

# Influencia del secado de la semilla de encino (*Quercus costaricensis* Lieb.) en la germinación y el almacenado

Ligia Quirós  
Jorge Arce

## Resumen

Se presentan los resultados de la influencia del secado sobre la germinación de la semilla de *Q. costaricensis*, las condiciones de temperatura y contenido de agua para su almacenamiento y el tipo de empaque que preserva mejor la capacidad germinativa. Los resultados obtenidos aunados a las evidencias mostradas por la literatura permiten concluir que las semillas de *Q. costaricensis* pueden clasificarse como "recalcitrantes". La semilla recién caída del árbol debe recogerse y almacenarse al aire libre, bajo sombra, por un periodo no mayor de 24 horas. La mejor temperatura de almacenamiento fue 5°C, el empaque que mejor conservó la capacidad de germinación fue la bolsa plástica sellada, con previa extracción parcial del aire y sin tratamiento químico. Estas condiciones permitieron la conservación del lote de semillas hasta por un periodo de cuatro meses sin que hubiera pérdida significativa de la capacidad germinativa de las semillas.

## Summary

**Effects of drying on Costa Rican oak (*Quercus costaricensis* Lieb.) seed germination and preservation of seed lots stored.** Present in this paper are the results of the effects of drying on *Quercus costaricensis* seed germination, temperature conditions, water content for storing, and the best storage packing in order to preserve the seeds germination capabilities. The results obtained, together with the evidence shown in the available literature, support the conclusion that *Quercus costaricensis* seeds can be classified as "recalcitrant". The newly fallen seed should be collected and stored in open air conditions, under shade, for a period of no more than 24 hours. The best storage temperature was 5°C. The best packing for preserving the seeds germination capabilities was a sealed, chemically untreated, plastic bag, partially without air. These conditions made it possible to preserve an entire lot of seeds for a period up to four months with no significant decrease in their germination capabilities.

**Palabras claves:** *Quercus costaricensis*; semillas forestales; germinación; secado; almacenamiento; tratamiento de semillas.

*El encino (Quercus costaricensis Liebmann) es una especie de distribución restringida a la parte oeste del Volcán Irazú y se extiende hacia el este a lo largo de la Cordillera de Talamanca hasta el Parque Internacional La Amistad, Panamá (Burger 1977; Orozco y Camacho 1997). Según Blaser (1987) el encino se clasifica como una de las especies potencialmente comerciales de los bosques de altura. Su madera presenta propiedades físico-mecánicas aceptables (Slooten 1969; Blaser 1987). Se utiliza en la confección de duelas, muebles, postes para cerca, durmientes, cabos para herramienta, en construcción y en la producción de carbón de excelente calidad.*

*Esta especie ha sido estudiada desde el punto de vista botánico (Burger 1977), fitosociológico (Blaser 1987; Orozco 1991; Kappelle 1996), fenológico (Camacho y Orozco en prensa) y propiedades físico mecánicas de la madera (Slooten 1969). Sin embargo, se desconocen aspectos relacionados con el almacenamiento y la conservación de las semillas.*

*El estudio para mantener la capacidad germinativa de la semilla de encino es de particular importancia debido a que los árboles presentan sincronía, con patrones reproductivos periódicos cada dos o más años y además, tiene dificultad para su almacenamiento.*

Considerando la importancia de esta especie en el bosque natural, sus características físico-mecánicas y su potencial para programas de reforestación en las zonas altas, aunado a la ausencia de conocimientos en el manejo y conservación de las semillas, se decidió realizar el presente estudio cuyos objetivos principales fueron los siguientes:

- conocer la influencia del secado en la germinación de la semilla;
- determinar las condiciones óptimas de temperatura y contenido de agua de la semilla para su almacenamiento; y
- Identificar el tipo de empaque que preserva mejor la capacidad germinativa de la semilla.

## Materiales y métodos

Se seleccionaron tres sitios para la recolección de la semilla: Villa Mills, Asunción y el Cerro Abarca ubicados en la sección noroeste de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Los sitios se encuentran localizados a  $83^{\circ} 45'$  y  $83^{\circ} 42'$  de latitud norte y  $9^{\circ} 33'$  y  $9^{\circ} 35'$  de longitud oeste (I.G.N 1969) y corresponden al Bosque Muy Húmedo Montano de acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1978).

