

**Propagación sexual y conservación de
semilla de polialtia (*Polyalthia longifolia*
pendula)**

Adriana Espinosa Floresguerra

Honduras
Diciembre, 2003

EL ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Propagación sexual y conservación de
semilla de polialtia (*Polyalthia longifolia*
pendula)**

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

Presentado por:

Adriana Espinosa Floresguerra

Honduras
Diciembre, 2003

La autora 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.

Adriana Espinosa Floresguerra

Honduras
Diciembre, 2003

Propagación sexual y conservación de semilla de polialtia (*Polyalthia longifolia péndula*)

presentado por:

Adriana Espinosa Floresguerra

Aprobada:

Alfredo Rueda, Ph. D.
Coordinador de área temática

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

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de Ciencia y
Producción Agropecuaria

José Linares, M. Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A mis padres Susana y Germán por su apoyo incondicional, por ser mi ejemplo y mis guías para seguir adelante.

A mi hermano Juan Pablo por creer en mí y por todos los momentos vividos juntos.

A mis segundos padres Santiago y Paulina por enseñarme a luchar y salir adelante, y que no importa cuan difíciles sean las cosas uno siempre debe ver el lado positivo de todo, poner todo de sí y sonreírle a la vida.

A la Vale y al Santi mis hermanitos por ser el mejor ejemplo de pureza, amor e inocencia. Por siempre darme ánimos y brindarme una sonrisa.

A mi Aya por su ejemplo y sabiduría.

A Alis por ser la mejor amiga y la hermana que siempre quise tener.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme fuerzas para seguir adelante, por iluminarme y por permanecer junto a mí y a mi familia durante todo el tiempo que he estado fuera.

A mi madre Susana por ser mi mejor amiga, mi confidente y mi apoyo incondicional, por motivarme a seguir y por enseñarme que uno no debe amargarse y siempre reír y aprender de los problemas, por su amor a la vida y a los demás, por siempre brindar una sonrisa y por haber hecho de mi hermano y de mí lo que somos.

A mi padre Germán por ser mi mejor amigo, mi maestro y el mejor ejemplo de honestidad, sencillez, lucha, trabajo, perseverancia, rectitud, sinceridad, bondad y una persona muy humana y muy llena de valores y virtudes; por todo su apoyo, y por ser mi imagen a seguir. Por ser la persona que más admiro en este mundo.

A mi hermano Juan Pablo por ser la persona más especial del mundo, por su carisma, su forma de ser, por haber hecho de mi infancia la mejor del mundo, por siempre creer en mí, por su apoyo incondicional y por ser la persona que más quiero.

A mi familia Sáenz por ser mi otra familia, por todo su apoyo y su ejemplo, por enseñarme a luchar y que uno nunca debe darse por vencido.

A mi Aya, la persona más dulce de éste mundo por todos los momentos especiales, por su sabiduría, su bondad y sus consejos.

A Alis por todo lo que vivimos juntas, por su apoyo incondicional, por su ejemplo, sus consejos y por ser no sólo mi mejor amiga sino mi hermana del alma.

A Roberto, gracias por su amistad, su amor, y por todos esos momentos especiales.

A Alex y Celeo Zavala gracias por todo en estos cuatro años en Honduras.

Al Dr. Duarte gracias por su dedicación, tiempo, apoyo, motivación, consejos, enseñanza y amistad.

Al Ing. Linares gracias por su tiempo y enseñanza.

A todos mis compañeros de clase y amigos de Zamorano gracias por compartir conmigo y por hacer de estos cuatro años una de las mejores experiencias que he tenido.

RESUMEN

Espinosa, A. 2003. Propagación sexual y conservación de semilla de polialtia (*Polyalthia longifolia pendula*). Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 22 p.

