

# Efecto de la temperatura de almacenamiento y del contenido de humedad sobre la viabilidad de la semilla de ronrón (*Astronium graveolens* Jacq.)

Jorge Herrera <sup>1</sup>  
Ramiro Alizaga <sup>1</sup>

## Resumen

Semillas de ronrón recién cosechadas se llevaron a diferentes contenidos de humedad (12, 15, 18, 21 y 24 %) y posteriormente se almacenaron a tres temperaturas (10, 15 y 20 °C) durante 225 días. La capacidad germinativa de la semilla se evaluó cada 45 días. El contenido de humedad afectó significativamente la viabilidad de la semilla de ronrón, la semilla con 12 % fue la que mejor soportó el periodo de almacenamiento, mientras que en las humedades altas se deterioró rápidamente la calidad fisiológica. La temperatura de 15 °C conservó mejor la viabilidad de la semilla, mientras que esta se vio rápidamente deteriorada a 10 °C. La interacción entre temperatura y humedad mostró que la semilla con 12 % de humedad y almacenada a 15 °C produjo los mejores resultados en forma consistente a través de todo el periodo, lográndose 65 % de semillas germinadas después de seis meses de almacenamiento.

## Introducción

El ronrón es una de las especies maderables más finas de América Central, cualidad que favoreció una intensa e indiscriminada explotación que ha reducido peligrosamente sus poblaciones y que en un futuro cercano podría ocasionar su extinción. Se trata de un árbol de hasta 30 m de altura y 1 m de diámetro, las flores son bisexuales, agrupadas en panículas terminales o axilares y los frutos son nuececillas drupáceas, de 12 a 13 mm de longitud, con una sola semilla (Jiménez, s.f.). Según este mismo autor, las semillas deben ponerse a germinar inmediatamente después de recolectadas, con lo que se alcanza una germinación superior a 90 %, observación que coincide con los resultados encontrados por Chavarría (s.f.). Lo anterior puede considerarse concluyente en cuanto a que las semillas de esta especie no presentan reposo o latencia que impida la germinación inmediatamente después de la cosecha.

<sup>1</sup> Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Ambos autores son beneficiarios del Programa de Apoyo a Investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica.

Lamentablemente, se dispone de muy escasa e inexacta información con respecto al almacenamiento, lo cual constituye un problema cuando se desea conservar la semilla por periodos variables, ya sea con fines comerciales o con el de evitar la degradación de la diversidad genética de los recursos forestales tropicales (Jara, 1995). Además, si se considera que la producción de semillas forestales es irregular y en muchos casos notablemente influida por las condiciones ambientales y los factores bióticos, es conveniente necesario determinar condiciones adecuadas de manejo y almacenamiento para cada especie. En general, se define el almacenamiento de la semilla como el tiempo transcurrido desde la cosecha hasta su utilización en la siembra, por lo que este periodo puede variar desde lo necesario para trasladar la semilla del árbol al sitio de siembra, hasta varios meses o aun años, dependiendo de la almacenabilidad de la semilla y del uso que se le dará.

Según Chavarría (s.f.), la germinación de la semilla de ronrón declinó su germinación desde 88 % (1 mes después de la cosecha) hasta 49 % (6 meses después de cosechada). Sin embargo, en esta información no se consigna el contenido de humedad de las semillas y tan solo se utilizó la temperatura ambiente (27 °C en promedio) como el único ambiente de almacenamiento. Lo anterior confirma el criterio popular de que es una especie cuyas semillas son difíciles de conservar y de vida corta. No obstante, la ausencia de experimentación documentada plantea una interrogante en cuanto a su poca longevidad y viabilidad.

El objetivo de este trabajo fue evaluar en forma preliminar el efecto de la temperatura de almacenamiento y del contenido de humedad de la semilla de ronrón sobre su viabilidad y velocidad de germinación.