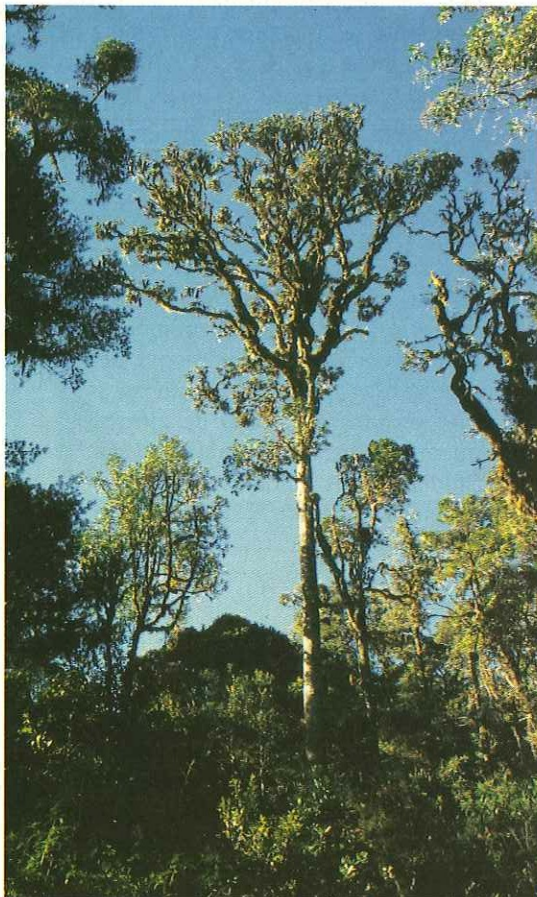
La época de fructificación se estableció considerando los registros fenológicos de Camacho y Orozco (en prensa). Observaciones de campo y pruebas de germinación, determinaron que el momento adecuado de cosecha, con propósitos de propagación, se presenta cuando el fruto cae del árbol. Para propósitos de este estudio los frutos se recolectaron directamente del suelo, seleccionando aquellos que no presentaban daños físicos y que clasificaban dentro de un rango de diámetro, medido en la parte más ancha del fruto, entre 29 y 37 mm, según las recomendaciones de Quirós (1990). Los frutos recolectados se colocaron en sacos de nylon y se trasladaron inmediatamente al laboratorio del Banco de Semillas Forestales del CATIE, en Turrialba, Costa Rica.

Los ensayos se llevaron a cabo en el Banco de Semillas Forestales y en uno de los invernaderos del CATIE, localizado en la finca Cibiria, Turrialba. La altura promedio es de 600 msnm. La temperatura promedio durante el tiempo de ejecución de los ensayos fue de  $26^{\circ}\text{C}$ , con máximas promedio de  $35^{\circ}\text{C}$  y mínimas de  $16^{\circ}\text{C}$ .

El estudio se dividió en tres etapas:

**1. Prueba de envejecimiento acelerado.** De acuerdo con la capacidad para ser almacenadas las semillas han sido clasificadas tradicionalmente en

ortodoxas y recalcitrantes (IBPGR 1982). Cada una de estas categorías presenta requerimientos diferentes, principalmente, de temperatura y contenido de humedad o de factores asociados a éstos.



*El encino (Q. costaricensis) ha sido estudiado desde el punto de vista botánico, fenológico, fitosociológico; no obstante, se desconocen aspectos relacionados con el almacenamiento y conservación de las semillas. (Foto: R. Jiménez).*

El conocimiento acerca del comportamiento de las semillas de especies tropicales es muy escaso y la mayoría de los autores coinciden en que estas en su mayoría se ubican dentro del grupo "recalcitrante" (Müller 1995; Stubsgaard 1997). Específicamente para las especies del género *Quercus* existe suficiente información en países templados; sin embargo, los datos acerca del comportamiento de este género en el trópico son limitados. La prueba de envejecimiento acelerado permitió conocer la tendencia de la

especie en el almacenamiento y planificar el resto de la investigación acorde a los requerimientos de la semilla. La prueba consistió en colocar los frutos en una cámara de germinación a  $42^{\circ}\text{C}$  y 100% de humedad relativa por un período de 24 y 48 horas (tratamientos). Transcurrido ese tiempo se sacaron los frutos y se sembraron en cajas con arena dispuestas en el invernadero. Para realizar la prueba de germinación se tomó cuatro muestras de 25 semillas cada una. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones de 25 semillas. Las semillas se evaluaron 60 días después de la siembra.

