las semillas de mamey sapote, no tiene efecto positivo en el crecimiento. Incluso a dosis más altas, las alturas y diámetros tendieron a disminuir aritméticamente.

Estos resultados coinciden con los de Suchini (1999), quien encontró que el ácido giberélico no produjo diferencias significativas en el porcentaje final de germinación, altura y diámetro de la planta de esta misma especie, sólo encontró un cierto incremento en la velocidad de germinación.

Es importante acotar que para este segundo ensayo se obtuvieron porcentajes muy bajos de germinación, posiblemente debido a la gran variabilidad que presentaron los frutos al momento de la extracción de semillas, ya que no estaban del todo maduros. En América Tropical aún no se han hecho grandes selecciones de árboles de mamey sapote y esto resulta en una gran desventaja al momento de establecer estudios como este, por la variabilidad genética que presentan las plantas y las semillas que no han sido seleccionadas y el punto de madurez no lo conocen bien ni los mismos productores que son generalmente campesinos con 1 ó 3 árboles a lado de la casa y que venden los frutos para lograr un ingreso extra. En este caso el lote de frutos aparentemente fue cosechado antes de tiempo y la semilla germinó mal por no estar del todo madura.

**Cuadro 2. Efecto del ácido giberélico (AG3) sobre los porcentajes de germinación en semillas rajadas y peladas de mamey sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore y Stearn) en diferentes períodos después de sembradas. El Zamorano, Honduras, 2002.**

Semilla	Concentración AG3 ppm	Días después de siembra			Total
		30	60	90	
<b>Rajada</b>	0	1.11a	8.89a	1.11a	11.11a
	10	0.00a	12.22a	2.22a	14.44a
	50	0.00a	12.22a	2.56a	17.78a
	250	2.22a	14.45a	2.22a	18.89a
	1250	3.33a	10.00a	0.00a	13.33a
	6250	0.00a	16.67a	0.00a	16.67a
<b>Pelada</b>	0	0.00a	5.56a	0.00a	5.56a
	10	1.11a	4.45a	0.00a	5.56a
	50	0.00a	1.11a	0.00a	1.11a
	250	2.22a	5.56a	0.00a	7.78a
	1250	1.11a	7.78a	0.00a	8.89a
	6250	0.00a	0.00a	0.00a	0.00a

Medias con letra común en la misma columna, no son significativamente diferentes.

**Cuadro 3. Efecto del ácido giberélico (AG3) sobre el diámetro a la altura del cuello de plántulas de mamey sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore y Stearn), provenientes de semillas rajadas y peladas, a los 120 días de la siembra . El Zamorano, Honduras, 2002.**

Concentración AG3	Diámetro mm	
	ppm	Rajadas
0	6.79a	6.34a
10	6.72a	6.80a
50	6.68a	6.50a
250	6.31a	6.10a
1250	6.82a	-
6250	6.68a	6.00a

**Cuadro 4. Efecto del ácido giberélico (AG3) sobre la altura final de plántulas de mamey sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore y Stearn), provenientes de semillas rajadas y peladas, a los 120 días de la siembra . El Zamorano, Honduras, 2002.**

Concentración AG3	Altura cm	
	ppm	Rajadas
0	46.20a	44.33a
10	43.29a	40.33a
50	44.39a	30.00a
250	41.24a	44.25a
1250	42.62a	-
6250	38.27a	28.00a

Medias con letra común en la misma columna, no son significativamente diferentes.  
No hubo plantas para medir.

### 4.3 Efecto de deshidratación de la semilla sobre su germinación

Luego de haber sido secadas al horno durante 48 horas, se determinó que el contenido de humedad de las semillas de mamey sapote era 70%. Con esta información se hizo el ensayo de deshidratación al medio ambiente y a 10 °C. El ensayo tuvo una duración de 50 días y se encontró que estas semillas al perder hasta un 30% de humedad tenían promedios de germinación arriba del 47%, sin embargo cuando perdían más de 40% de su humedad, la germinación se hacía prácticamente nula.