La conservación de semillas es importante, sobre todo en especies que las producen una vez al año, para mantenerlas viables el mayor tiempo posible. Las semillas recalcitrantes, como las de polialtia, son muy sensibles a la deshidratación. Su contenido de humedad determina la duración del almacenamiento, al igual que la temperatura, que debe ser la mínima que tolere la especie. El objetivo fue obtener mayor información sobre la propagación y conservación de semillas de polialtia ya que se conoce muy poco al respecto. El estudio consistió en cuatro experimentos, el primero, determinar el tiempo en que la semilla perdía 10, 20, 30, 40 y 50% de humedad y a qué porcentaje de pérdida dejaba de ser viable; el segundo, determinar la mejor forma de conservación de las semillas a tres temperaturas (ambiente, 5 y 10°C) en dos medios (con y sin musgo); el tercero, estudiar el efecto del ácido giberélico (A.G.) en remojos de 24 h a cinco concentraciones (0, 10, 100, 1,000 y 10,000 ppm), en la germinación, y el cuarto fue un ensayo preliminar, sin diseño estadístico, de propagación por estacas terminales obtenidas de ramas laterales y del eje principal, con y sin 3,000 ppm de ácido indolbutírico (AIB) en cámara hermética de plástico bajo 60% de sombra, en un medio mitad musgo y mitad arena (v/v). Los dos primeros ensayos se hicieron germinar en rollos de papel toalla humedecido y protegido por capas de plástico; el tercero en camas de vivero con una mezcla de arena:musgo:suelo franco (1:1:1). En los tres ensayos de germinación se usó un DCA. El porcentaje inicial de humedad fue 43.7% y la máxima pérdida de humedad tolerada por las semillas fue 30% con una germinación de 22.5%, esto ocurrió a los 10 días de tenerlas al medio ambiente; con 40% de humedad perdida no germinaron. Hubo mayor porcentaje de germinación en las semillas conservadas a 5°C sin musgo hasta el segundo mes de almacenaje en que germinó 37.5%, el tercer mes germinaron 5% de las semillas a 10°C con musgo; sin embargo, ningún tratamiento mantuvo la viabilidad más de tres meses. El A.G. a 100 ppm aumentó significativamente la germinación (38.3%) con relación al testigo (28.3%), mientras que a 10,000 ppm redujo la germinación; ninguna dosis aumentó la velocidad de germinación ni el tamaño de plántula. Con estacas terminales con hoja obtenidas del tallo principal se logró hasta 13.3% de enraizamiento con AIB a 3,000 ppm y 20% sin AIB.

Palabras clave: Ácido giberélico, almacenamiento, conservación de semilla, propagación, semillas recalcitrantes, viabilidad.

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría	ii
	Página de firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos	v
	Resumen	vi
	Contenido.....	vii
	Índice de cuadros	viii
	Índice de Anexos	ix
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
3.1	Conservación de semillas	6
3.2	Uso de Ácido Giberélico	8
3.3	Deshidratación de semillas	10
3.4	Reproducción asexual	12
4.	CONCLUSIONES	14
5.	RECOMENDACIONES	15
6.	BIBLIOGRAFÍA	16
7.	ANEXOS	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Porcentaje de germinación de semillas de <i>Polyalthia longifolia pendula</i> luego de diferentes tratamientos y tiempos de almacenaje. El Zamorano, Honduras, 2002-2003.....	7
2.	Porcentaje de germinación de semillas de <i>Polyalthia longifolia pendula</i> remojadas en diferentes concentraciones de ácido giberélico. El Zamorano, Honduras, 2002-2003.....	9
3.	Germinación de las semillas de <i>Polyalthia longifolia pendula</i> luego de diferentes porcentajes de pérdida de humedad. El Zamorano, Honduras, 2002-2003.....	11
4.	Porcentaje de enraizamiento en prueba preliminar de reproducción asexual de <i>Polyalthia longifolia pendula</i> por estacas terminales con hojas. El Zamorano, Honduras, 2002-2003.....	13

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos

1.	Cuadros S.A.S.....	18
1.1	Conservación de semillas	18
1.2	Ácido Giberélico.....	19
1.3	Deshidratación de semillas.....	20

1. INTRODUCCIÓN

La polialtia, (*Polyalthia longifolia pendula*), pertenece a la familia Annonaceae y es un árbol ornamental de hoja perenne originario de la India. Fue introducido a Honduras en los 80's por el Dr. Simón Malo. También se lo conoce como “Árbol de Cementerio” o “Ashoka Tree” y es muy utilizado para adornar ciudades sobre todo en su región de origen. Alcanza una altura de 15 mts, es muy resistente a sequía y se adapta muy bien a diferentes tipos de suelos (Macmillan, 1991). Además de ser un árbol ornamental es considerado un importante árbol medicinal, cuyo extracto alcohólico es soluble en agua caliente y contiene taninos y sustancias orgánicas ricas en hierro y es utilizado como astringente, sedante, estimulante para contracciones uterinas actuando directamente en los músculos del útero (Herbsforever, 2002).

En este hemisferio produce semilla en los meses de septiembre y octubre y no es muy longeva, ya que se deshidrata con facilidad, lo que posiblemente le causa esta rápida pérdida de viabilidad.