## 2. Influencia del secado sobre la germinación de la semilla.

Una vez seleccionadas las semillas, se homogeneizó el lote y se dividió en dos partes iguales, una de las cuales se colocó en un cuarto seco a  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y 30% de humedad relativa (secado rápido) y la otra al aire libre bajo sombra, a una temperatura entre  $21$  y  $23^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa entre 88 y 90% (secado lento). En ambos casos, la semilla se colocó en bandejas con un fondo de malla metálica para facilitar la aireación. Al cabo de 0, 1, 2, 4, 8, 24, 48, 96 y 192 horas, se tomaron muestras aleatorias de 110 semillas cada una, de ambos lotes, las cuales se utilizaron para realizar las que se describen seguidamente.

- Determinación del contenido de agua del fruto y la semilla. Se tomó una muestra al azar de 10 frutos. Cada uno se fraccionó en ocho pedazos de tamaño similar y la totalidad de las fracciones se mezcló. Posteriormente, se tomaron dos muestras de 20 g para determinar el contenido de agua del fruto. El método utilizado fue el de la estufa a  $100^{\circ}\text{C}$  durante un período de 24 horas.
- Determinación de la capacidad germinativa de la semilla a diferentes contenidos de agua. Los contenidos

de agua se determinaron para cada tipo (lento, rápido) y tiempo de secado (0, 1, 2, 4, 8, 24, 48, 96, 192 horas). Para realizar la prueba de germinación se tomó cuatro muestras de 25 semillas cada una. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones de 25 semillas cada una. Las semillas se evaluaron 60 días después de la siembra.

**3. Almacenamiento y conservación de semillas a diferentes temperaturas.** Las semillas se mantuvieron al aire libre y bajo sombra solamente durante el tiempo necesario para preparar los tratamientos de almacenamiento (aproximadamente seis horas).

El almacenamiento se realizó en cámaras frías que reunían las siguientes condiciones:  $-17^{\circ}\text{C}$  y sin control de humedad relativa;  $5^{\circ}\text{C}$  y 30% de humedad relativa;  $15^{\circ}\text{C}$  y sin control de humedad relativa. El período de almacenamiento fue de seis meses. En cada cámara fría se colocaron 96 bolsas con 30 frutos cada una. Cada mes se sacaron 16 bolsas de cada cámara (cuatro por tratamiento), con el propósito de realizar las pruebas de germinación y de contenido de agua del fruto. A partir del quinto mes se tomó además, una muestra adicional para realizar las pruebas de viabilidad con tetrazolium al 0,1 por ciento.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- frutos almacenados en bolsas de tela (manta) y tratados (BMT);
- frutos almacenados en bolsas de tela (manta) y sin tratar (BMST);
- frutos almacenados en bolsas de polietileno selladas, previa extracción parcial del aire y tratados (BPT); y
- frutos almacenados en bolsas de polietileno selladas, previa extracción parcial del aire y sin tratar (BPST).

Los frutos se trataron con una mezcla de 11 gramos de Malatión (malatión) más 17 gramos de Benlate (benomyl) por cada 15 kilogramos de frutos, con el propósito de prevenir ataques de insectos y de hongos patógenos de la semilla.

En las pruebas de germinación y de contenido de agua se utilizó la misma metodología planteada en la primera y segunda etapa de este estudio.

Para la prueba de viabilidad se extrajo el embrión y se colocó en una solución de Tetrazolium al 0,1%; posteriormente se colocó en una cámara de germinación a  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , 100% humedad relativa por espacio de tres horas. Una vez observada la tinción del embrión se realizó la calificación de acuerdo con patrones establecidos previamente (Quirós 1990).

Los datos de la prueba de envejecimiento acelerado y los de la influencia del secado en la germinación de la semilla se evaluaron por medio de las pruebas de análisis de varianza y de Tukey; para el ensayo de almacenamiento se utilizó la prueba de T de Student. Los datos se analizaron en términos absolutos y su expresión en forma relativa se realizó al final del análisis. Se utilizó un nivel de confianza del 95 por ciento.

