Almacenamiento de semillas de cuatro especies forestales de uso múltiple

Ramiro Alizaga *
Olga Vargas A. **

*Se evaluó el efecto de la temperatura y del tiempo de almacenamiento sobre la capacidad germinativa de cuatro especies forestales de uso múltiple: Tubús (*Montanoa dumicola*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), madero negro (*Gliricidia sepium*) y manzana rosa (*Syzygium jambos*). Las semillas se almacenaron durante seis meses a 5ºC, 15ºC y a temperatura ambiente. Se evaluó el porcentaje de plántulas normales y la longitud de las plántulas. Se determinó que las semillas de tubús, casuarina y en menor grado las de madero negro se pueden conservar por seis meses o más en las tres temperaturas probadas, pues no se observaron mermas notables en su germinación. Sin embargo, la longitud de las plántulas mostró un descenso paulatino del vigor conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento. Por el contrario, la semilla de manzana rosa experimentó una considerable merma en la germinación, en especial a temperatura ambiente pues a los 45 días solo se obtuvo un 20% de plántulas normales, mientras que a los 90 días ninguna semilla germinó. En un segundo experimento, se evaluó el almacenamiento de semillas de manzana rosa empacadas con carbón vegetal y arena a 5, 10 y 15ºC, y de semillas de madero negro con 8, 10 y 12% de contenido de humedad. En manzana rosa no hubo efecto de la temperatura de almacenamiento, aunque la semilla conservó mejor su calidad cuando se mezcló con carbón vegetal o con arena. En madero negro, la semilla más seca mantuvo la germinación más alta.*

Introducción

La leña como fuente de energía tiene una gran importancia socioeconómica en América Central, tanto para uso doméstico como industrial. En 1980, la población rural centroamericana era de aproximadamente quince millones de habitantes, y el 80% de dicha población dependía de la leña para cocinar. En el mismo año, en Costa Rica más del 54 % de los hogares fuera del área metropolitana empleaban leña para tal fin (Lemckert, 1981), en 1993 el 36,1% de los hogares (urbanos y rurales) usaban leña en la cocción de alimentos (Blanco, 1993).

Durante el período comprendido entre 1970 y 1992, el sector doméstico y comercial de Costa Rica experimentó una reducción en el consumo de energía proveniente de la leña, debido principalmente, al aumento en el uso de la electricidad que pasó de una participación de 10,5% en el consumo de energía en 1970, a un 31,6% en 1992. Sin embargo, cabe destacar que en 1992, la leña continuaba siendo la principal fuente de energía en dicho sector (alrededor de 60%) y una fuente importante en el sector industrial y agrícola (Costa Rica. Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, 1994).

El aumento en el costo de las importaciones de energía en los últimos 30 años es alarmante. En Costa Rica, las importaciones de hidrocarburos representaban el 7,9% de las exportaciones en 1973. En los años siguientes se da un aumento constante en el precio del petróleo, de manera que en 1978 las importaciones de este producto llegan a representar un 12,4%. Con la segunda escalonada del precio internacional del crudo, la participación porcentual llega a oscilar entre 14,9 y 20,1% hasta 1985. De 1986 a 1992, las importaciones energéticas representaron entre 9,1 y 13,2% de las exportaciones (Costa Rica. Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas, 1994). Debido al reciente aumento en el precio de los

* Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, Universidad de Costa Rica.
** Instituto de Desarrollo Agrario (IDA).

hidrocarburos, su participación porcentual en los últimos dos años debió aumentar.

La leña se obtiene principalmente de árboles en potreros, charrales y tacotales, de la poda de las cercas vivas, cortinas rompevientos y árboles asociados con cultivos como el café y el cacao y en menor proporción de los desechos provenientes de tala y aserrío (Costa Rica. Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas, 1994). Por otra parte, aunque no se cuenta con suficiente información respecto al impacto de la disminución del recurso leña sobre la deforestación, Reiche (1991) informa que hay una gran presión sobre algunos ecosistemas como los manglares. Además, menciona que según estimaciones efectuadas, los beneficios de café continuarán usando cerca de 200 000 m^3 de leña por año, lo que significa utilizar alrededor de 5 000 ha de plantación pura.

