

# EFECTO DEL ALMACENAMIENTO SOBRE LA VIABILIDAD Y LA GERMINACIÓN DE BELLOTAS DE *Quercus rugosa* Y *Quercus glabrescens*<sup>1</sup>

Fernando Zavala Chávez<sup>2†</sup>  
(1953 – 2008)

## RESUMEN

Se efectuó el presente estudio con el propósito de evaluar la respuesta de las bellotas de *Quercus rugosa* y *Quercus glabrescens* provenientes del Parque Nacional El Chico, Hgo., al almacenamiento y su efecto en la germinación. Se recolectaron y seleccionaron bellotas maduras, que fueron colocadas estando húmedas en bolsas de plástico selladas para refrigerarlas a temperaturas de 5 a 7°C; fueron revisadas cada 30 días durante 15 meses. Se registraron las siguientes condiciones: viables, germinadas, podridas y deshidratadas, por especie y tiempo. Los resultados indican cantidades similares (30%) de bellotas podridas entre ambas especies, pero *Q. glabrescens* reunió mayor proporción de germinadas (69%) que *Q. rugosa* (54%). La viabilidad de las bellotas almacenadas de los dos tipos de encino disminuyó, pero más rápidamente en *Q. glabrescens* que ya no mostró ejemplares viables desde el décimo mes, en tanto que para *Q. rugosa* se calculó 7.5% de viabilidad después de 15 meses. Se concluye que las bellotas de *Q. glabrescens* pueden guardarse por menos tiempo (tal vez cerca de seis meses) que las de *Q. rugosa*, para conservar poco más de 50% de su viabilidad, pero las dos especies consideradas parecen tener sensibilidad semejante a problemas de pudrición generados por su confinamiento.

**Palabras clave:** almacenamiento, bellotas, encinos, germinación, pudrición, viabilidad.

Fecha de recepción: 06 de junio de 2007.

Fecha de aceptación: 11 de marzo de 2008.

---

<sup>1</sup> Documento publicado en homenaje al autor y como un reconocimiento a su trayectoria de investigación y docencia, sólo se llevó a cabo la revisión editorial con base en los arbitrajes recibidos.

<sup>2</sup> Departamento de Ecología y Silvicultura, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Correo-e: [fer21za@hotmail.com](mailto:fer21za@hotmail.com)

## ABSTRACT

The present assessment study was carried out with acorns of *Q. glabrescens* and *Q. rugosa* from El Chico National Park under storage conditions and it was determined its effect upon germination. Mature acorns were collected, selected and placed, humid, in sealed plastic bags to put into a refrigerator at 5 to 7°C; they were reviewed every 30 days during 15 months. A record was kept of the viable, germinated, rotten and dehydrated acorns in each species as well as the time of storage. Results show that both species had similar amounts of rotten acorns (30 per cent), but *Q. glabrescens* had a higher proportion of germinated acorns (69%) than *Q. rugosa* (54%). The viability of stored acorns diminished in both species, but those of *Q. glabrescens* was even faster; however, there was no more germination of the latter form the tenth month onwards, while *Q. rugosa* showed 7.5% of viability after 15 months. As a conclusion, it can be stated that to preserve 50 per cent of viability, acorns of *Q. glabrescens* can be stored a shorter time (perhaps near six months) than those of *Q. rugosa*. However, both seem to have a similar sensibility to rottenness due to storage.

**Key words:** storage, acorns, oaks, germination, rottenness, viability.

## INTRODUCCIÓN

La conocida riqueza biológica de México se ve reflejada en diversos *taxa* arbóreos caracterizados por un elevado número de especies; el género *Quercus* presenta una gama de variantes morfológicas y ecológicas interespecíficas, especialmente en su abundancia, además de mecanismos de regeneración y otras características ambientales (Zavala, 1999). En efecto, muchas especies de encinos destacan por abundantes y otras por escasas. Entre las primeras sobresale *Q. rugosa* Née porque es la de mayor distribución en México (Zavala, 1995), pero sus demandas ecológicas se conocen sólo de manera parcial, lo que dificulta su aprovechamiento sustentable.