## Materiales y métodos

Este trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del Centro para Investigaciones en Granos y Semillas. Se utilizó semilla recién cosechada en la zona del Pacífico Sur en el mes de marzo, con un contenido de humedad de 25 %. Seguidamente, se trasladó al CIGRAS en bolsas de polietileno para evitar pérdidas de agua por evaporación.

Para evaluar el efecto del contenido de humedad sobre la germinación de las semillas, estas se agruparon en lotes de 900 gramos, que se extendieron sobre bandejas de madera de 40 cm de ancho por 90 cm de largo y se introdujeron en una habitación con aire acondicionado, a una temperatura de 21 °C y 60 % de humedad relativa. En estas condiciones se logró un secamiento gradual de las semillas, con el fin de evitar daños fisiológicos. Las semillas se retiraron del proceso de secado conforme alcanzaron los siguientes contenidos de humedad: 12, 15, 18, 21 y 24 %, el cual se determinó por pérdida de peso de los lotes (evaporación de agua) con respecto al peso original utilizando la siguiente fórmula:

$$Pm_1 = Pm_0 \left[ \frac{100 - CH_0}{100 - CH_1} \right]$$

- $Pm_1$  = peso final de la submuestra
- $Pm_0$  = peso inicial de la submuestra
- $CH_1$  = contenido de humedad deseado, % b.h. (base húmeda)
- $CH_0$  = contenido de humedad inicial, % b.h.

Posteriormente, los lotes de semillas se dividieron en tres sublotes, cada uno de los cuales se almacenó a 10, 15 y 20 °C respectivamente.

La germinación de la semilla se evaluó cada 45 días, para lo cual de cada sublote se tomaron cuatro repeticiones

de 50 semillas cada una. Como sustrato se usó papel para germinación (marca Anchor), sobre el cual se colocaron las semillas. Seguidamente, estas se introdujeron en una cámara de germinación a 30 °C de temperatura continua, con un fotoperiodo de 12 horas y una humedad relativa cercana al 100 %, por 15 días. Durante ese periodo se evaluó el porcentaje de plántulas normales y de semilla muerta, así como la tasa de velocidad de germinación.

El análisis de los resultados se realizó mediante un diseño irrestricto al azar en un arreglo factorial con dos factores; a saber, tres temperaturas de almacenamiento y cuatro contenidos de humedad en la semilla. La separación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey.