La situación antes descrita impone la necesidad de contar con un plan energético, orientado especialmente hacia el uso de fuentes de energía naturales y renovables, con el fin de disminuir la dependencia de energía importada. Desde esta perspectiva, la promoción del uso de árboles de uso múltiple se constituye en una excelente opción.

Muchas especies arbóreas tienen potencial en la producción de leña y otros usos, entre las que se encuentran: el madero negro que se distribuye desde el sur de México hasta el norte de Sur América. En Costa Rica se encuentra en la vertiente pacífica desde 0 hasta 1600 msnm y se introdujo en la vertiente Atlántica con buenos resultados. Comúnmente se usa en cercas vivas y algunas veces como sombra en café y cacao, además es apreciado para durmientes o para basas de madera (González, 1978). El tubús es endémico en Costa Rica y entre sus principales usos se mencionan cercas vivas, postes, basas para construcciones de tipo rural y para leña (Holdrige, 1979). El árbol manzana rosa es originario de la India y se naturalizó durante la colonización del continente americano. En Costa Rica se siembra desde las zonas bajas hasta 1200 msnm. Se considera una especie adecuada para desarrollar políticas silviculturales en el manejo de bosques tropicales, por su gran abundancia de ramas y por la gran cantidad de materia orgánica que aporta al suelo. También se usa para obtener leña y en la producción de carbón (González, 1978). La casuarina es originaria de Australia y de las islas del Pacífico. Es una especie de clima templado y crece bien en suelos fértiles y húmedos, a altitudes no mayores de 1500 msnm. En algunos países se usa en la industria de fabricación de pulpa para papel. Además, se emplea en proyectos de reforestación, cortinas rompevientos y para leña y carbón (Holdridge y Poveda, 1975).

La importancia económica y social de la leña como fuente de energía renovable, la escasa investigación disponible en la mayoría de las especies para este fin, así como el desconocimiento de la capacidad de las semillas para conservar su potencial reproductivo, motivaron la realización del presente estudio cuyo objetivo principal fue evaluar el impacto del tiempo y las condiciones de almacenamiento sobre la capacidad germinativa de la semilla de cuatro especies forestales de uso múltiple aptas para la producción de leña.

Materiales y Métodos

Este trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del Centro para investigaciones en granos y semillas (CIGRAS) de la Universidad de Costa Rica. Se usaron semillas de *Montanoa dumicola* (tubús), *Casuarina equisetifolia* (casuarina) y *Gliricidia sepium* (madero negro) provenientes de árboles en cercas vivas, y de *Syzygium jambos* (manzana rosa) que se tomaron de árboles en tapaviento.

La recolección de semillas y frutos se hizo en forma manual directamente del árbol. Se utilizó un método de extracción diferente de acuerdo con las características de cada especie. En casuarina y tubús se tamizaron los frutos para separar las semillas del resto de los tejidos. Los frutos de manzana rosa se abrieron manualmente para extraer las semillas. En el caso del madero negro, las vainas se expusieron al sol para que se abrieran.

Una vez obtenidas las semillas se les determinó el contenido de agua mediante

el método de la estufa con circulación de aire (International Seed Testing Association -ISTA, 1976), en el que se secaron las semillas a 103 ± 1ºC durante 72 horas.

Las semillas se almacenaron con los siguientes contenidos de humedad: *Montanoa dumicola* (tubús) 9,4%, *Casuarina equisetifolia* (casuarina) 9,5%, *Gliricidia sepium* (madero negro) 13,3% y *Syzygium jambos* (manzana rosa) 46,2%.

Las semillas se dividieron en sublotes que se empacaron en doble bolsa de polietileno para mantener estable el contenido de humedad. En manzana rosa se agregó 1g de p.c. del fungicida captan (Ortocide 75%) por kilogramo de semilla para reducir el desarrollo de hongos, en vista de que esta semilla es recalcitrante y debe almacenarse con un contenido de humedad muy alto. A continuación, las semillas se almacenaron durante seis meses a tres temperaturas: 25ºC (temperatura ambiente), 15ºC y 5ºC. Posteriormente se hizo un segundo ensayo en el cual se almacenaron semillas de manzana rosa durante 12 meses a 5, 10 y 15ºC, empacadas en doble bolsa de polietileno (solo semillas) o mezcladas con dos substratos: carbón vegetal o arena, ambos con 40 % de humedad para evitar la desecación de las mismas. Se agregó 1g de p.c. del fungicida captan (Ortocide 75%) por kilo de semilla. Además, se almacenaron semillas de madero negro con 8, 10 y 12% de humedad, a una temperatura de 25ºC.