Las especies escasas, por otro lado, son prácticamente desconocidas. Se precisa investigarlas para ratificar y documentar esta condición además de las posibilidades y requerimientos para su conservación. Una de las especies endémicas de México es *Q. glabrescens* Benth. Suele encontrarse con relativa frecuencia en los bosques de encino, mesófilo de montaña y de oyamel -éstos últimos donde es numeroso- del centro del país (Espinoza, 1979; Zavala, 1998). A menudo crece en sitios con perturbación por tala, principalmente. Sin embargo, no se tiene claridad en los aspectos básicos para su conservación o su producción en vivero, lo que sugiere que una opción para los fines de conservación de estas especies es mediante el manejo de sus frutos.

Las bellotas constituyen las unidades de dispersión natural de los encinos y por lo tanto equivalen a las semillas; representan una de las características diagnósticas del género *Quercus*. La germinación de las bellotas ocurre conservando estructuralmente el carácter de "fruto". Este es un tipo de nuez, ya que contiene generalmente una semilla, misma que no debe extraerse del fruto para su almacenamiento debido a que posee una cubierta suave y permeable (testa) que no la protege contra la desecación. Esto sí sucede en el caso de la testa dura y resistente de semillas de otras plantas, como las leguminosas y las coníferas. La función protectora de la testa en las semillas de encinos es asumida por el pericarpio (cubierta externa) (Zavala, 1995; Zavala y García, 1996).

En el proceso de regeneración natural de los encinos, las bellotas son de fundamental importancia (Zavala, 2001b, 2004). Aunque muchas especies basan este proceso en mecanismos vegetativos, todas requieren de los frutos, al menos en alguna etapa de su historia de vida (Zavala y García, 1997; Zavala, 2000-2001, 2001a). El contenido de humedad (CH) de las bellotas varía entre las especies, así como dentro de una especie; el de las maduras de *Q. glabrescens* y *Q. rugosa*, se estimó en 47 y 49%, respectivamente (Zavala, 2004).

Aunque puede haber variaciones entre especies y subgéneros respecto a la relación CH-germinación, en encinos rojos (subgénero *Erythrobalanus*) la germinación se dificulta si el CH disminuye de 20 a 30%. En encinos blancos no ocurre germinación si el CH baja de 30 a 40%. De manera similar, las bellotas de CH alto, por lo general germinan antes que las que lo tienen bajo (Gosling, 1989). Esto se debe a su carácter recalcitrante, característica que se asocia al alto contenido de humedad y, en consecuencia, a la dificultad para almacenarlas sin perder su viabilidad (Ferrant *et al.*, 1988). Por tanto, almacenar estos frutos en bancos de germoplasma mediante los métodos convencionales resulta inadecuado, pues éstos son los apropiados para semillas ortodoxas. En el caso de encinos, el grado de recalcitrancia de bellotas puede variar fuertemente, lo que complica la posibilidad de extrapolar o generalizar datos. Las bellotas de *Q. glabrescens* y *Q. rugosa* se han propuesto como moderadamente recalcitrantes (Zavala, 2004).

Información sobre requerimientos para almacenamiento de bellotas de encinos mexicanos, así como del tiempo adecuado, no está disponible en la literatura. Los estudios relacionados con la desecación de bellotas, los efectos en su germinación y la repercusión en regeneración natural de encinos, son extremadamente escasos (Zavala, 2004), lo que es lamentable si se considera la relevancia que tienen para su manejo y la producción de planta de calidad con fines de reforestación, como también lo es para la conservación de especies *ex situ*. Así, Shrader-Frechette y McCoy (1993) consignan que, para este propósito es más importante el conocimiento sobre especies particulares que sobre la teoría ecológica general.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de bellotas de *Q. glabrescens* y *Q. rugosa* procedentes del Parque Nacional El Chico, Hgo., bajo condiciones de almacenamiento y su efecto en la germinación. Se espera que la información generada sea una referencia para otras especies mexicanas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante recorridos por el bosque de oyamel-encino del Parque Nacional El Chico, Hgo., se seleccionaron cuatro árboles de *Quercus glabrescens* y *Q. rugosa* en edad reproductiva, de un sitio ubicado entre las coordenadas geográficas 20° 12' y 20° 14' latitud norte y 98° 43' y 98° 45' longitud oeste, a 2750 msnm.