### Resultados

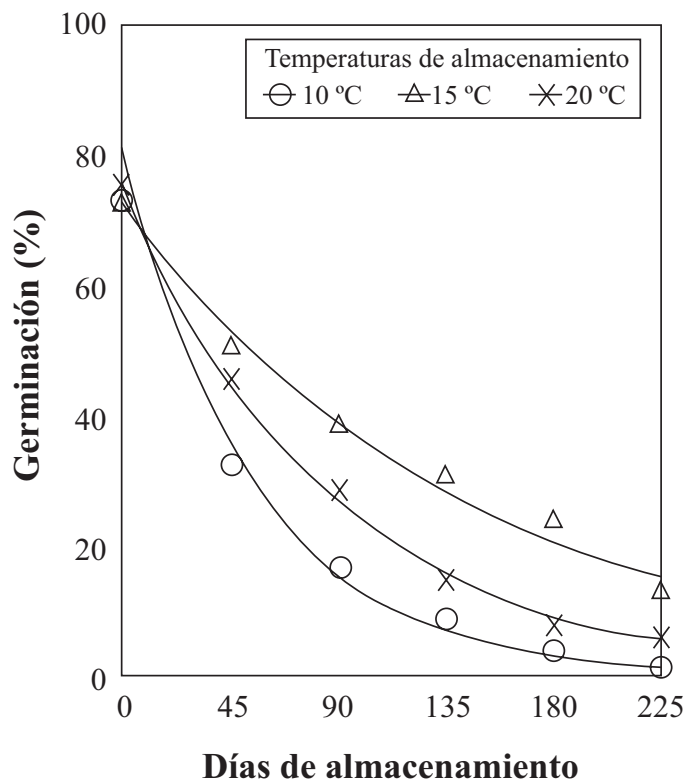


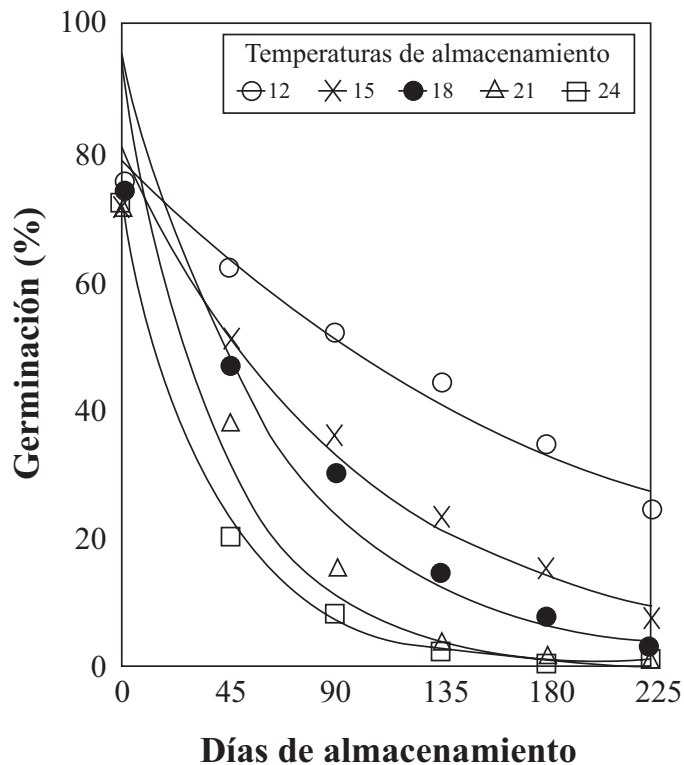
Figura 1

Efecto de la temperatura y del tiempo de almacenamiento sobre la germinación de la semilla de ronrón

El análisis estadístico mostró que exceptuando la primera evaluación, en todas las demás ocasiones las tres temperaturas produjeron resultados estadísticamente diferentes entre sí ( $\alpha = 0,05$ ), y que los mayores porcentajes de germinación se obtuvieron con la temperatura de 15 °C, durante el periodo de 225 días que duró la prueba (Figura 1). Por el contrario, la temperatura menos adecuada para conservar la semilla de ronrón fue la de 10 °C, mientras que la temperatura de 20 °C ocupó una posición intermedia. Además, se observa en dicha Figura que la germinación descendió rápidamente en todas las temperaturas, aunque aquí no se contempla la interacción con el contenido de humedad de las semillas.

La Figura 2 muestra el comportamiento de las semillas con diferentes contenidos de humedad, independientemente de la temperatura de almacenamiento. Los resultados señalan que conforme aumentó la humedad, en forma inversa disminuyó la capacidad germinativa de la semilla. El descenso fue muy marcado con humedades de 21 y 24 %, ya que después de 45 días de almacenamiento; es decir, a la primera evaluación, la germinación se redujo a menos de 40 %, algo similar ocurrió con las humedades de 15 y 18 % a los 90 días y con la humedad de 12 %, pero a los 180 días. Al final del periodo, tan solo la semilla con 12% de humedad tuvo un porcentaje de germinación superior a 20 %. Estadísticamente, la humedad de 12 % fue superior ( $\alpha = 0,05$ ) a las demás humedades en todas las evaluaciones realizadas.

La temperatura de almacenamiento mostró un notable efecto sobre la calidad fisiológica de las semillas con diferentes contenidos de humedad (Figura 3). A la temperatura de 10 °C se observa un rápido descenso en la capacidad germinativa de la semilla, ya que después de 45 días



**Figura 2**

**Efecto del contenido de humedad de la semilla y del tiempo de almacenamiento sobre la germinación de ronrón**

todos los tratamientos presentaron valores inferiores a 50 % y a los 135 días todos fueron inferiores a 20 %. Finalmente, al terminar el periodo de almacenamiento (225 días) en ninguno de los tratamientos se obtuvo semillas germinadas.