El objetivo principal del almacenamiento de semillas es mantener las semillas viables desde que se las recolecta hasta el momento en que se requiere de éstas para la siembra (Willan, 1991). 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. (Hartmann y Kester, 1997). La viabilidad de la semilla se ve afectada principalmente por el contenido de humedad de ésta, la temperatura y el tipo de almacenamiento.

Para Sandoval (2000), el contenido de humedad de las semillas es el que determina la duración del almacenamiento y por lo general se considera a las semillas de vida corta como semillas sensibles a la desecación. Las semillas recalcitrantes son semillas con alta humedad inicial, que pierden su viabilidad cuando baja su contenido de humedad. Según CATIE (2003) son semillas que no pueden ser deshidratadas ni conservadas a muy bajas temperaturas sin causarles daño; sólo pueden almacenarse por pocos días bajo tratamientos especiales.

En semillas ortodoxas, la humedad debe ser lo más baja posible mientras que en las recalcitrantes es al contrario, por ello el tipo de almacenamiento varía mucho dependiendo del tipo de semilla a almacenar, en el caso de semillas recalcitrantes se pueden utilizar bolsas de papel, algodón o polietileno. Se recomienda mantener un adecuado intercambio gaseoso para evitar el calentamiento de las semillas cuando se almacena al medio ambiente (Sandoval, 2000). Para Jaramillo y Baena (2000), las semillas recalcitrantes se deben mantener en recipientes humedecidos con papel

periódico o toallas de papel, aserrín, arena y bolsas plásticas húmedas e infladas, cambiando el aire frecuentemente; se las puede almacenar en frío o al ambiente siempre y cuando la temperatura no sea muy baja.

Por otro lado, las giberelinas son importantes reguladores de crecimiento; también llamados fitorreguladores. Participan en diferentes procesos metabólicos; entre otros son las promotoras de la iniciación enzimática en el proceso de germinación y participan en diferentes concentraciones dependiendo de los estadios de las semillas. Influyen principalmente en la formación de meristemos primarios, semillas, frutos inmaduros y hojas jóvenes (Santamaría, 1999). Para Hartmann y Kester (1997), las giberelinas desempeñan un papel importante en dos etapas de la germinación de las semillas en general. En la primera etapa, las giberelinas actúan en la fase inicial de inducción de enzimas y, posteriormente, activan las enzimas que intervienen en la movilización del sistema de alimentos de reserva. En el campo práctico las giberelinas se usan para mejorar el porcentaje y velocidad de germinación, así como acelerar el crecimiento de la plántula en las etapas iniciales, en algunas especies.

El objetivo del presente estudio fue obtener mayor información sobre la propagación y conservación de semillas de *Polyalthia longifolia pendula* ya que se conoce muy poco al respecto. Para ello se trató de prolongar la conservación de las semillas en diferentes condiciones de almacenaje y se determinó a qué porcentaje de pérdida de humedad se producía la muerte de la semilla y en cuánto tiempo ocurría esto al medio ambiente. También se quiso determinar efecto del Ácido Giberélico sobre la germinación y el crecimiento posterior de las plántulas. Finalmente, se hicieron unos ensayos preliminares para ver la posibilidad de propagar esta especie por estacas.

En este estudio se realizaron tres experimentos diferentes cuyos objetivos específicos fueron los siguientes:

Experimento 1:

Determinar el tiempo en que la semilla perdía 10%, 20%, 30%, 40% y 50% de humedad bajo temperatura ambiente y a qué porcentaje de pérdida de humedad la semilla dejaba de ser viable.

Experimento 2:

Determinar la mejor forma de conservación de las semillas a diferentes temperaturas (ambiente, 5 y 10°C) en diferentes medios (con y sin musgo humedecido) en bolsa plástica.

Experimento 3:

Estudiar el efecto del Ácido Giberélico a diferentes concentraciones: 0, 10, 100, 1,000 y 10,000 ppm en la germinación de las semillas y el crecimiento posterior de las plántulas.

Adicionalmente, se realizó un ensayo preliminar de propagación vegetativa, donde se obtuvieron estacas terminales con hoja del tallo principal o de ramas laterales en crecimiento activo o inactivo, a las cuales se les aplicó 0 y 3,000 ppm de Ácido Indolbutírico (AIB).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de octubre de 2002 a octubre de 2003, en las instalaciones de El Zamorano, localizada a 30 km de Tegucigalpa, Honduras, a una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24°C, una precipitación promedio anual de 1100 mm y una humedad relativa de 70%.

Se utilizaron 2360 semillas de *Polyalthia longifolia pendula* obtenidas de los árboles en El Zamorano. Las semillas fueron sacadas de frutos maduros que fueron cosechados en el transcurso de dos días. Al tercer día a todas se las extrajo del fruto, se las lavó y se las puso a orear por un día. Al cuarto día de haber sido recolectados los primeros frutos, comenzaron los experimentos.