De ellos se recolectaron 2170 frutos maduros, de los cuales se eliminaron 360 por presentar daño físico o inmadurez. Las bellotas aparentemente sanas (sin evidencia de daño físico) y maduras (1810 en total) fueron seleccionadas, de acuerdo con Zavala (1995), en tanto que las dañadas e inmaduras se desecharon. Todas fueron sumergidas en una solución de 4 g de Captán 500 por litro de agua; posteriormente se colocaron húmedas en bolsas de plástico selladas y se almacenaron en un refrigerador doméstico a temperatura de 5-7°C.

Las bellotas de ambas especies fueron revisadas cada 30 días aproximadamente durante 15 meses (octubre, 2003 - diciembre, 2004). Las que permanecieron viables se utilizaron para producción de plantas en condiciones de vivero; las que evidenciaron pudrición fueron registradas y luego eliminadas del estudio. Las germinadas se revisaron, contaron y plantaron en recipientes con vermiculita húmeda para aprovecharlas.

Las variables evaluadas fueron: número de bellotas viables, germinadas y podridas por especie y tiempo de almacenamiento. Los datos fueron manejados de manera sencilla con medidas de tendencia central (Zar, 1999) para determinar su comportamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como podría esperarse, las bellotas recién recolectadas de las especies estudiadas mostraron mayor turgencia y humedad aparente que las almacenadas (Figura 1). En la mayor parte de las fechas de revisión, se observó la presencia de hongos en las bellotas (no identificados) que causaron pudrición en ambas especies (Figura 2b); se calculó 31 y 30% de bellotas podridas en *Q. glabrescens* y *Q. rugosa*, respectivamente, hasta diciembre de 2004 (Cuadro 1). Por esta razón, distintas cantidades de bellotas se eliminaron del estudio. Para *Q. glabrescens* se advirtió un número reducido de bellotas deshidratadas (0.1%), pero mayor proporción de germinadas (69 %) (Figura 2a) que *Q. rugosa* (54%); esta última registró 8% de bellotas deshidratadas a los 15 meses (Cuadro1).

Cuadro 1. Resumen de datos registrados del almacenamiento de bellotas en condiciones de refrigeración (5-7°C) durante 15 meses.

	<i>Q. glabrescens</i>	<i>Q. rugosa</i>
Viables	0 (0)	83 (7.54)
Germinadas	492 (69.30)	597 (54.28)
Podridas	217 (30.56)	330 (30.00)
Deshidratadas	1 (0.14)	90 (8.18)
Suma	710 (100)	1100 (100)

(Los datos son los totales de dos árboles de cada especie; entre paréntesis se presenta el por ciento del número inicial en cada una).

Por lo general las bellotas almacenadas en condiciones de baja temperatura y alta humedad relativa germinan sin problema en los primeros días, lo cual parece ser común en encinos blancos (Gosling, 1989). La alta proporción de bellotas germinadas en almacenamiento en este estudio pudo deberse al relativamente