Por el contrario, la mejor combinación de tratamientos fue 15 °C y un contenido de humedad de la semilla de 12 % (Figura 3). En estas condiciones la semilla produjo los mayores valores de germinación a través de todo el periodo de almacenamiento. Cabe destacar que se alcanzaron valores tan altos como 70 % aun después de 135 días de almacenamiento y a los 225 días se obtuvieron valores cercanos a 50 %. Los valores registrados con 15 y 18 % de humedad

se ubicaron entre el tratamiento anterior y los de 21 y 24 % de humedad que fueron los que presentaron los valores menores en forma consistente a través de todo el periodo.

Finalmente, los resultados obtenidos cuando se almacenó a 20 °C fueron intermedios entre las otras dos temperaturas (Figura 3). De nuevo, los valores mayores se presentaron con la humedad de 12 %, aunque el descenso fue más pronunciado que a 15 °C, ya que a los 135 días la germinación fue de solo 45 %. En esta misma fecha, las humedades de 18, 21 y 24 % no mostraron ninguna semilla germinada. Al final del periodo de almacenamiento la germinación mayor (27 %), se obtuvo con el tratamiento de 12 % de humedad, seguido del de 15 % que produjo únicamente 4 % de semillas germinadas.

Durante todo el experimento se evaluó la tasa de germinación; sin embargo, se decidió presentar únicamente los resultados obtenidos a los 45 y 135 días de almacenamiento. Esta escogencia se fundamentó en que a los 45 días, las semillas de algunos tratamientos continuaban germinando rápida y vigorosamente, mientras que a los 135 días se observó en la mayoría de los tratamientos, una notable merma en el porcentaje de semillas capaces de germinar y de producir plántulas normales.

Al evaluar la evolución del porcentaje de plántulas normales durante las pruebas, se determinó que a 10 °C la germinación fue muy lenta y escasa (Figura 4), ya que se inició entre los días 6 y 12. Además, a los 12 días ningún tratamiento superaba 10 % de germinación. Después de 15 días, los tratamientos que alcanzaron los mayores valores fueron aquellos en que la semilla se almacenó por 45 días, aunque los porcentajes de germinación no superaron 43 %.