Para poder ver el efecto de la deshidratación sobre la viabilidad de la semilla, se deshidrataron 40 semillas en un horno microondas para determinar su contenido de humedad y luego se tomaron semillas frescas, se agruparon, se pesaron y se realizaron pruebas de germinación conforme fueron perdiendo 10, 20, 30, 40 y 50% de humedad al medio ambiente, para así determinar en qué momento perdían su viabilidad y cuánto tardaban en producirse estas pérdidas.

Cada tratamiento consistió en el porcentaje de humedad perdida. Al obtener la pérdida deseada se pusieron a germinar las semillas en laboratorio, utilizando el sistema de colocarlas entre dos capas de papel toalla humedecidas en medio de películas de polietileno, lo que luego se enrollaba y a estos rollos se metían en gavetas y se observaban diariamente para su germinación, que se daba por sucedida cuando ocurría la emergencia de la radícula. Se utilizó un Análisis Factorial de 4×3 con cuatro repeticiones de diez semillas para cada tratamiento; utilizando un total de 240 semillas en este experimento.

Para prolongar la conservación de las semillas, se mantuvieron semillas a 5, 10°C y otras a temperatura ambiente en bolsas de polietileno de una milésima de pulgada de espesor, con y sin musgo húmedo. Se usaron intervalos de un mes para hacer las pruebas de germinación. Cada tratamiento consistió en el tiempo de permanencia en meses en las diferentes condiciones de almacenaje. Luego se sembraron las semillas utilizando el mismo método de papel toalla humedecido y láminas de polietileno mencionado anteriormente. Igualmente se observaron y evaluaron los porcentajes de germinación. Se utilizó un Análisis Factorial de $3 \times 2 \times 10$ con cuatro repeticiones de diez semillas por temperatura (medio ambiente, 5 y 10°C) y dos sustratos (con y sin musgo), para cada uno de los ocho meses en que se realizó la prueba. En el caso de medio ambiente, sólo se pudieron utilizar cuatro repeticiones de diez semillas y

dos sustratos (con y sin musgo) al mes y a los dos meses. Esto se debió según Duarte¹ (2002) a que por regla general las semillas deben germinar bajo estas condiciones antes de los dos meses de haber sido almacenadas, pasado este tiempo la mayoría de las veces las semillas mueren. Se utilizó un total de 1760 semillas en este ensayo.

Para ver el efecto del Ácido Giberélico (A.G.), se realizó la siembra luego de diferentes remojos por 24 h, de semilla recién obtenida y oreada por un día, en concentraciones de 0, 10, 100, 1,000 y 10,000 ppm de A.G. Luego se sembraron las semillas en almácigos, para determinar diferencias en germinación y velocidad de crecimiento de las plántulas. Estos almácigos se hicieron en camas de vivero conteniendo una mezcla de arena, musgo y tierra (1:1:1 por volumen) bajo malla de 60% de sombra. Se evaluó mensualmente la velocidad y el porcentaje de germinación; asimismo, se estableció el tamaño de las plántulas a los 2 y 8 meses de la siembra. Se utilizó un diseño de DCA con cuatro repeticiones de quince semillas para cada tratamiento, con un total de 360 semillas.

Adicionalmente se hicieron dos ensayos de enraizamiento de estacas terminales con hojas provenientes del eje central y de ramas laterales en crecimiento activo o inactivo que se trataron con y sin 3,000 ppm de Ácido Indolbutírico (AIB). Estas estacas se plantaron en bandejas conteniendo arena y musgo (50:50% por volumen) que se colocaron bajo una cámara hermética de plástico para mantener el 100% de humedad relativa y bajo una malla de polipropileno de 60% de sombra.

Los análisis estadísticos se hicieron utilizando el paquete SAS (Statistical Analysis System, 1999).

¹Duarte, O. 2003, Germinación de Semillas. Zamorano, Honduras. EAP. Comunicación personal.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CONSERVACIÓN DE SEMILLAS

Para el experimento de conservación de semillas se utilizó un DCA con un análisis factorial de 3 por 2, con cuatro repeticiones de diez semillas por temperatura (medio ambiente, 5 y 10°C) y dos sustratos (con y sin musgo). Se realizó un ANDEVA y una separación de medias.

En los análisis estadísticos realizados para germinación total, se encontró diferencia estadística entre tratamientos a un grado de significancia de 0.05. El coeficiente de variabilidad fue de 116.71 el cual es bastante alto, esto se debe probablemente a la cantidad de semillas que no germinaron.