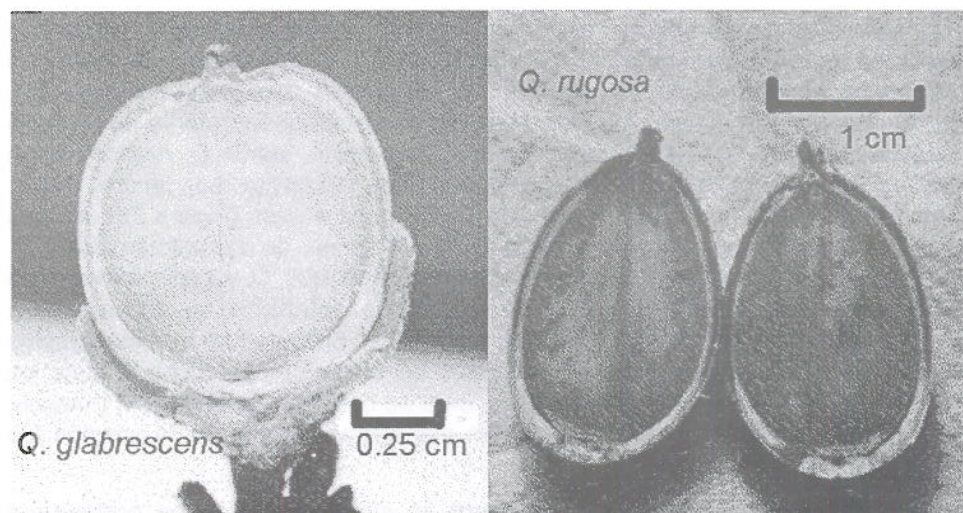


Figura 1. Apariencia física natural de bellotas maduras recientemente recolectadas en corte longitudinal de *Quercus glabrescens* (izquierda) y *Quercus rugosa* (derecha). (Fotografías del autor).

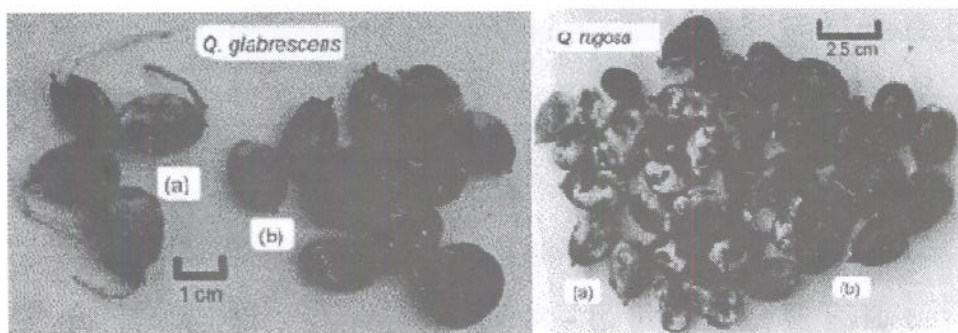


Figura 2. Bellotas maduras de *Quercus glabrescens* a los 12 meses de almacenamiento (a: germinadas; b: sin germinar) y de *Quercus rugosa* a los 7 meses de almacenamiento (a: desechadas por pudrición por hongos; b: re-almacenadas por estar en buenas condiciones). (Fotografías del autor).

elevado contenido de humedad en las bellotas de ambas especies (Bonner, 1978), lo que dificulta la conservación de los ejemplares viables por largo tiempo, lo cual también representa una limitación para el manejo de germoplasma de encinos. Con respecto a las bellotas deshidratadas de *Q. rugosa* (Cuadro 1), Bonner (1978) consigna que es frecuente la pérdida de vapor de agua de semillas almacenadas, lo que provoca que las bellotas mueran por desecación.

La viabilidad de las bellotas disminuyó durante el almacenamiento en ambas especies, con algunas variaciones entre ellas. En *Q. glabrescens* se presentó una acentuada pérdida de esta condición desde el sexto mes (marzo) (Figura 3a), de tal manera que a poco más de seis meses de almacenamiento se registró aproximadamente 50% de bellotas viables. En cambio, las de *Q. rugosa* fueron relativamente constantes en dicha pérdida, a partir del cuarto mes (enero, 2004), pero conserva más de 50% de viabilidad a los ocho meses (Figura 3b). Ambas especies difirieron en bellotas viables a los 15 meses de almacenamiento; *Q. glabrescens* ya no presentó bellotas viables, mientras que *Q. rugosa* aún mostró 7.5% de viabilidad (Cuadro 1). Los resultados obtenidos se diferenciaron de un trabajo anterior (Zavala, 2004), en el cual las bellotas fueron almacenadas en condiciones similares, pero sin aplicación de fungicida. En dicho trabajo se registró un 44% de bellotas germinadas y 34% de bellotas viables a los 11 meses. La viabilidad de bellotas de *Q. rugosa* en ese mismo lapso en esta ocasión fue de poco menos de 30%.