A 15 °C los resultados variaron, ya que

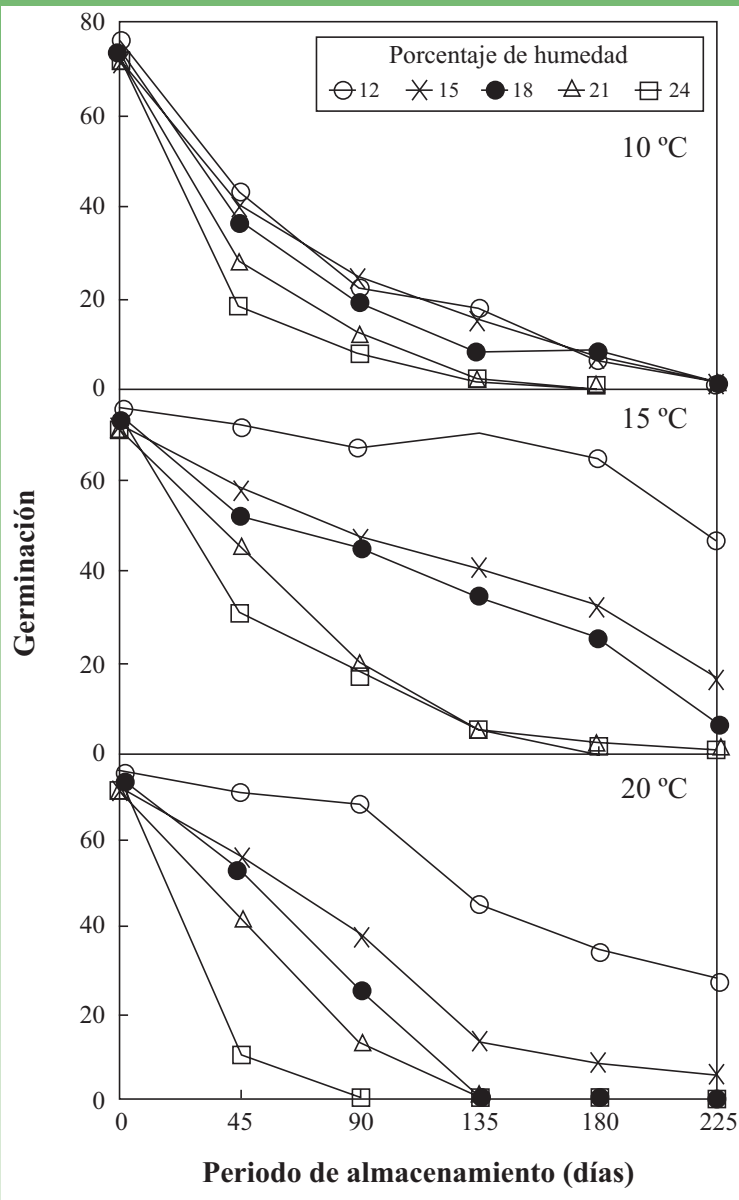


Figura 3

Evolución de la germinación de la semilla de ronnón almacenada a 10, 15 y 20 °C durante 225 días

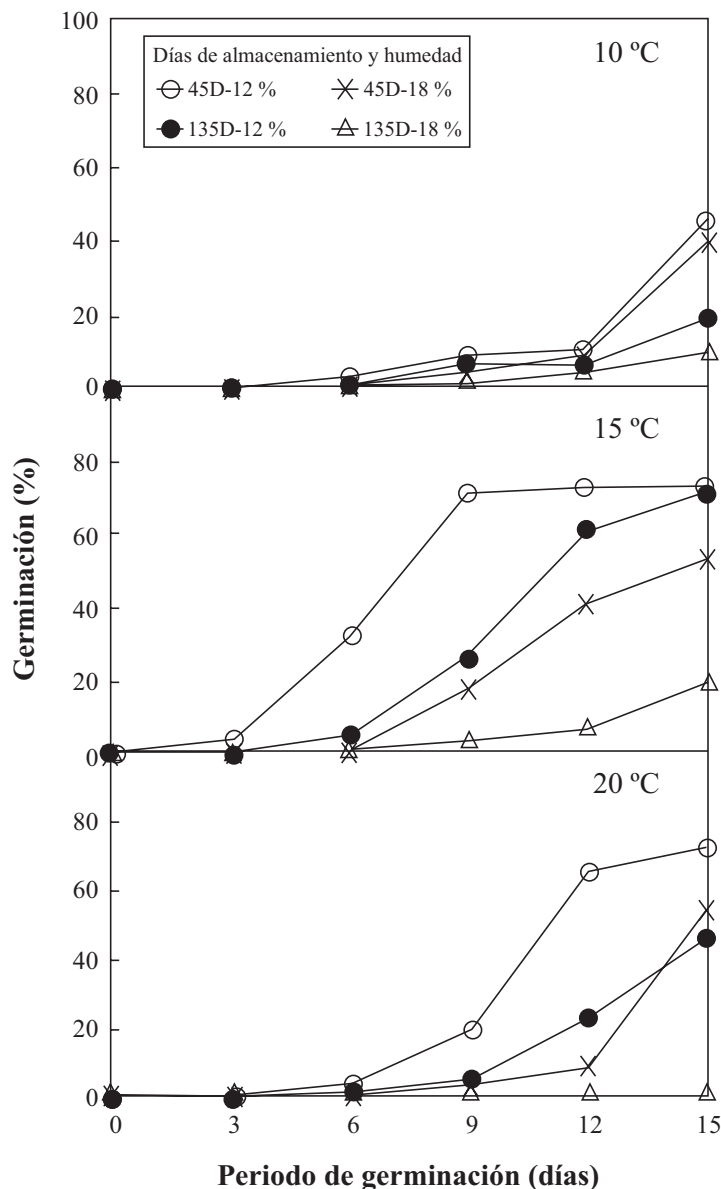
los valores mayores se presentaron con 12 % de humedad, independientemente del tiempo de almacenamiento (Figura 4). La germinación se inició al tercer día en semilla almacenada por 45 días con 12 % de humedad y alcanzó 71 % al día 9. Los demás tratamientos iniciaron más lentamente la germinación a partir del sexto día. Después de 135 días, la semi-