### Resultados

Los resultados de la prueba de envejecimiento acelerado muestran que hubo una pérdida importante de la capacidad germinativa de las semillas después de 24 y 48 horas de envejecimiento. Los porcentajes de germinación fueron sumamente bajos, entre 0 y 1 por ciento. Estos resultados indican que esta prueba va en detrimento de la vida de las semillas (Cuadro 1). Las semillas de encino no toleraron la prueba de envejecimiento acelerado puesto que a las pocas horas de envejecimiento la mayoría murió, lo que evidenció su tendencia hacia un comportamiento típicamente "recalcitrante". Contrariamente, las semillas clasificadas como "ortodoxas" normalmente toleran muy bien esta prueba.

Los resultados de la pérdida del contenido de agua de la semilla bajo las dos modalidades de secado se presenta en la Figura 1 y Cuadro 2. Los frutos recién caídos y recolectados tuvieron un 45% de contenido de agua.

Esta humedad se considera muy alta para propósitos de almacenamiento, pues el deterioro que sufren las semillas es muy rápido e inclusive puede ocurrir la germinación si las condiciones de temperatura son adecuadas (Goldbach 1980). Por esta razón, es necesario bajar esos contenidos de agua hasta el mínimo tolerable por la semilla, sin que pierda su capacidad germinativa (Stubsgaard 1997).

Cuadro 1. Porcentaje de germinación obtenidos a las 0, 24 y 48 horas de envejecimiento acelerado.

Tratamientos	Germinación
0 horas	87
24 horas	0
48 horas	1

En ambos tipos de secado (lento y rápido) la pérdida de agua del fruto a las 1, 2, 4, 8 y 24 horas fue similar, alcanzando un contenido de agua de un 40 por ciento. Sin embargo, después de 48 horas existieron diferencias considerables entre ambos tipos de secado. En el secado rápido después de 192 horas el contenido de agua fue de un 22%, mientras que en el secado lento fue de un 29 por ciento. En ninguno de los dos casos se logró mantener el contenido de agua arriba del nivel crítico de la especie (aproximadamente 40 por ciento) (Figura 1).

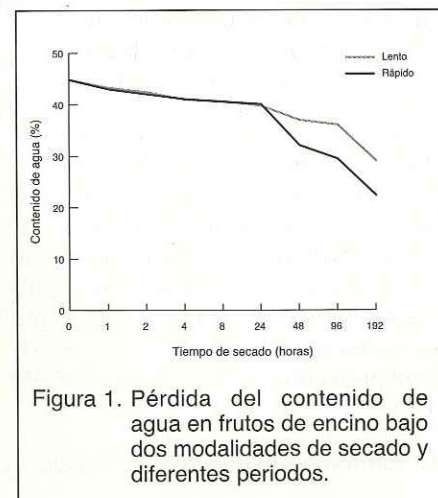


Figura 1. Pérdida del contenido de agua en frutos de encino bajo dos modalidades de secado y diferentes periodos.

Las pruebas de la capacidad germinativa de la semilla a los contenidos de agua determinados para cada tipo y

tiempo de secado indican que, para el secado lento no se detectaron diferencias significativas en los tratamientos 0, 1, 2, 4, 8, 24 y 48 horas. Sin embargo, después de 96 y 192 horas de secado, se detectaron diferencias significativas, las cuales indicaban porcentajes de germinación de 56 y 32% respectivamente (Cuadro 2). En el secado rápido las diferencias significativas se manifiestan a partir de 48 horas (63%), alcanzando después de 192 horas de secado un 2% de germinación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentajes de germinación (G) y contenidos de agua (CH) de las semillas de encino bajo dos tipos de secado y ocho períodos.

Tiempo	Tipos de secado			
	Lento		Rápido	
	CH	G	CH	G
0	45	94 A	45	94 A
1	43	96 A	43	98 A
2	42	91 A	42	98 A
4	41	94 A	41	95 A
8	41	88 A	40	92 A
24	40	90 A	40	87 A
48	37	79 AB	32	63 BC
96	36	56 C	29	21 DE
192	29	32 D	22	2 E

Tratamientos con igual letra no son estadísticamente significativos según la prueba de Tukey al 5%.