El tipo de almacén mostró diferencia estadística, al igual que la interacción entre temperatura y almacén, lo cual indica que estas dos variables influyeron en el porcentaje final de germinación. El tiempo que permanecieron las semillas almacenadas también afectó la germinación total de éstas, lo cual es bastante obvio.

Al analizar el factor tiempo, se encontró que hubo diferencia estadística en temperatura y almacén, en la interacción temperatura por almacén y en la interacción temperatura por musgo por almacén respectivamente. Lo que indica que tanto la temperatura a la que fueron almacenadas las semillas, como el tiempo en que permanecieron en almacén y el uso o no de musgo, afectaron la germinación después de haber sido almacenadas. En este caso el coeficiente de variabilidad fue de 10.23 que está considerado dentro del rango normal. En cuanto al musgo, sí se encontró diferencia significativa, siendo el almacenaje sin musgo mejor que con musgo.

En el Cuadro 1 se puede observar que tanto para el primer como el segundo mes hubo un mayor porcentaje de germinación con la semilla almacenada a 5°C sin musgo. También se encontró que el mayor tiempo de almacenaje para la semilla de polialtia fue de tres meses a 10°C con musgo; sin embargo, no es comercial almacenar por tanto tiempo ya que se obtuvo un porcentaje de germinación de 5% que es muy bajo. Se puede ver que ningún tratamiento superó al testigo y que conforme aumentó el tiempo de almacenaje, disminuyó el porcentaje de germinación de la semilla, lo que era de esperarse.

Hubo gran diferencia entre la germinación con y sin musgo, siendo mejor los tratamientos sin musgo; sin embargo, en el tercer mes las únicas semillas que germinaron fueron las almacenadas a 10°C con musgo, pero en un porcentaje muy bajo.

Al comparar temperaturas, se encontró que hubo una mayor germinación en las semillas almacenadas a 5°C que a 10°C y al medio ambiente, el cual tuvo el menor porcentaje de germinación.

Ningún tratamiento superó al testigo, lo cual es bastante lógico ya que el testigo fue sembrado directamente y la semilla no sufrió ningún estrés ni deshidratación. Conforme aumentaron los meses de almacenaje disminuyó el porcentaje de germinación.

Al igual que el litchi, en un estudio realizado por Duarte, *et al.* (2001), la semilla de polialtia alcanzó su mayor germinación al almacenarse a 5°C las primeras semanas, sin embargo a diferencia del litchi la polialtia sólo se pudo almacenar por 3 meses en este ensayo, mientras que el litchi logró almacenarse hasta 15 meses a 10°C.

A 10°C con musgo se obtuvo una germinación de 5% luego de tres meses, la cual es bastante baja; sin embargo, fue el único tratamiento que germinó, lo cual indica que posiblemente los primeros meses de almacenaje la semilla de polialtia se mantuvo mejor a 5°C pero conforme pasó el tiempo ésta se fue debilitando y 5°C resultó ser una temperatura muy baja para la semilla y terminó dañándola mientras que a 10°C aunque con un menor porcentaje de germinación la semilla logró sobrevivir más tiempo. Algo similar ocurrió con el litchi en el estudio realizado por Duarte *et al.* (2001) donde las primeras semanas no se encontró diferencia en porcentaje de germinación entre almacenaje a 5 y 12°C; sin embargo, conforme transcurrió el tiempo, las semillas almacenadas a 5°C murieron y las almacenadas a 12°C lograron sobrevivir hasta 15 meses.

3.2 USO DE ÁCIDO GIBERÉLICO

Se evaluó el porcentaje de germinación del testigo contra el remojo en agua, 10, 100, 1,000 y 10,000 ppm de Ácido Giberélico. Se realizó un ANDEVA y una separación de medias.

En el Cuadro 2 se puede apreciar que la mejor germinación final se obtuvo con el remojo en 100 ppm de Ácido Giberélico que superó estadísticamente al testigo, a 1,000 y a 10,000 ppm. Ésta última dosis mas bien tuvo resultados negativos como ocurre muchas veces cuando la concentración de un regulador es excesiva. En cuanto a tiempo a germinación no se encontró diferencia estadística, tampoco se obtuvo diferencia significativa en tamaño de plántulas. Esto no coincide con lo encontrado por Avila (1999) en macadamia, donde el A.G. a demás de aumentar el porcentaje de germinación de las semillas, aceleró la velocidad de crecimiento e incrementó el tamaño de la planta.

