

PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE BELLOTAS DE *QUERCUS HINTONII* WARBURG (FAGACEAE) DE LA DEPRESIÓN DEL BALSAS, MÉXICO**David Díaz-Pontones****Irma Reyes-Jaramillo***División de Ciencias Biológicas y de la Salud.**Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa**Correo electrónico: dmdp@xanum.uam.mx, irj@xanum.uam.mx***RESUMEN**

México es un centro de diversificación de encinos que cubren gran parte de las zonas montañosas del país con gran número de especies endémicas, entre ellas *Quercus hintonii* Warburg, especie de encino rojo, amenazada por la tala clandestina y cambio de uso del suelo. Se distribuye en el SW del Estado de México dentro del sistema orográfico de la provincia de la Sierra Madre del Sur, subprovincia de la Depresión del Balsas. El presente estudio aporta información de la producción de su bellota y determinadas condiciones de almacenamiento para mantener y prolongar su viabilidad. La fructificación de *Q. hintonii* es variable, presenta años de alta producción seguidos de un periodo donde es escasa. Este encino produjo cualitativamente buena fructificación en los años de 2004 y 2007 en comparación con la de los años 2005 y 2006 en que disminuyó. La dispersión de los frutos se realiza principalmente en la última semana del mes de agosto y septiembre. La bellota escarificada germina en cinco días. En condiciones de laboratorio pierden su viabilidad antes de 30 días, con un porcentaje de germinación del 4.5%. Los frutos recién recolectados y almacenados en envases de plástico a 7°C, con humedad relativa constante de 33%,

mantienen la capacidad germinativa en un 94% por más de 48 días y se establecen el 88% de las plántulas después de 21 días de iniciada la embibición. Por la importancia que tiene preservar las especies nativas del Estado de México, el presente estudio contribuye determinando las condiciones de almacenamiento que preserva la viabilidad de los frutos de *Q. hintonii*, y de esta forma contribuir para que las autoridades correspondientes incluyan a esta especie en los programas de propagación en vivero y reforestación de la entidad y con ello coadyuvar a la restauración de los bosques.

Palabras clave: *Quercus hintonii*, viabilidad, germinación, especie endémica, condiciones de almacenamiento.

ABSTRACT

Mexico is a center of diversification of oaks, which cover a great part of the mountainous areas of the country and include many endemic species. One of these, *Quercus hintonii*, a kind of red oak, is threatened by illegal felling and changing land use. It is distributed in the southwest of the State of Mexico, within the province of the southern Sierra Madre, subprovince of the Rio Balsas depression. Because the reforestation

program in the area does not include red oak, we contribute information about the dynamics of acorn production in the oak forest and storage conditions for increasing fruit viability. Fructification of *Q. hintonii* is variable; years of high acorn production are followed by a period of three years during which it is scarce. This oak produced good fructification in 2004 and 2007 and reduced fructification in 2005 and 2006. Fruit dispersal is carried out mainly in the last week of August and during September. The period of germination is five days. In laboratory conditions the acorns lose viability within 30 days, the percentage of germination dropping to 4.5%. Recently collected fruit stored at 7°C and 33% relative humidity maintain their germination capacity at 94% for more than 48 days, and 88% of young nursery plants are established 21 days after the start of imbibition. The present study contributes to preserving the native species of Mexico by pointing out the storage conditions that will extend the viability of the fruits of *Q. hintonii*. This procedure will allow this species of red oak to be considered in propagation programs of tree nurseries growing stock for reforestation practices.

Key words: *Quercus hintonii*, viability, germination, endemic specie, storage conditions.

INTRODUCCIÓN

Los encinos se agrupan taxonómicamente en el género *Quercus*, de la familia Fagaceae, con alrededor de 500 especies en el mundo, México se considera un centro de diversificación, donde el número preciso de especies varía entre 125 a 161 (Nixon, 1993; Valencia, 2004; Zavala-Chávez, 1998), de

las cuales alrededor del 70% son endémicas (Instituto Nacional de Ecología, 1998). Estas plantas en su mayoría son arbóreas y se caracterizan por ser monoicas, forman un fruto denominado botánicamente como nuez, comúnmente conocido como bellota que es su principal forma de propagación; cada fruto contiene una semilla, con dos cotiledones donde se almacenan reservas nutricionales como carbohidratos y lípidos de gran importancia en los primeros estadios mientras se establece la plántula (FAO, 1991).

Los encinos forman parte principalmente de la vegetación de sitios montañosos y escarpados de clima templado de la mayoría de las sierras que forman el territorio mexicano. Así, el bosque de encino es un recurso forestal del que se obtienen bienes y beneficios, contribuyendo de diferentes formas al ambiente evitando la erosión, al reciclamiento del carbono, juega un papel importante en la formación y estabilización de los suelos aportando hojarasca, humus y nutrimentos (Reyes, 2006). Por otra parte mejora el microclima aportando sombra, conservando los mantos acuíferos y la humedad del ambiente. Propicia el crecimiento de otras especies vegetales, así como de fauna silvestre y gran diversidad de hongos que participan en el reciclamiento de los restos orgánicos además de relaciones simbióticas que benefician al ecosistema (Reyes, 2006).