Los resultados muestran que existe una alta sensibilidad a bajos contenidos de agua, lo que pone en evidencia una vez más, características atribuidas a las semillas recalcitrantes. El contenido crítico de agua de esta especie es aproximadamente 40%, lo cual concuerda con las afirmaciones de Catalán (1977) y Bonner y Vozzo (1987) para el género *Quercus*. A contenidos de agua inferiores al nivel crítico, la capacidad germinativa de las semillas decrece rápidamente hasta alcanzar niveles de germinación cercanos a cero, cuando el contenido de agua es de 22 por ciento. Para efectos prácticos es conveniente que la semilla recién caída del árbol se recoja y se almacene al aire libre, bajo sombra, por un período no mayor de 24 horas. De esa manera se garantizará un alto porcentaje de germinación del lote de semillas (Cuadro 1, Figuras 1 y 2). Estas recomendaciones coinciden con las indicadas por Stubsgaard (1997) para semillas recalcitrantes.

Las pruebas de almacenamiento y conservación de semillas a diferentes temperaturas indican que, a una temperatura de -17°C a partir de un mes el porcentaje de germinación fue de 0% para los cuatro tratamientos, lo cual causó un traslape en las líneas de los diferentes tratamientos (Figura 3). Al examinar las semillas después de cada período de almacenamiento se observó que el contenido de agua se mantuvo próximo al crítico de la especie (40%), particularmente en la bolsa de



Según la investigación, las semillas de encino se pueden tipificar como recalcitrantes; por lo que se recomienda planificar las actividades de vivero y plantación de acuerdo con el período de cosecha. (Fotos: L. Quirós).

polietileno (Figura 3). Además, tanto los cotiledones como el embrión se encontraban en buen estado, sin daños evidentes por ataque de hongos e insectos o por deshidratación. Esto hace pensar que la declinación en la germinación se debió básicamente a daños causados al embrión por la acción de la baja temperatura. El alto contenido de agua en la semilla, posiblemente bajó la temperatura lo que ocasionó la cristalización del agua ubicada en los espacios intercelulares, causando lesiones al embrión. A partir del quinto mes, las pruebas de viabilidad indicaron que todos los embriones analizados estaban muertos.

En la temperatura de 15°C los tratamientos BMT, BMST y BPT mostraron un comportamiento similar, en estos casos la capacidad germinativa promedio descendió de un 89% a un 56% en el primer mes. La capacidad germinativa continuó descendiendo significativamente hasta el quinto y sexto mes, cuando la capacidad de germinación fue 0% para todos los tratamientos. El tratamiento BPST no mostró diferencias significativas en el porcentaje de germinación a un mes de almacenamiento. Sin embargo, después de dos meses y hasta seis meses de almacenamiento la semilla presentó un comportamiento similar a los otros tratamientos. Los resultados evidencian que la bolsa plástica conserva bien el contenido de agua de la semilla hasta el quinto mes, en contraposición a la bolsa de manta, la cual a un mes de almacenamiento ya presenta contenidos de agua inferiores al 40% (Figura 4). Pese a estos resultados, ocurrió una pérdida drástica de la capacidad de germinación de la semilla también en la bolsa plástica. La semilla almacenada en bolsas plásticas frecuentemente presentó ataque de hongos como *Aspergillus* sp. y abultamiento de la bolsa como consecuencia de la actividad respiratoria de las semillas.

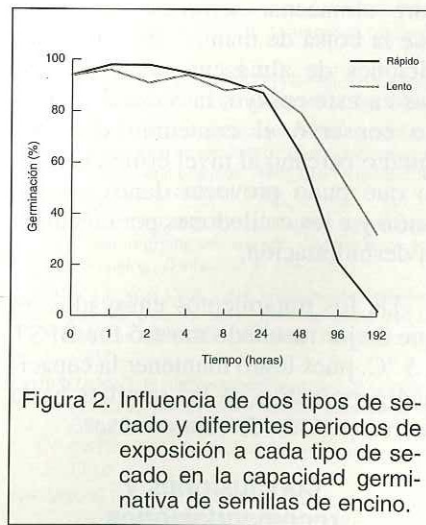


Figura 2. Influencia de dos tipos de secado y diferentes períodos de exposición a cada tipo de secado en la capacidad germinativa de semillas de encino.