lla con 12 % de humedad alcanzó un valor muy similar a aquella almacenada por solo 45 días y con la misma humedad, pero únicamente hasta el final del periodo. En los tratamientos de 18 % de humedad almacenados por 45 y 135 días la germinación se inició únicamente hasta el noveno día, para alcanzar valores máximos de 52 y 18 % respectivamente.

En la temperatura de 20 °C (Figura 4), de nuevo el tratamiento que germinó con mayor rapidez fue el de 12 % de humedad a los 45 días de almacenamiento, seguido del tratamiento de 12 % de humedad almacenado por 135 días. Por otra parte, las semillas con 18 % (45 días) y con 12 % de humedad (135 días) tuvieron una velocidad de germinación muy similar.

### Discusión

Uno de los principales problemas con las semillas de especies forestales, sea como fuente de germoplasma o para fines de comercialización, es que no siempre está disponible en la cantidad adecuada y en el momento oportuno, por ello el almacenamiento siempre constituye una de las estrategias principales en cualquier programa de reforestación; sin embargo, en las semillas de muchas especies forestales tropicales se tiene poca o ninguna información disponible debido a la falta de experimentación. Específicamente en almacenamiento de semilla de ronnón, Chavarría (s.f.) logró 49 % de germinación al cabo de seis meses, lo cual es relativamente bajo, si se compara con otras especies como *Cordia alliodora* (60 % de germinación al cabo de 7 años) y *Enterolobium cyclocarpum* (52 % después de 11 años) (Rojas, 1995). Sin embargo, debe agregarse que las condiciones en que se realizó dicho experimento no necesariamente resultaban las más adecuadas para la conservación de la viabilidad del ronnón, especialmente por la alta temperatura de



**Figura 4**

**Tasa de germinación de la semilla de ronrón con 12 y 18 % de contenido de humedad, almacenada a 10, 15 y 20 °C durante 45 y 135 días**

almacenamiento. Tampoco se hace referencia al contenido de humedad de las semillas, que es el factor de mayor importancia para conservar una calidad fisiológica aceptable.

De nuevo, debido a la escasa información disponible, al iniciar este trabajo

no se sabía si la semilla de ronrón era enteramente ortodoxa, si presentaba algún comportamiento típico de las recalcitrantes o si correspondía una posición intermedia. Según Rojas (1995), una cubierta muy delgada y un alto contenido de lípidos se asocia con semillas subortodoxas, características que presentan las semillas de ronrón. Asimismo, la floración anual de esta especie limita la disponibilidad de semilla. Por estas razones, se trabajó con un ámbito amplio de temperaturas de almacenamiento y de contenidos de humedad en la semilla.

Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir que se trata de una semilla parcialmente recalcitrante, ya que los porcentajes de germinación más bajos se presentaron con la menor temperatura de almacenamiento (Figura 1), algo similar a lo que encontraron Alizaga y Herrera (1995) en café, que se considera una especie intermedia entre recalcitrantes y ortodoxas (Flores, 1994). Müller (1995) señala que muchas de las semillas recalcitrantes tropicales pierden su viabilidad entre 10 y 15 °C y que no se conoce la causa de dicho fenómeno, principalmente por ocurrir exclusivamente en especies tropicales que se han investigado poco. A pesar de lo anterior, la mejor temperatura de almacenamiento del ronrón fue justamente 15 °C.