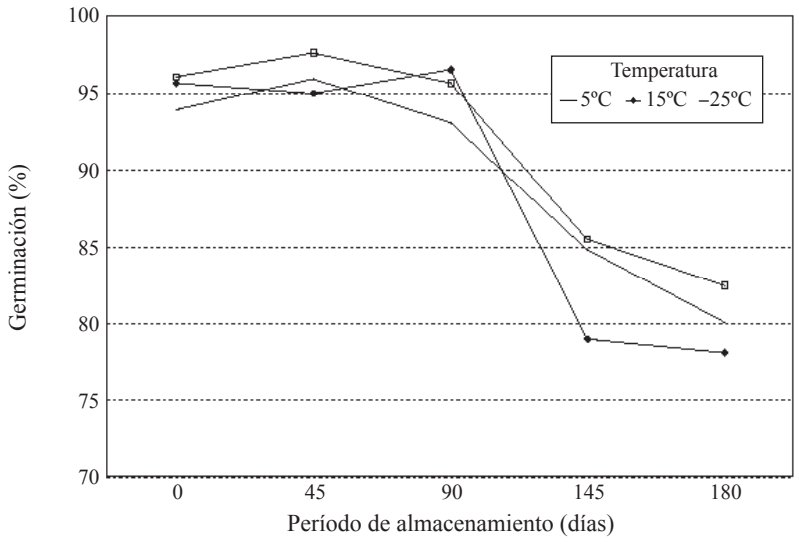


FIGURA 1. Porcentaje de germinación de semillas de madero negro almacenadas a diferentes temperaturas.

La calidad fisiológica de las semillas se evaluó mediante pruebas de germinación que se realizaron en una cámara graduada a 25ºC ± 1ºC y 98% de humedad relativa, a intervalos de 45 días de almacenamiento en el primer experimento y de dos meses en el segundo. Se usaron cuatro repeticiones de 50 semillas cada una. Con las semillas de tubús y casuarina se usó como sustrato papel para germinación. En madero negro y manzana rosa el sustrato fue arena acondicionada según metodología descrita por ISTA (1976).

En tubús, casuarina y madero negro la germinación o número de plántulas normales, se evaluó cada 9 días durante los 27 días que duró la prueba. Además, conjuntamente con las pruebas de germinación, se evaluó la altura de las plántulas, que se midió en 10 de ellas tomadas al azar de cada repetición. En manzana rosa la germinación se evaluó a los 22 y 45 días.

Resultados

En términos generales, hubo una respuesta desigual de las semillas con respecto al tiempo y a la temperatura de almacenamiento, según la especie.

En madero negro se encontró un efecto significativo (a = 0,01) del tiempo de almacenamiento sobre la germinación. En la Figura 1 se observa un comportamiento muy similar entre las temperaturas, mientras que a partir de los 90 días de almacenamiento resulta evidente un descenso en el porcentaje de plántulas normales. Sin embargo, cabe aclarar que al final del almacenamiento se mantenía una germinación alta (80%).

En casuarina no se obtuvo efecto de la temperatura ni del tiempo. Esto es evidente en la Figura 2 pues en ningún caso las diferencias fueron mayores de 11% y los porcentajes de germinación resultaron similares al inicio y al final del período de almacenamiento.