Este incremento de la actividad respiratoria de las semillas debido, entre otras cosas, al alto contenido de agua inicial y a la alta temperatura de almacenamiento provocó un aumento

de la actividad fisiológica de las semillas. Las pruebas de viabilidad mostraron que los embriones almacenados a 15°C estaban muertos. Según Catalán (1977) el aumento en la actividad respiratoria, si se prolonga en exceso, puede causar el agotamiento completo de las reservas de la semilla y consecuentemente su muerte, lo cual puede haber ocurrido en este caso.

En relación con la temperatura de 5°C, los resultados se muestran en el Cuadro 3 y Figura 5. Estos resultados indican que para los tratamientos BMT y BMST hubo una pérdida altamente significativa de la germinación de la semilla, de 89% a 30% y 21% respectivamente en el primer mes y a 0% a partir del segundo mes. En el tratamiento BPT no se detectaron diferencias significativas en la germinación sino a partir del cuarto mes de almacenamiento, período en el que la germinación bajó a 25 por ciento. El tratamiento BPST no mostró diferencias significativas en la germinación de las semillas en los primeros cuatro meses de almacenamiento, presentando esas diferencias a partir del mes quinto (44%).

Los resultados evidencian nuevamente que la bolsa plástica fue mejor para almacenar semillas de encino que la bolsa de manta. Bajo las condiciones de almacenamiento utilizadas en este ensayo, la bolsa de manta no conservó el contenido de agua igual o cercano al nivel crítico (40%), lo que pudo provocar daños al embrión y a los cotiledones por efecto de la deshidratación.

De los tratamientos ensayados, el que mejor resultado mostró fue BPST a 5°C, pues logró mantener la capacidad germinativa de las semillas hasta por un período de cuatro meses.

### Conclusiones y recomendaciones

Se puede afirmar que los resultados obtenidos en esta investigación, aunados a las evidencias mostradas por la literatura aportan suficientes

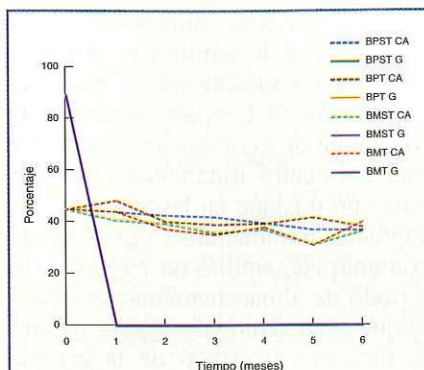


Figura 3. Contenido de agua (CA) y capacidad germinativa (G) de la semilla de encino (*Q. costaricensis*) almacenada a -17°C por un período de seis meses y bajo cuatro tratamientos.

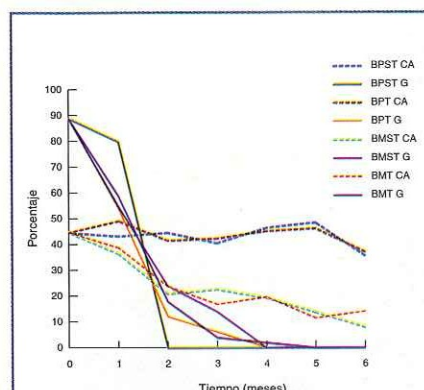


Figura 4. Contenidos de agua (CA) y capacidad germinativa (G) de la semilla de encino almacenada a 15°C por un período de seis meses y bajo cuatro tratamientos.

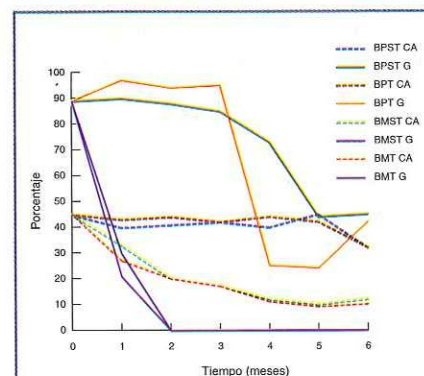


Figura 5. Contenidos de agua (CA) y capacidad germinativa (G) de semillas de encino almacenadas a 5°C, en dos tipos de empaque durante seis meses.

elementos para demostrar que las semillas de *Q. costaricensis* pueden clasificarse dentro del grupo "recalcitrante". Las semillas de esta especie son de tamaño grande (61 semillas/kg); la unidad de propagación es el fruto; el contenido de agua inicial del fruto es 45%; las semillas presentan una alta sensibilidad al secado, a bajas temperaturas, a bajos contenidos de agua y el almacenamiento solo es posible por pocos meses. Todas estas características de la especie coinciden con la tipificación de especies con semillas "recalcitrantes" realizada por diferentes autores (IBPGR 1982; Roberts 1981; Thomson 1980; Berjak *et al.* 1984; Goldbach 1980; Corbineau y Come 1986).