Los datos señalados antes y la Figura 3b sugieren que si se pretendiera conservar bellotas de *Q. rugosa* recolectadas en septiembre (maduración de bellotas) y usarlas para producir planta un tiempo después, por ejemplo, en junio

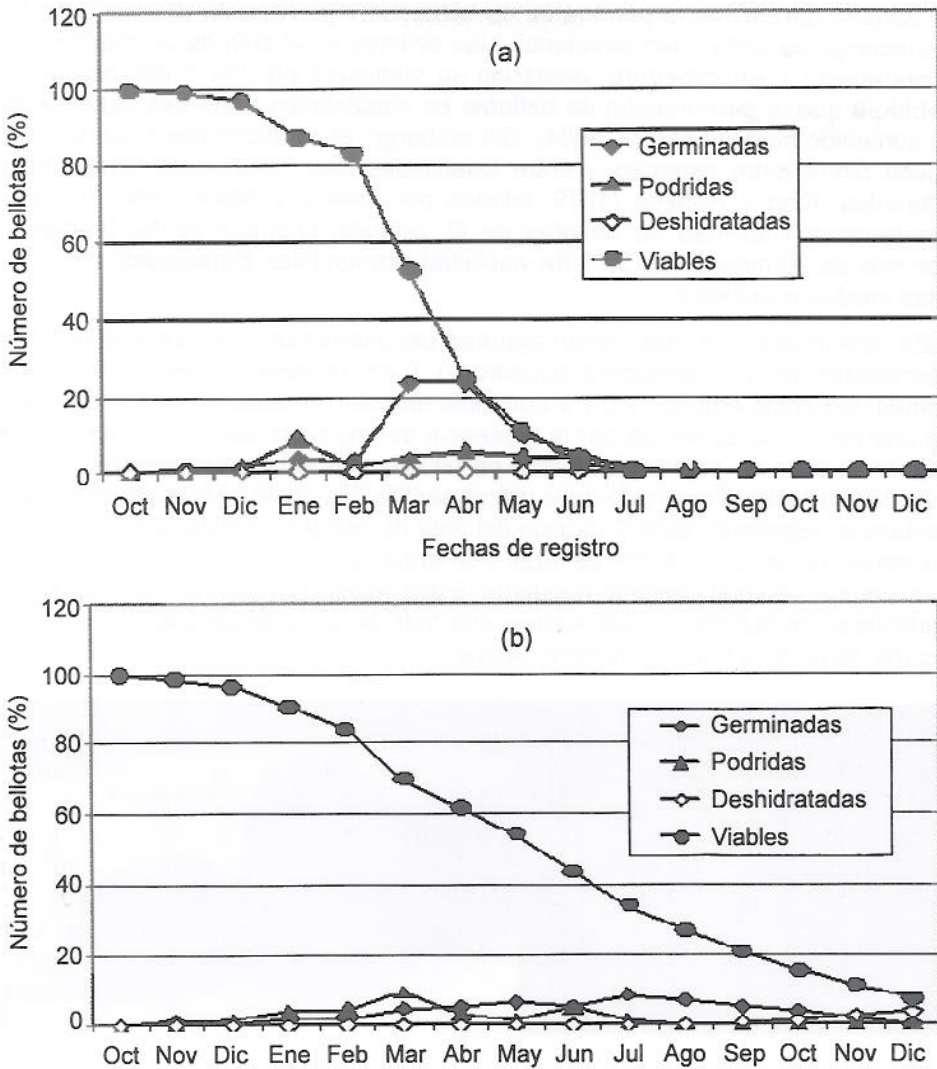


Figura 3. Comportamiento de bellotas de *Q. glabrescens* (a) y *Q. rugosa* (b) en condiciones de almacenamiento durante 15 meses.

(nueve meses después), se sacrificaría más de 50% de bellotas que perderían viabilidad al ser almacenadas ese período. Por otro lado, si se dejara que las bellotas maduras cayeran al piso del bosque para su germinación *in situ*, se requeriría una capa de hojarasca que las cubriera y que el dosel les proveyera

de sombra para evitar la pérdida de su humedad y germinaran (Zavala, 2001b). De incumplirse ambos requerimientos, las bellotas en el piso de un bosque con dosel abierto y sin cobertura, perderían su viabilidad en una o dos semanas, debido a que la germinación de bellotas en condiciones naturales depende de su contenido hídrico (Zavala, 2004). Sin embargo, el comportamiento de bellotas puede diferir entre especies y entre localidades bajo condiciones ambientales diferentes. King y Roberts (1979, citados por Bewley y Black, 1994) lograron mantener la viabilidad de bellotas de *Q. borealis* Michaux de Norteamérica por más de 20 meses con 50% de viabilidad, habiéndolas almacenado a 5°C en latas metálicas selladas.