En el caso de tubús hubo un efecto significativo de la temperatura (a = 0,01) sobre la germinación. La mayor proporción de plántulas se obtuvo a los 45 días en las semillas almacenadas a 15 y 25ºC y se nota

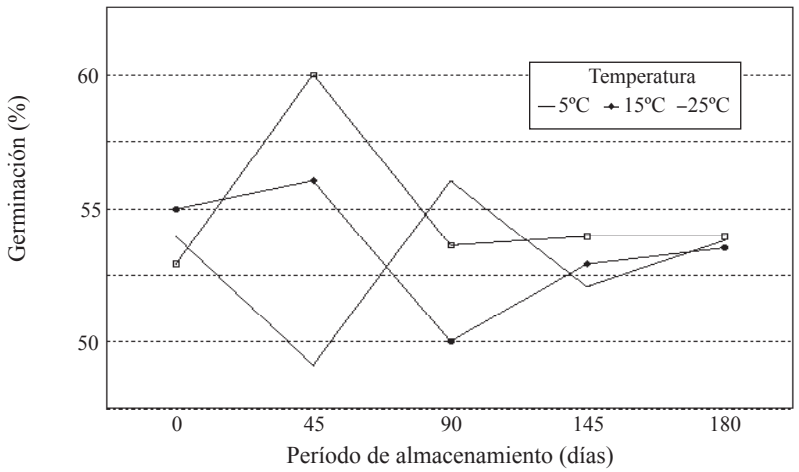


FIGURA 2. Porcentaje de germinación de semillas de casuarina almacenadas a diferentes temperaturas.

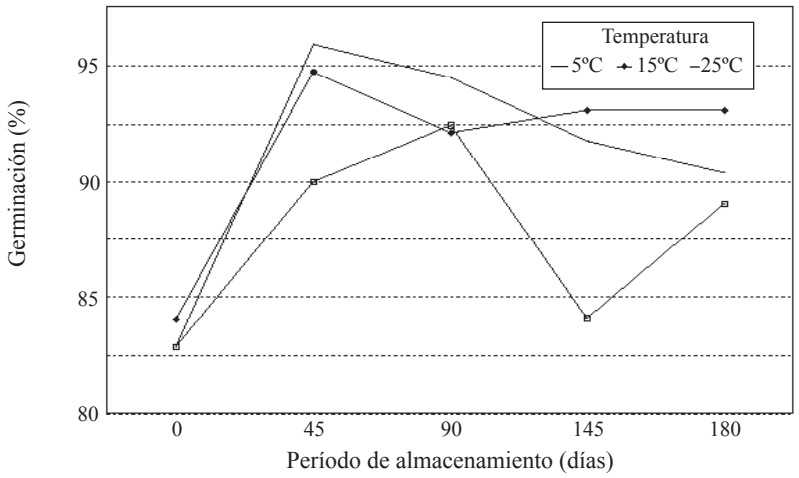


FIGURA 3. Porcentaje de germinación de semillas de tubús almacenadas a diferentes temperaturas.

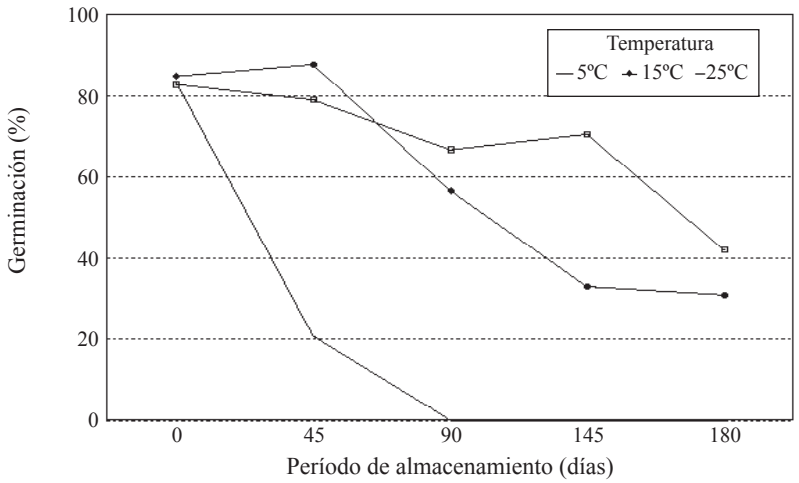


FIGURA 4. Porcentaje de germinación de semillas de manzana rosa almacenadas a diferentes temperaturas.

un ligero descenso conforme se prolongó el almacenamiento (Fig. 3). En general, la germinación de la semilla almacenada a 5ºC fue menor, aunque después de seis meses, los porcentajes de germinación fueron similares en las tres temperaturas.