El contenido de agua crítico para la semilla de encino oscila alrededor de 40 por ciento. Por debajo de este porcentaje las semillas pierden rápidamente su capacidad de germinación. La mejor temperatura de almacenamiento fue la de 5°C, lo cual concuerda con las afirmaciones de Stubsgaard (1997), quién sugiere que el límite inferior de temperatura de almacenamiento para especies con semillas "recalcitrantes" puede ser ligeramente inferior a la temperatura más baja encontrada en el ambiente natural de la especie. Según Blaser y Camacho (1991) la temperatura promedio mínima para la zona de distribución natural de la especie es de 7,3°C.

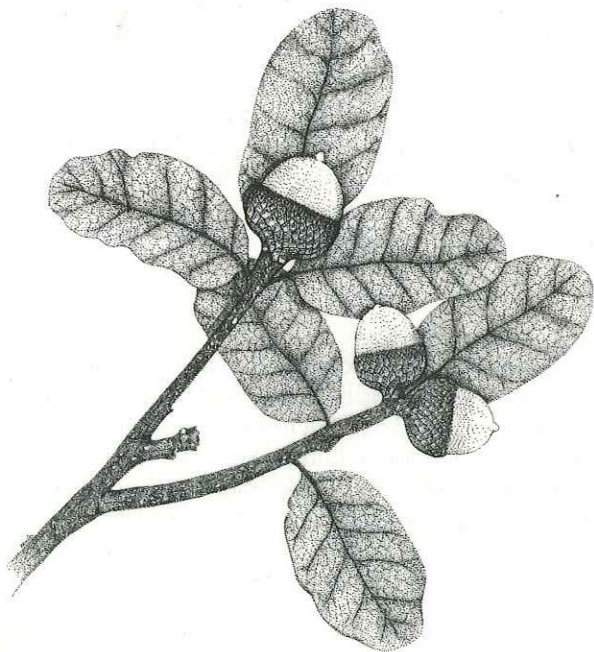
El empaque que mejor conservó la capacidad de germinación de las semillas fue la bolsa plástica sellada y con previa extracción parcial del aire; esto se debió a que preservó el contenido de agua a niveles superiores o iguales al 40% y a que la actividad fisiológica de las semillas se redujo considerablemente al extraer parcialmente el O<sub>2</sub> de la bolsa.

El tratamiento químico empleado en la protección de los frutos no contribuyó a prolongar la vida de las semillas, pues tanto en la cámara de 5°C como en la de 15°C las semillas no tratadas mostraron mejores resultados de germinación. Para propósitos de

Cuadro 3. Porcentaje de germinación (G) y contenidos de agua (CH) de semillas de encino almacenadas a 5 °C por un periodo de seis meses.

Tratamientos		Meses de almacenamiento						
		0	1	2	3	4	5	6
BMT	(G)	89	30**	0**	0**	0**	0**	0**
	(CH)	45	27	20	17	11	9	10
BMST	(G)	89	21**	0**	0**	0**	0**	0**
	(CH)	45	33	20	17	12	10	12
BPT	(G)	89	97*	94*	95*	25**	24**	42**
	(CH)	45	43	44	42	44	42	32
BPST	(G)	89	90*	88*	85*	73*	44**	45**
	(CH)	45	40	41	42	40	45	32

almacenamiento de semillas, se recomienda utilizar bolsas plásticas selladas con extracción parcial del aire, semillas sin tratamiento químico y almacenamiento a una temperatura de 5°C. Estas condiciones permitirán la conservación de lotes de semillas hasta por cuatro meses, sin que haya una pérdida significativa de la capacidad de germinación de las semillas. Dada la dificultad presentada por esta especie para su almacenamiento y con el propósito de reducir los costos de almacenamiento y producción se recomienda planificar las actividades de vivero y plantación ajustadas al período de cosecha de la especie. Además, se recomienda realizar investigaciones sobre almacenamiento de semillas en el bosque, bajo condiciones naturales, lo cual ha dado buenos resultados en otros países (Catalan 1977).