En este trabajo se registraron algunas peculiaridades. De las 492 bellotas germinadas de *Q. glabrescens* (Cuadro 2), 0.4% presentó doble semilla, 0.4% semilla con doble embrión y 0.2% con triple embrión. El carácter de doble semilla en una bellota se evidenció por la presencia de una testa para cada una (Figura 4a); en el caso de semillas con más de un embrión mostraron una sola testa y más de una radícula emergida de la misma semilla (Figura 4b). Estas peculiaridades también se registraron para *Q. rugosa* del área de estudio (Zavala, 2004), aunque en mayor proporción (5.9% bellotas con doble y 2.7% con triple embrión), lo cual parece ser relativamente frecuente. Estos registros muestran características particulares de bellotas, lo cual sugiere que más de una plántula puede producirse a partir de un solo fruto de manera natural.

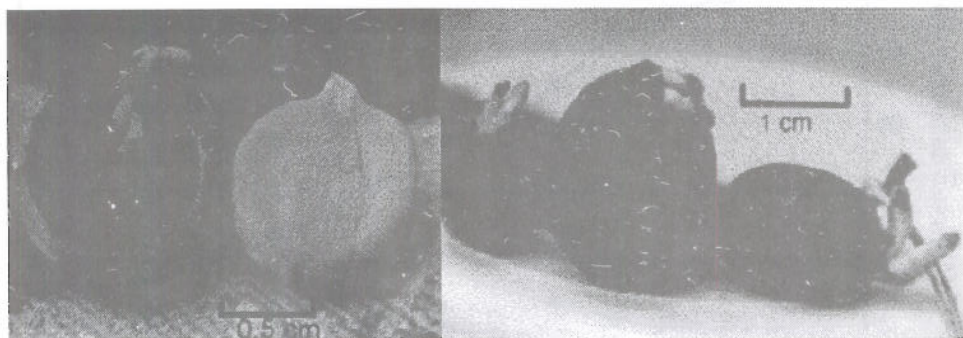


Figura 4. Bellotas de *Quercus glabrescens*: semillas germinadas de una bellota (izquierda) y bellotas con varias radículas (derecha).

Es de notar que las características sobre pérdida de humedad, viabilidad y germinación de bellotas de encinos mexicanos han llamado poco la atención de investigadores, lo que ha provocado que dicha información sea extremadamente escasa. Esto dificulta comparar y determinar requerimientos de almacenamiento y acondicionamiento previo de bellotas al nivel de especie, relacionados con la



Cuadro 2. Peculiaridades registradas en algunas bellotas germinadas en este trabajo.

Especie embrión	Bellotas con doble semilla	Semillas con doble embrión	Semillas con triple embrión
<i>Quercus glabrescens</i> (n = 492)	2(0.4%)	2(0.4%)	1(0.2%)
<i>Quercus rugosa</i> (n = 597)	0	0	0

germinación para la producción de planta. Se ha estudiado el comportamiento de bellotas de encinos blancos almacenadas a temperaturas de 2 - 5°C en bolsas de plástico, con lo cual se redujo la pérdida de humedad, pero éste disminuyó más de 20% al cabo de 25 - 30 semanas, reduciéndose la viabilidad (Gosling, 1989). Al respecto, Bonner (1978) sugiere que para mantener bellotas con altos contenidos de humedad debe controlarse cuidadosamente la temperatura, debido a que abajo de 0°C matan las semillas recalcitrantes pero las mayores de 2 - 3°C provocan germinación excesiva de bellotas almacenadas. Esto último explica la razón de reunir altas proporciones de bellotas germinadas en este trabajo.