Se puede decir que la semilla de polialtia es más sensible al A.G. que la de macadamia ya que en ésta el mejor tratamiento fue el de 100 ppm, mientras que en el estudio realizado por Avila (1999) el mejor tratamiento en macadamia fue el de 5,000 ppm, esto puede deberse a la distinta cubierta de ambas semillas; además de que este tratamiento influyó en el tamaño y velocidad de crecimiento de ésta; en el caso de polialtia el A.G. simplemente influyó en el porcentaje de germinación pero no en el tamaño o velocidad de crecimiento de las plantas. Esto confirma lo indicado por Hartmann y Kester (1997) de que los resultados de estos tratamientos no son iguales para todas las especies.

3.3 DESHIDRATACIÓN DE SEMILLAS

Se determinó que la polialtia contenía 43.65% de humedad y se encontró que cuando las semillas perdieron el 40 y 50% de humedad ya no germinaron, mientras que con 10, 20 y 30% de pérdida de humedad la germinación fue de 65, 45 y 22.5% respectivamente, lo que indica que esta semilla es muy sensible a la pérdida de humedad, y que a mayor humedad perdida el efecto es mayor hasta llegar a un punto en que sufren un daño irreversible. También se encontró que la pérdida de humedad se hizo más lenta conforme la semilla perdía más agua, lo que es normal para este proceso. Se observó que conforme las semillas iban perdiendo humedad, se iban arrugando. Posiblemente esa marcada disminución en el porcentaje de germinación se deba a que según U.S.D.A (1986), la temperatura ambiental y el contenido de humedad de las semillas producen cambios en la actividad enzimática y el metabolismo celular de éstas, así como rupturas y transformaciones de los componentes químicos de las mismas.

Al igual que el cacao (Hor *et al.*, 1984), y la papaya (Ellis *et al.*, 1991) la polialtia no resiste una deshidratación muy alta ya que muere, este punto parece ocurrir cuando

pierde entre 30 y 40% de su humedad inicial. Este efecto de deshidratación es similar en muchas de las plantas tropicales que tienen semillas recalcitrantes en las que al momento en que llegan a un punto crítico de pérdida de humedad, pierden completamente su viabilidad. Esto coincide con Roberts (1973) quien afirma que tanto las semillas de especies tropicales como subtropicales no se pueden enfriar ni deshidratar mucho.

Si se comparan estos datos con los obtenidos por Ferrufino (1999), en su estudio de pérdida de humedad en semilla de litchi, se puede decir que el litchi se deshidrata más rápido que la polialtia ya que sólo le tomó tres días perder 27% de humedad mientras que a la polialtia le tomó seis días, es decir el doble de tiempo para perder el 20% de humedad. El estudio de Ferrufino (1999) también determinó que las semillas de litchi podían tolerar sólo hasta el 20% de pérdida de humedad para tener un porcentaje de germinación aceptable, pasado este porcentaje las semillas perdieron casi todo su poder germinativo. En el caso de la polialtia, su porcentaje de germinación se redujo bruscamente cuando perdió más del 30% de su humedad.

3.4 REPRODUCCIÓN ASEXUAL

En el estudio preliminar de propagación asexual (Cuadro 4), se encontraron algunas estacas enraizadas, lo que indica que esta especie se puede propagar por estacas a pesar de que la emisión de raíces es algo lenta. Los mejores tratamientos numéricamente hablando, fueron los que utilizaron las puntas de tallo principal, donde a los cinco meses de haber sido obtenidas se obtuvo dos estacas tratadas con AIB con raíces primarias de seis y ocho cm de largo, representando un 13.3% del total de muestras y tres estacas sin AIB con doce, siete y nueve cm de largo respectivamente, representando un 20% del total de la muestra.

Estos resultados a pesar de no haber sido muy altos, indican que es factible propagar esta especie por estacas y que hay que encontrar la técnica más adecuada para hacer esto en forma eficiente. Aparentemente el tratamiento con auxinas no es indispensable a diferencia de lo encontrado en otras especies (Hartmann y Kester 1997) donde el uso de AIB mejora notablemente el porcentaje de enraizamiento.

Los datos obtenidos en este estudio concuerdan con lo encontrado por Leiva (1994) en cocona y Alvarado (1994) en tomate de árbol, quienes hallaron un mayor porcentaje de enraizamiento en las estacas terminales lo cual podría demostrar que en ciertas especies las estacas terminales son más fáciles de enraizar.