Ligia Quirós  
 ACLA-P/CATIE  
 PROSIBONA  
 7170, Turrialba  
 Costa Rica  
 E-mail: lquiros@catie.ac.cr

Jorge Arce  
 EARTH  
 Guácimo, Limón  
 Apdo. 4442-1000  
 San José, Costa Rica  
 E-mail: j-arce@ns.earth.ac.cr

### Literatura citada

BERJAK, P.; MARIUCCIA, L.; PAMMENDER, N. 1984. Possible mechanism underlying the differing dehydration responses in recalcitrant and orthodox seed: desiccation associated subcellular changes in propagules of *Avicennia marina*. *Seed Science and Technology* (Holanda) 12: 365-384.

BLASER, J.; CAMACHO, M. 1991. Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque de robles (*Quercus* spp.) del piso montano en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico n° 185. 68 p.

BLASER, J. 1987. Standortliche und waldkundliche analyse eines eichen-wolkenwaldes (*Quercus* sp.) de montanstufe in Costa Rica. Göttingen (Dissertation Universität Göttingen). 235 p.

BONNER, F.; VOZZO, J. 1987. Seed Biology and Technology of *Quercus*. USDA, Forest Service. General Technical Report. Southern Forest Experiment Station. n° 50-66. 21p.

BURGER, W. 1977. Flora costarricensis. Chicago, EE.UU., Field Museum of Natural History. 291 p.

CAMACHO, M.; OROZCO, L. 1998. Patrones fenológicos de doce especies arbóreas del bosque montano de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. (En prensa).

CATALAN, G. 1977. Semillas de árboles y arbustos forestales. Madrid, España, Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. 408 p.

CORBINEAU, F.; COME, D. 1986. Experiments on germination and storage of seeds of two Dipterocarpaceae: *Shorea roxburghii* and *Hopea odorata*. *The Malaysian Forester* (Malasia) 49(3-4): 371-380.

COSTA RICA. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 1969. Hoja Cuerici. Edición 2. Costa Rica. Esc. 1: 50.000.

GOLDBACH, H. 1980. Instalaciones para almacenamiento de semillas a largo plazo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 24 p.

HOLDRIDGE, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Trad. del inglés por Humberto Jiménez Saa. San José, C.R., IICA. 216 p.

INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. 1982. The desing of seed storage facilities for genetic conservation. Roma, It., IBPGR. 83 p.

KAPPELLE, M. 1996. Los bosques de roble (*Quercus*) de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica: biodiversidad, ecología, conservación y desarrollo. Heredia, C.R., INBio. 336 p.

MÜLLER, E. 1995. Generalidades sobre el almacenamiento de especies recalcitrantes y resultados preliminares en almacenamiento con especies nativas en Costa Rica. Turrialba, C.R. CATIE. 8 p. Presentado en: Curso Nacional de Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales (1995, Guatemala, Gua.).

OROZCO, L. 1991. Estudio ecológico y estructural de siete asociaciones boscosas de la parte noroccidental de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Tesis Lic. Heredia, C.R. Universidad Nacional. 166 p.

OROZCO, L.; CAMACHO, M. 1997. Encino (afiche). *Revista Forestal Centroamericana* (C.R.) 19 (6).

QUIROS, L. 1990. Caracterización, almacenamiento y conservación de semillas de *Quercus costaricensis* Liebmann (encino). Tesis Lic. Heredia, C.R. Universidad Nacional. 84 p.

ROBERTS, E. 1981. Physiology of ageing and its application to drying and storage. *Seed Science and Technology* (Holanada) 9: 359-372.

SLOOTEN, J. VAN DER. 1969. Maderas latinoamericanas. II *Quercus aata*, *Quercus costaricensis*, *Quercus eugenifolia*. Turrialba, C.R. 19(3): 412-418

STUBSGAARD, F. 1997. Almacenamiento de semillas. In Secado, procesamiento almacenamiento de semillas forestales. Adap. y Ed. Téc. L. F. Jara. CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico, n° 24. 135 p.

THOMSON, F. 1980. Principio de almacenamiento para semillas de árboles tropicales. In Reunión Sobre Problemas en Semillas Forestales Tropicales (1980, San Felipe Bacalar, Quintana Roo, Méx.) Memoria. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Tomo I: 223-232