El análisis de los resultados demostró que en manzana rosa hubo un efecto significativo (a = 0,01) de la temperatura y del tiempo de almacenamiento. En términos generales, el porcentaje de germinación descendió rápidamente conforme aumentó el período de almacenamiento, especialmente en las semillas almacenadas a 25ºC , puesto que a los 90 días no hubo germinación. La temperatura en que se conservó mejor la calidad fisiológica de las semillas fue 5ºC (Figura 4).

En madero negro, casuarina y tubús, se determinó un efecto altamente significativo del tiempo de almacenamiento sobre la altura de las plántulas, mientras que no se detectó efecto alguno debido a la temperatura. En madero negro la altura promedio fue de 15 cm al inicio y se redujo a 10,5 cm al final de la prueba (180 días), en casuarina estos valores correspondieron a 2,1 cm y 1,3 cm y en tubús a 3,5 cm y 1,3 cm (Fig. 5). En manzana rosa los tratamientos no afectaron la longitud de las plántulas a 5 y 15ºC; a 25ºC no se analizó pues a partir de los 90 días la germinación fue cero.

En el segundo experimento realizado en manzana rosa, la temperatura de almacenamiento no afectó la germinación, mientras que se encontró un efecto altamente significativo asociado con la forma en que se almacenaron las semillas, de manera que las semillas contenidas en bolsas de polietileno y mezcladas con carbón y con arena, se conservaron notablemente mejor, prueba de esto es que después de un año de almacenamiento presentaron 36 y 25% (datos promedio de las tres temperaturas) de plántulas normales, respectivamente. Por el contrario, las semillas almacenadas únicamente en bolsa de polietileno mostraron apenas un 9% de germinación después de ocho meses y a los 10 meses no hubo germinación (Figura 6).

El análisis de los resultados en madero negro indica un efecto significativo (a = 0,01) del contenido de humedad de

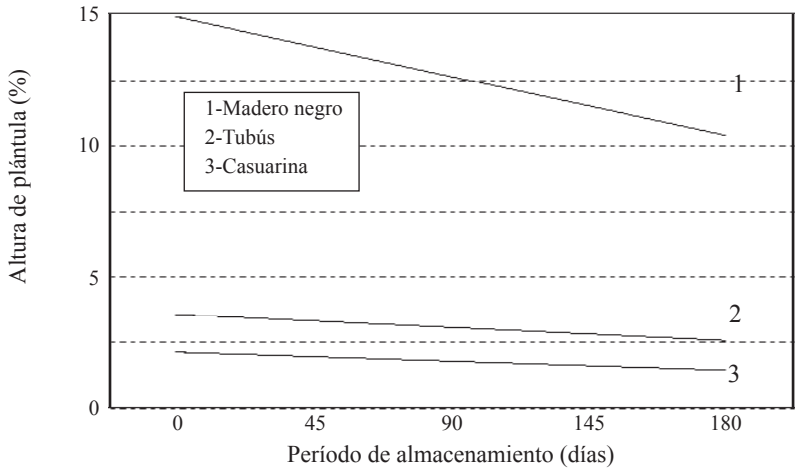


FIGURA 5. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre la altura de las plántulas en madero negro, tubús y casuarina.