Por el contrario, en lo que se refiere al contenido de humedad, los valores más altos de germinación se obtuvieron con la humedad de 12 %, mientras que los menores se obtuvieron con los contenidos de humedad mayores. En este sentido, la semilla se comporta como ortodoxa clásica, ya que la principal característica de este tipo de semillas es que pueden secarse hasta contenidos de humedad muy bajos (Bewley & Black, 1994; FAO, 1991). De acuerdo con Rojas (1995), las semillas forestales se clasifican en ortodoxas, subortodoxas, recalcitrantes templadas y recalcitrantes



tropicales; sin embargo, según las características de manejo apuntadas para cada grupo, ninguna coincide con el ronrón, ya que aunque soporta bajos contenidos de humedad, pierde rápidamente su viabilidad a temperaturas bajas. Como se mencionó antes, la semilla de ronrón presenta algunas características de las subortodoxas como alto contenido de lípidos, testa delgada y almacenamiento por periodos cortos, aunque conviene aclarar que muchas semillas ortodoxas son poco longevas y que algunas especies se podrían clasificar erróneamente como recalcitrantes debido a falta de experimentación en condiciones adecuadas de almacenamiento.

En general, se puede concluir que independientemente del contenido de humedad, la temperatura de 10 °C dañó seriamente la calidad fisiológica de la semilla y que la mayor capacidad germinativa se presentó con la temperatura de 15 °C y con 12 % de humedad. Al demostrarse que el ámbito de temperaturas para conservar la calidad de la semilla es muy limitado, se plantea la interrogante de hasta qué punto podría reducirse el contenido de humedad sin que disminuya la germinación. Además, es oportuno comentar que por tratarse de una especie con las características descritas, es difícil predecir el comportamiento de la semilla al disminuir paulatinamente su humedad. Al respecto, Roberts (1973) considera que semillas que presentan algún comportamiento recalcitrante, v.g. ronrón, pueden deteriorarse fácilmente con contenidos de humedad inferiores al 12 %.

## Bibliografía

- Alizaga, R.; Herrera, J. 1995. Desarrollo del fruto y de la semilla en dos cultivares de café (*Coffea arabica*) y su relación con la germinación y el almacenamiento. *Agronomía Costarricense* 19(1):61-67.
- Bewley, J.D.; Black, M. 1994. *Seeds, physiology of development and germination*. 2 ed. Plenum Press, New York. 445 pp.
- Chavarría, M. s.f. Aspectos importantes para la planificación en viveros de 18 especies forestales nativas del Pacífico Seco, Costa Rica. San José, C.R., Dirección General Forestal. Conservación de Recursos Naturales. s.p.
- Flores, E. 1994. ¿Son idénticas las semillas recalcitrantes? *Boletín Mejoramiento genético y semillas forestales. Proyectos de semillas forestales y mejoramiento genético forestal, CATIE, C.R.* 9:2-3.
- Food and Agriculture Organization. 1991. *Guía para la manipulación de semillas forestales, con especial referencia a los trópicos*. Comp. por R.L. Willan. Roma, FAO. 502 pp.
- Jara, L.F. 1995. Metodología y resultados de almacenamiento de semillas forestales en Colombia. *In* Curso regional sobre recolección y procesamiento de semillas forestales. Ed. por E. Trujillo. Turrialba, CATIE. s.p.
- Jiménez, Q. s.f. Ronrón. (Plegable). Turrialba, CATIE.
- Roberts, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology* 1:499-514.
- Rojas, F. 1995. Almacenamiento y manejo del contenido de humedad en semillas forestales tropicales, principios y procedimientos. *In* Curso regional sobre recolección y procesamiento de semillas forestales. Ed. por E. Trujillo. Turrialba, CATIE. s.p.