## CONCLUSIONES

Las bellotas de *Q. glabrescens* perdieron totalmente la viabilidad en julio de 2004 (10 meses después de almacenarse); las de *Q. rugosa* tuvieron 7.5% de viabilidad al cabo de 15 meses de estar confinadas, lo que indica que este material pueden ser almacenado por hasta nueve meses conservando más de 50% de viabilidad, lo que significa más tiempo que *Q. glabrescens* que, por cerca de 6 meses, conserva poco más de este porcentaje. Las dos especies mostraron una sensibilidad semejante a problemas de pudrición generados por almacenamiento y germinaron en similar proporción pero fue mayor cantidad de *Q. glabrescens* en menos tiempo.

## RECOMENDACIONES

Cabe destacar la necesidad de emprender investigaciones más detalladas sobre la repercusión del almacenamiento así como los cambios en el contenido hídrico por el efecto de este factor en la germinación de bellotas en otras especies de encinos mexicanos de las estudiadas en este caso. Los resultados de este trabajo son una colaboración en este contexto para precisar los tiempos de almacenamiento requeridos y conservar la calidad de bellotas de encinos blancos, que, de acuerdo a Young y Young (1992) difieren según la especie.

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece el apoyo otorgado por la Universidad Autónoma Chapingo, a través del Programa Universitario de Investigación y Servicio en Dasonomía, para la realización de este trabajo (proyecto 03100504).

## REFERENCIAS

- Bewley, J. D. and M. Black. 1994. Seeds physiology o development and germination. 2nd ed. Plenum Press, New York, NY. USA. 445 p.
- Bonner, F. T. 1978. Almacenamiento de semillas de latifolias. Boletín de Recursos Genéticos Forestales 007: 1-16. <http://www.fao.org/docrep/006/1-807s/L1807500.htm>. (2 de marzo de 2007).
- Espinoza de G. R., J. 1979. Fagaceae (*Quercus*). In: Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. I CECSA, México, D. F. pp. 104-114.
- Ferrant, J. M., N. W. Pammenter and P. Berjak. 1988. Recalcitrance – a current assessment. Seed Science and Technology 16: 155-166.
- Gosling, P. G. 1989. The effect of drying *Quercus robur* acorns to different moisture contents, followed by storage, either with or without imbibition. Forestry 62 (1): 41-50.
- Shrader-Frechette, K. S. and E. D. McCoy. 1993. Method in ecology, strategies for conservation. Cambridge, University Press. Cambridge, MA. 328 p.
- Young, J. A. and C. G. Young. 1992. Seed of woody plants in North America. Dioscorides Press, Portland, OR, USA. 407 p.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Inc. New Jersey, NJ. USA. 663 p.
- Zavala Ch., F. 1995. Encinos hidalgüenses. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx., México. 133 p.
- Zavala Ch., F. 1998. Observaciones sobre la distribución de encinos en México. Polibotánica 8: 47-64.
- Zavala Ch., F. 1999. Variabilidad y riqueza de los encinos de México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 5 (2): 113-123.
- Zavala Ch., F. 2000-2001. El fuego y la presencia de encinos. Ciencia Ergo Sum 7 (3): 269-276.
- Zavala Ch., F. 2001a. Líneas de investigación de encinos y romerillos (*Taxus*) de México. In: Zavala Ch., F. (ed.), Memorias del Primer Foro Sobre Avances y Presentación de Líneas de Investigación, 23-25 de enero de 2001. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de Méx., México. pp. 13-25.
- Zavala Ch., F. 2001b. Introducción a la ecología de la regeneración natural de encinos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx., México. 98 p.

- Zavala-Chávez, F. 2004. Desección de bellotas y su relación con la viabilidad y germinación en nueve especies de encinos mexicanos. *Ciencia Ergo Sum* 11 (2): 177-185.
- Zavala Ch., F. y E. García M. 1996. Frutos y semillas de encinos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx., México. 51 p.
- Zavala Ch., F. y E. García M. 1997. Plántulas y rebrotes en la regeneración de encinos en la Sierra de Pachuca, Hidalgo. *Agrociencia* 31 (3): 323-329.