Las semillas dejadas al medio ambiente, en comparación con aquellas almacenadas a una temperatura de 10 °C, perdieron humedad y por lo tanto su viabilidad más rápido. Se puede apreciar que a iguales porcentajes de pérdida de humedad, entre las dos temperaturas de almacenamiento, en general los porcentajes de germinación fueron similares y cuando la pérdida pasó de 30% a 40% de la humedad inicial, ya no hubo germinación (Cuadro 5). Cuando las semillas recalcitrantes frescas comienzan a secarse, la viabilidad se reduce levemente pues pierde humedad, luego comienza a reducirse considerablemente hasta cierto contenido de humedad, llamado el “contenido crítico de humedad”; si el secado continúa, la viabilidad es eventualmente reducida a cero (King and Roberts, 1979). En este caso parece que este contenido crítico se alcanzó cuando la semilla perdió entre 30% y 40% de su humedad.

Las semillas almacenadas al medio ambiente sembradas con 10, 20 y 30% de pérdida de humedad todavía germinaron luego de 16 días de haberlas mantenido almacenadas, pero no luego de 23 días. Esto se debe, según el USDA (1986), a que la pérdida del contenido de humedad junto a la temperatura ambiental causan deterioro en el metabolismo celular, como rupturas y transformación de los componentes químicos. Estos resultados no coinciden con los de Suchini (1999), pues él determinó que las semillas de sapote luego de 7 días al medio ambiente ya no germinaron; esto pudo deberse a que la temperatura ambiente y la humedad relativa con la cual él trabajó fueron diferentes a las de este ensayo (27.5 °C y 65% HR), y la pérdida de humedad de la semilla se habría dado en menor tiempo. En este caso luego de 16 días todavía hubo 47% de germinación, cuando la semilla había perdido 30% de su humedad. Con 40% de pérdida de humedad (23 días), ya no hubo germinación.

Los porcentajes de germinación de las semillas almacenadas a 10 °C fueron similares a los de las semillas almacenadas al medio ambiente, cuando habían perdido porcentajes similares de humedad; con esto se puede inferir que el contenido crítico de pérdida de la semilla de mamey sapote está entre el 30-40% de su humedad y esta se constituye en la principal causa de su muerte.

Se puede apreciar que a 10 °C las semillas tardaron más tiempo en deshidratarse que al medio ambiente, pero básicamente cuando perdieron alrededor del 40% de humedad, igualmente ya no germinaron debido a que ya habían alcanzado su punto crítico de pérdida.

**Cuadro 5. Efecto de la pérdida de humedad en la germinación de semillas de mamey sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore y Stearn) mantenidas sin protección al medio ambiente y a 10 °C. El Zamorano, Honduras, 2002.**

<b>Humedad perdida</b>	<b>Al medio ambiente</b>		<b>A 10 °C</b>	
	<b>Días</b>	<b>Germinación</b>	<b>Días</b>	<b>Germinación</b>
		<b>%</b>		<b>%</b>
10	5	60	19	53
20	7	60	33	60
30	16	47	38	53
40	23	0	44	0
50	24	0	50	0

## 5. CONCLUSIONES

Los mayores porcentajes de germinación final se lograron con semillas rajadas y sembradas echadas, apenas fueron extraídas del fruto.

Se logró extender la vida de la semilla a 10 semanas, almacenándolas a 10 °C en bolsas de polietileno, con porcentajes de germinación de hasta 5%.

A la sexta semana de almacenaje a 5 °C, ya no hubo germinación, lo que indica la muerte de las semillas almacenadas a esta temperatura, posiblemente debido a daño por frío.

Existe una mayor sobrevivencia en la siembra de semilla rajada que de semilla pelada, posiblemente debido a que las semillas sin cubierta se pudren con mayor facilidad.

El ácido giberélico no tuvo efectos significativos en mejorar la germinación, el diámetro a la altura del cuello, ni la altura de plántulas de mamey sapote.