4. CONCLUSIONES

La semilla recién cosechada tuvo un porcentaje de germinación algo bajo ya que ésta fue sembrada inmediatamente y su germinación en laboratorio fue de 80% y en el campo no sobrepasó el 40% lo cual indica que posiblemente la semilla no tuvo suficiente vigor en el campo como para alcanzar el porcentaje obtenido en laboratorio.

Las semillas de polialtia no se pueden almacenar eficientemente bajo las temperaturas y los tratamientos utilizados por más de dos meses.

La mejor germinación se obtuvo al almacenar la semilla a 5°C sin musgo, en la cual germinaron 52.5 y 37.5% de las semillas de polialtia al mes y dos meses respectivamente.

Las semillas conservadas al medio ambiente germinaron antes de dos meses, al tercer mes las que no habían germinado se pudrieron.

La semilla de polialtia es una semilla recalcitrante porque tiene un contenido cercano a 50% de humedad inicial, además de que se deshidrata fácilmente (10% en dos días) y al perder más de 30% de su humedad deja de ser viable, mientras que las semillas de maíz o frijol se conservan perfectamente durante meses conteniendo tan solo 8-10% de humedad.

El Ácido Giberélico influyó en el porcentaje de germinación, pero no en la velocidad de crecimiento de las plantas. Se encontró que el mejor tratamiento fue el de 100 ppm con un porcentaje de germinación de 38.3% el cual superó estadísticamente al testigo, a 1,000 y 10,000 ppm en germinación final. Aparentemente 10,000 ppm es una concentración muy elevada, por lo que resultó ser el peor tratamiento obteniendo una germinación de 25%.

Conforme aumentó la pérdida de humedad la deshidratación fue más lenta y, a su vez, la velocidad y el porcentaje de germinación fueron disminuyendo.

En el estudio preliminar de propagación por estacas se encontró que les tomó aproximadamente cuatro a cinco meses emitir raíces, siendo las puntas del eje principal las que enraizaron. El método parece ser promisorio.

5. RECOMENDACIONES

Realizar futuros experimentos obteniendo semillas de un solo árbol para evitar la variabilidad genética que pudo haber afectado los resultados de este ensayo.

Aumentar el número de repeticiones y de semillas por repetición separando las semillas obtenidas de cada árbol.

Trabajar con temperaturas más altas para almacenamiento de las semillas, pues al ser ésta una planta tropical, probablemente requiere de temperaturas más altas para la conservación de sus semillas y evitar que se dañen por frío.

Probar otros sustratos para el almacenaje de la semilla o ventilar las bolsas, etc.

Deshidratar las semillas dentro del fruto para determinar con qué velocidad pierden humedad.

Intentar mejorar la propagación asexual de esta planta que ha demostrado ser factible.

Tener algunas plantas pequeñas (podadas) para que sea factible obtener estacas apicales suficientes como para realizar un experimento y poder evaluar la propagación por estacas.

LITERATURA CITADA

ALVARADO, E. 1994. Estudios de la propagación sexual y asexual del tomate de árbol. (*Cyphomandra betacea* Sendt.). Tesis Ing. Agr., E.A.P., Tegucigalpa, Honduras. 49p.

AVILA, P. 1999. Tratamientos para acelerar la germinación y el crecimiento inicial de la macadamia. (*Macadamia integrifolia*). Tesis Ing. Agr., E.A.P., Tegucigalpa, Honduras. 29p.

CATIE. 2003. Recursos Filogenéticos. Preguntas frecuentes. ¿Qué es Semilla Recalcitrante? Consultado 4 septiembre 2003. Disponible en: http://webbeta.catie.ac.cr/FAQ_detetalle.asp

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. H.; D'KONG, T.; ROBERTS, E. H. 1991. Effects of storage temperature and moisture on the germination of papaya seeds. Seed Sci & Res. 1: 69-72

FERRUFINO, I. 1999. Efecto de la deshidratación sobre la germinación de litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) Tesis Ing. Agr., E.A.P., Tegucigalpa, Honduras. 23p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. 1997. Propagación de Plantas. Compañía Editorial Continental S.A. México. 760p.

HERBSFOREVER. 2002. Ashoka Tree. Consultado: 5 septiembre 2003. Disponible en: <http://www.herbsforever.com/herbs/ashoka.asp>

HOR, Y. L.; CHIN, H. F.; KARIM, M. Z. 1984. The effect of seed moisture and storage temperature on the storability of cocoa (*Theobroma cacao*). Seed Sci & Technol. 12:415-420

JARAMILLO, S.; BAENA, M. 2000. Conservación Ex Situ de Recursos Filogenéticos. Acondicionamiento durante la colecta. Consultado 4 septiembre 2003.