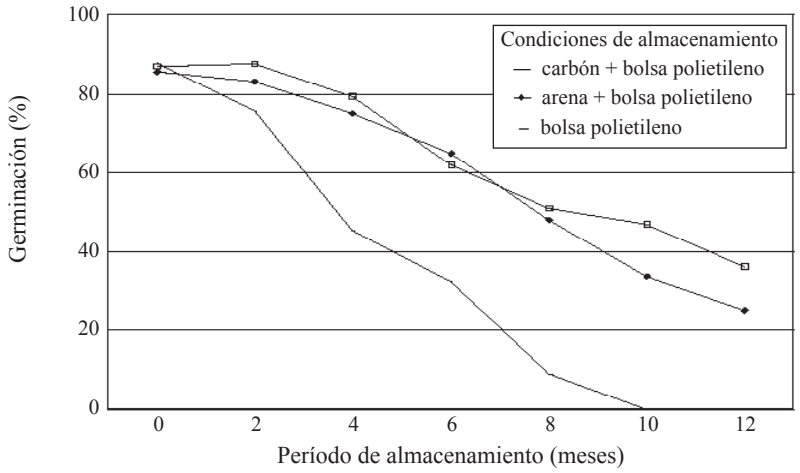


FIGURA 6. Porcentaje de germinación de semillas de manzana rosa en función de tres diferentes condiciones de almacenamiento.

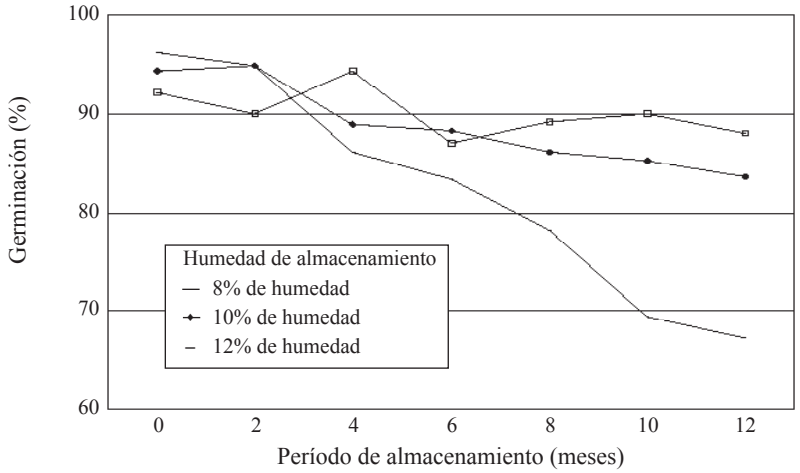


FIGURA 7. Porcentaje de germinación de semillas de madero negro almacenadas con tres diferentes humedades, a 25ºC.

las semillas sobre su conservación. La germinación de la semilla almacenada con 8% de humedad prácticamente no varió, la semilla con 10% ocupó una posición intermedia y en la semilla con 12% de humedad, la germinación se redujo desde 96% al inicio del experimento hasta 67% al cabo de 12 meses (Fig. 7).

Discusión

La longevidad de las semillas es una característica particular de cada especie, determinada por el genotipo, influenciada por las condiciones ambientales durante su desarrollo en la planta madre y por el manejo poscosecha.

El conocimiento de las condiciones de almacenamiento para cada tipo de semilla, es fundamental para lograr su conservación por el mayor tiempo posible. Lamentablemente, en la mayoría de las especies forestales del trópico se dispone de poca o ninguna información acerca del manejo poscosecha de las semillas (Jara, 1995).

La mayoría de las especies usadas por el hombre, producen semillas que sufren un proceso de desecación natural en la planta madre (20% de humedad o menos) que determina el final de la fase de formación y desarrollo y direcciona el metabolismo hacia la fase germinativa (Kermode *et al*, 1986). Posteriormente, se puede continuar el secado en forma artificial hasta contenidos de agua muy bajos (5 a 12% de humedad) sin que se deterioren; además, algunas semillas contenidas en frutos no se secan en la planta madre, pero una vez extraídas se pueden secar sin problema. Estas semillas se clasifican como ortodoxas y normalmente su longevidad durante el almacenamiento aumenta conforme disminuye su contenido de agua y se reduce la temperatura de almacenamiento.

Las semillas de tubús y de casuarina mostraron el comportamiento típico de las semillas ortodoxas, en vista de que se cosecharon con contenidos de humedad muy bajos y de que mantuvieron prácticamente la misma capacidad germinativa durante todo el ensayo en las tres temperaturas evaluadas. Por el contrario, la longitud de las plántulas se redujo con el pasar del tiempo, situación

que denota una pérdida de vigor de las semillas y que concuerda plenamente con el concepto de que puede ocurrir una reducción importante de su calidad fisiológica, antes de que se detecten mermas en el potencial germinativo. Sin embargo, los resultados sugieren que es muy posible conservar por mayor tiempo las semillas de estas dos especies, si se reduce su contenido de agua a porcentajes inferiores a los estudiados, inclusive a temperatura ambiente.