El contenido inicial de humedad de la semilla de mamey sapote es 70% mientras que el contenido crítico de humedad parece estar entre 30-40% de pérdida de esta humedad y esto constituye la principal causa de su muerte. Esto sería cuando llega a 50-40% de humedad total.

Semillas almacenadas al medio ambiente y sin protección contra la pérdida de humedad, pierden totalmente su viabilidad entre 16 y 23 días y a 10 °C esto ocurre entre los 38 y 44 días.

## **6. RECOMENDACIONES**

Asegurarse de que las semillas a usar provengan de frutos completamente maduros.

Tratar de utilizar material seleccionado, puesto que la utilización de material de plantas criollas resulta en grandes variabilidades de los resultados obtenidos para las variables estudiadas.

Tratar las semillas con fungicidas previo al almacenamiento, y determinar si esto les ayuda a prolongar la vida.

Usar temperaturas mayores a 10 °C para ver si prolongan la vida de almacenaje, ya que ésta puede ser muy baja para mamey sapote y estarle causando daño por frío.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ALMEYDA, N. 1976. El mamey sapote. Instituto Mayaguezano de Agricultura Tropical. Mayaguez, Puerto Rico. 60 p.
- BACA, A. 1999. Efecto de la fermentación y del ácido giberélico en la germinación del santol (*Sandoricum koetjape* Merr.). Tesis de Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 18 p.
- BERAL-LUGO, I.; LEOPOLD A. 1992. Changes in soluble carbohydrates during seed storage. *Pl. Physiol.* 98 : 1207-1210.
- BERJAK, P.; FARRANT, A.; PAMMENTER, N. 1990. The basis of recalcitrant seed behaviour. New York, USA. Cell biology of the homoiohydrous seed condition. Recent Advances in the Development and Germination of Seeds (R.B. Taylorson, ed.). Pp. 89-108
- CAMINO, J. 1998. Ensayos para mejorar la germinación del nance (*Byrsonima* sp.). Tesis de Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 15p.
- CAMPBELL, C. 1978. Mamey sapote cultivars in Florida. *Proc. Fla. State. Hort. Soc.* 95: 114-115
- CIAT. 1983. Metodología para obtener semillas de calidad . Bogotá, Colombia. P. 38-41
- DOIJODE, S. 2001. Seed Storage of Horticultural Crops. Food Product Press. New York, USA. P 13-16.
- DUARTE, O.; SUCHINI, G.; HUETE, M. 2001. Incremento del tiempo de almacenaje de la semilla de litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 44 : 92-94.
- ELLIS, R. 1991. An intermediate category of seed storage behaviour? II. Effects of provenance, immaturity, and imbibition on desiccation-tolerance in coffee. *J.Exp. Bot.* 42 : 653-657.
- 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.

- FARRANT, J.; BERJAK, P.; PAMMENTER, N. 1985. The effect of drying rate on viability retention of recalcitrant propagules of *Avicennia marina*. *S. Afr. J. Bot.* 51 : 432-433.
- FARRANT, J.; PAMMENTER, N.; BERJAK, P. 1986. The increasing desiccation sensitivity of recalcitrant *Avicennia marina* seeds with storage time. *Physiologia Plantarum.* 67 : 291-298.
- FINCH-SAVAGE, W. 1992. Embryo water status and survival in the recalcitrant species *Quercus robur* L. Evidence for a critical moisture content. *J. Exp. Bot.* 43 : 663-669.
- FERRUFINO VEGA, I. 1999. Efecto de la deshidratación sobre la germinación del litchi (*Litchi chinensis* Sonn). Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 23p.
- GRANGE, R.; FINCH-SAVAGE, W. 1992. Embryo water status and development of the recalcitrant species *Quercus robur* L.: Determination of water relations parameters by pressure-volume analysis. *J. Exp. Bot.* 43 : 657-662.
- HARTMANN, H.; KESTER, D. 1997. Propagación de Plantas. México D.F., México. Editorial Continental S.A. Pp. 194-198.
- KING, M.; ROBERTS, E. 1980. Maintenance of recalcitrant seed in storage. Tropical Press Kuala Lumpur, Malasya. in *Recalcitrant Crop Seed* (H.F. Chin. and E.H. Roberts), Pp. 53-89
- LEON, J. 1992. Apocináceas, sapotáceas y ebenáceas. Botánica de los cultivos tropicales. IICA, San José, Costa Rica. p. 206-217
- MARTINEZ, E.; AZURDA, C.; AYALA, H. 1995. Avances en el conocimiento de la distribución geográfica de *Pouteria sapota* (zapote) en Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala. Boletín de Recursos Fitogenéticos, Inst. de Invest. Agron., Facultad de Agronomía, USAC 2:4-5
- MONTES, A. 1998. Fisiología de semillas de hortalizas. E.A.P. El Zamorano, Honduras. p. 1-3.
- MORERA, J.A. 1982. El zapote (en línea). Turrialba, Costa Rica. Consultado 10 ago. 2002. Disponible en [http://www.fao.org/regional/lamerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro09/cap2\\_7.htm#auto](http://www.fao.org/regional/lamerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro09/cap2_7.htm#auto)