Disponible en:

http://ipgri.cigar.org/trining/exitu/web/arr_acondicionamiento_colecta.htm.

LEIVA, R. 1994. Estudios de la propagación sexual y asexual de la cocona. (*Solanum tojiro*). Tesis Ing. Agr., E.A.P., Tegucigalpa, Honduras. 54p.

MACMILLAN, H. F. 1991. Tropical Planting and Gardening. Malayan Nature Society. Kuala Lumpur. Malaysia. 725p.

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

SANDOVAL, A. 2000. Semillas de árboles forestales. Consultado 4 septiembre 2003. Disponible en:

http://www.uchile.d/facultades/cs_forestales/publicaciones/cesaf/n14/1.html.

SAS Statistical Analysis System. (SAS Institute Inc, US). 1999. SAS[®] User's Guide Statistic. Version 8 Edition. SAS Institute Inc, Cary, NC.

SANTAMARÍA, L. M. 1999. Sistemas de Integración y Control en las Plantas. Consultado 10 septiembre 2003. Disponible en:

<http://chimera.javeriana.edu.co/bo93/Hormveg/tsld006.htm>.

U.S.D.A. 1986. Semillas. Compañía Editora Continental. S.A. Décimo Segunda impresión México. 1007p.

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

ANEXOS

Anexo 1 Cuadros SAS

1.1 SAS Conservación de Semillas

The SAS System					
The GLM Procedure					
Dependent Variable: GTotal					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	21	0.99749635	0.04749983	3.48	<.0001
Error	86	1.17233550	0.01363181		
Corrected Total	107	2.16983185			
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	GTOTAL Mean	
	0.459711	116.7121	0.116755	0.100037	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temp	2	0.05017788	0.02508894	1.84	0.1649
Musgo	1	0.10396800	0.10396800	7.63	0.0070
almacen	3	0.48551879	0.16183960	11.87	<.0001
Temp*Musgo	2	0.01134771	0.00567385	0.42	0.6609
Temp*almacen	5	0.13879508	0.02775902	2.04	0.0815
Musgo*almacen	3	0.13836292	0.04612097	3.38	0.0218
Temp*Musgo*almacen	5	0.06932597	0.01386519	1.02	0.4127
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Temp	2	0.01327286	0.00663643	0.49	0.6163
Musgo	1	0.03201078	0.03201078	2.35	0.1291
almacen	3	0.52362654	0.17454218	12.80	<.0001
Temp*Musgo	2	0.00325260	0.00162630	0.12	0.8877
Temp*almacen	5	0.16908525	0.03381705	2.48	0.0378
Musgo*almacen	3	0.10981297	0.03660432	2.69	0.0516
Temp*Musgo*almacen	5	0.06932597	0.01386519	1.02	0.4127

1.2 SAS Ácido Giberélico

The SAS System

The GLM Procedure

Dependent Variable: porc

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	29	0.10235067	0.00352933	1.47	0.0856
Error	90	0.21563850	0.00239598		
Corrected Total	119	0.31798917			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	porc Mean
0.321868	14.81426	0.048949	0.330417

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trt	5	0.07059317	0.01411863	5.89	<.0001
tiempo	4	0.02116058	0.00529015	2.21	0.0744
trt*tiempo	20	0.01059692	0.00052985	0.22	0.9998

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trt	5	0.07059317	0.01411863	5.89	<.0001
tiempo	4	0.02116058	0.00529015	2.21	0.0744
trt*tiempo	20	0.01059692	0.00052985	0.22	0.9998

1.3 SAS Deshidratación de Semillas

The SAS System
The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for diasgerm

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	18
Error Mean Square	0

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	0	0	0	0	0

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	trt
A	32.00	4	50
A			
A	32.00	4	40
A			
A	32.00	4	30
B	25.00	4	20
C	17.00	4	10
D	15.00	4	Testigo

The SAS System

The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for germ

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 18
Error Mean Square 19.44444

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	6.550777	7.9577677	8.8125095	9.4283422	9.9092672

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	trt
A	77.500	4	Testigo
B	65.000	4	10
C	45.000	4	20
D	22.500	4	30
E	0.000	4	50
E			
E	0.000	4	40

The SAS System

The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for diasgerm

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

	Alpha				
	Error Degrees of Freedom		0.05		
	Error Mean Square		18		
			0		
Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	0	0	0	0	0

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	deshid
A	32.00	4	14
A			
A	32.00	4	20
A			
A	32.00	4	10
B	25.00	4	6
C	17.00	4	2
D	15.00	4	0