Con base en la información obtenida en el primer experimento, era posible pensar que las consideraciones anteriores fuesen aplicables a las semillas de madero negro, pues a pesar del descenso en la germinación al cabo de seis meses, ésta en promedio continuaba siendo alta, y aunque la reducción relativa en la longitud de las plántulas fue mayor que en tubús y casuarina, pudo deberse al mayor contenido de humedad con que se almacenaron. El segundo experimento conducido en madero negro comprueba lo anterior; es evidente que la semilla se conservó notablemente mejor y por un período mayor, simplemente reduciendo su contenido de agua durante el almacenamiento a 25ºC (Fig. 7). Esto coincide con otro concepto ampliamente conocido y difundido entre los semilleristas, en el sentido de que el factor más importante para conservar semillas de calidad en el almacén es su contenido de agua, siguiendo en importancia la temperatura.

Las semillas conocidas como recalcitrantes tienen un comportamiento muy diferente al de las ortodoxas, debido a que no experimentan un proceso de secado natural en la planta madre y a que mueren si su contenido de agua se reduce por debajo de un nivel crítico, que normalmente corresponde a una humedad muy alta (20% o más). Según Booner (1990), estas semillas se pueden dividir en recalcitrantes templadas que se pueden almacenar a temperaturas bajas (de 1 a 3ºC) y en recalcitrantes tropicales que no toleran bajas temperaturas de almacenamiento (mínimo entre 12 y 20ºC).

El comportamiento de las semillas de manzana rosa concuerda con el de las recalcitrantes. En pruebas preliminares se determinó que es muy intolerante a la desecación y que el embrión muere si las semillas se secan hasta humedades inferiores a 40%. En el primer experimento, la mejor temperatura de almacenamiento fue 5ºC; a 25ºC la semilla se deterioró con rapidez, debido probablemente a una alta tasa de respiración y a que no fue posible combatir la acción de los hongos. En el segundo experimento, la semilla mezclada con carbón o con arena se conservó mejor. Cabe destacar que en estos dos casos, prácticamente no se observó desarrollo de hongos, lo que si ocurrió en la semilla almacenada en bolsa de polietileno, en particular a partir de los 5 meses de almacenamiento. Además, es destacable que esta semilla no es sensible al almacenamiento a bajas temperaturas.

Literatura Citada

Blanco, R. J. “La energía en Costa Rica”. En *Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales*. (9., 1993, San José , C.R.) (Memorias). v.1. 1993.

Booner, F.; Vozzo, J.; Elam, W.; Land, S. *Tree Seed Technology Training Course*. USDA Forest Service. Instruccion manual. 160p. 1994.

Costa Rica, Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. *Plan Nacional de Energía 1995-2015, Diagnóstico del Sector Energía, Período 1970-1993*. 159p. 1994.

González, R. *Maderas de Costa Rica, algunas características. San José, Dirección General Forestal*. Informe Divulgativo No. 20. 18p. 1978.

Holdridge, L. *Manual dentrológico para mil especies arbóreas de la República de Panamá. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Informe Técnico No. 1. 325p. 1979.

Holdridge, L.; Poveda, J. *Árboles de Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. v.1. pp 206-320. 1975.

International seed testing association. “International Rules for Seed Testing”. *Seed Science and Technology* 4(1):1-77. 1976.

Jara, L. F. “Metodología y resultados de

almacenamiento de semillas forestales en Colombia". En *Curso Regional sobre Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales*. De. por E. Trujillo. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. s.p. 1995.

Kermode, A. R.; Bewley, J. D.; Dasgupta, J.; Misra, S. "The transition from seed development to germination: a key role for deseccation?" *HortScience* 21(5):1113-1118. 1986.

Lemckert, A. *El uso doméstico de la leña en Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico No. 9. 27p. (Serie Técnica). 1981.

Reiche, C. C. *El uso de la leña en industrias rurales de América Central*. Santiago, Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 60p. 1991.