MUNOZ, V.M. 2000. Almacenamiento y contenido de humedad de las semillas (en línea). Santiago de Chile, Chile. Consultado 24 jul. 2002. Disponible en [http://www.uchile.cl/facultades/cs\\_forestales/publicaciones/cesaf/n2/3.htm](http://www.uchile.cl/facultades/cs_forestales/publicaciones/cesaf/n2/3.htm)

PAMMENTER, N.; VERTUCCI, C.; BERJAK, P. 1991. Homeohydrous (recalcitrant) seeds: dehydration, the state of water and viability characteristics in *Landolphia kirkii*. *Plant Physiol.* 96:1093-1098.

PAMMENTER, N.; VERTUCCI, C.; BERJAK, P. 1993. Responses to desiccation in relation to non-freezable water in desiccation-sensitive and tolerant seeds. Pp. 867-872 in *Fourth International Workshop on Seeds: Basis and Applied Aspects of Seed Biology* (D.Come and F. Corbineau, eds.). Université et Marie Curie, Paris.

PATIÑO, F.; DE LA GARZA, P.; VILLAGOMEZ, Y.; TALAVERA, I. y CAMACHO, F. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. México D.F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Divulgativo N° 63. 181 p.

PRASAT, J.; KUMAR, R.; MISHRA, M; SINGH, A.; PRASAT, U. 1996. Characteristic of litchi seed germination. *HortScience.* 31 (7) : 1187-1189.

RILEY, J.M. 1987. Gibberellic Acid for Fruit Set and Seed Germination (en línea). Illinois, USA. Consultado 29 sept. Disponible en <http://www.crfg.org/tidbits/gibberellic.html>.

ROBERTS, E. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Sci. and Technol.* 1 : 499-514.

ROBERTS, E. 1981. Physiology of aging and its application to drying and storage. *Seed Sci. Technol.* 9:359-372.

SANDOVAL, A. S. 2000. Almacenamiento de semillas (en línea). Santiago de Chile, Chile. Consultado 24 jul. 2002. Disponible en [http://www.uchile.cl/facultades/cs\\_forestales/publicaciones/cesaf/n14/1.html](http://www.uchile.cl/facultades/cs_forestales/publicaciones/cesaf/n14/1.html)

STEADMAN, K; PRITCHARD, H.; DEY, P. 1996. Tissue specific soluble sugars in seeds as indicators of storage category. *Ann. Bot.* 77:667-674.

SUCHINI VARGAS, E. 1999. Tratamientos para acelerar la germinación y mejorar la conformación de plántula de sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn). Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 26 p.

TAYLORSON, R.; HENDRICKS, S. 1977. Dormancy in seeds. *Ann. Rev. Plant Phys.* 28: 331-354.

UF/IFAS. 2002. The mamey sapote (en línea). Gainesville, Estados Unidos. Consultado 16 jun. de 2002. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu/MG331>

WILLIAM, R.L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales, estudio con especial referencia a los trópicos. FAO Montes. 20 (2). 502 p.