Es un recurso forestal valioso que aporta madera de excelente calidad, así como otros productos no maderables. La madera de encino es ampliamente utilizada y comercialmente es considerada dentro de las más importantes en países europeos, asiáticos y de Norteamérica (Rendle, 1969 a y b, 1970;

Panshin y de Zeeuw, 1970). En México es un recurso forestal maderable desaprovechado, siendo el carbón y la leña los usos más frecuentes (De la Paz Pérez *et al.*, 2000).

Nuestro país es uno de los cinco primeros con mayor superficie deforestada anualmente, según la fuente, varía de 316 mil a 769 mil ha/año; las causas se deben al desmonte agropecuario, la tala ilegal, incendios forestales y a la sobreexplotación maderera (SEMARNAT, 2002). El gobierno del Estado de México, a través de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, por conducto de la Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE) implementa programas de reforestación y regeneración de microcuencas (Probosque, 2008), sin embargo en sus acciones no contemplan el uso de especies de encino.

El problema se ve agravado considerando que solamente el 1% de la bellota queda disponible para la regeneración del bosque, debido a que muchas son consumidas por insectos, ardillas, pequeños roedores y aves, así como por factores específicos, inherentes a la producción anual de frutos y a la capacidad germinativa de acuerdo a las condiciones ambientales como luz, temperatura, humedad entre otros (Krinard, 2007; Gribko *et al.*, 2002).

En estudios realizados sobre la producción anual de bellota de los encinos indica que está asociada a la edad de los árboles, a su capacidad genética y a la especie. En el encino *Q. falcata* (Michx. var. *falcata*) su producción se inicia a los 25 años de edad y su máximo incremento se alcanza cuando la población tiene de 50 a 70 años (Belanger, 2007). El encino rojo *Quercus rubra* (L.) inicia la producción de bellotas también a

los 25 años de edad, siendo más abundante de los 40 a los 50 años, dando excelentes cosechas a intervalos regulares de 2 a 5 años (Goodman *et al.*, 2005). Se ha observado que la capacidad de fructificación entre individuos es variable, independientemente de las condiciones ambientales. Mientras que algunos árboles producen pocas bellotas, otros en cambio, incrementan la producción con frutos que poseen mayor tolerancia a la desecación, prolongando su viabilidad y vigor (Goodman *et al.*, 2005).

En el suroeste del Estado de México, en el sistema orográfico de la provincia de la Sierra Madre del Sur y subprovincia de la Depresión del Balsas, se localiza un bosque de encino cuya vegetación está compuesta predominantemente por cuatro especies: *Q. hintonii*, *Q. magnoliifolia*, *Q. obtusata* y *Q. peduncularis* (Aguilar y Romero, 1995). Las tres últimas especies de encino blanco son de amplia distribución en el país (Corral, 1981; Reyes y Gama-Castro, 1995), mientras que el encino rojo *Q. hintonii* Warburg es elemento dominante del bosque de encino de la zona de estudio, dicha especie es relevante a nivel nacional, ya que es endémica de esta región (Romero *et al.*, 2000), pero desafortunadamente se encuentra en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2007).

Dada la importancia ambiental y ecológica del bosque de encino, la introducción de otras especies no es lo más adecuado, por ello es conveniente integrar a los programas de reforestación de PROBOSQUE especies nativas. Por eso es necesario conocer diferentes aspectos fisiológicos, como la época de fructificación, viabilidad de las bellotas y las condiciones controladas de almace-

namiento que permitan tener una exitosa germinación.

En el presente artículo se muestran los resultados de un estudio piloto utilizando bellotas de *Q. hintonii* de la Cuenca del Balsas, para determinar las condiciones de almacenamiento que prolonguen su viabilidad, determinada como capacidad germinativa.

MÉTODOS

Zona de estudio

La zona de estudio se localiza en Rincón de Ugarte, Tejupilco de Hidalgo, Estado de México, ubicado entre los paralelos 18° 56' 27'' latitud norte y 100° 09' 20.9'' longitud oeste, a 1 500 m s.n.m., enclavado en el sistema orográfico de la provincia de la Sierra Madre del Sur, subprovincia de la Depresión del Balsas (Fig. 1). El clima es cálido subhúmedo, con una marcada estación seca en primavera y abundantes lluvias en el verano. La vegetación es de bosque de encino caducifolio. El ejemplar de herbario (150-152 IRJ) está depositado en el Herbario Metropolitano "Ramón Riva y Nava" de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

Recolecta y almacenamiento de la bellota

Entre los años de 2004 a 2007 se recolectaron bellotas maduras de *Q. hintonii* del suelo cercano a los árboles en fructificación que se encuentran distribuidos aleatoriamente en el bosque de encino en estudio. Se confirmó que las bellotas recolectadas estuvieran maduras mediante los indicadores de madurez como son color del pericarpio y de los cotiledones, así como la separación entre

la cúpula y la bellota. Se seleccionaron los frutos sanos de los dañados por el método de flotación en agua (Bonner, 2003).

De la cosecha obtenida en 2004, las bellotas provinieron de 15 árboles padre, se mezclaron y se separaron en dos grupos experimentales; en uno se tomó una muestra de 1 200 bellotas que se guardaron en bolsas de papel estraza a temperatura y humedad ambiental durante 30 días. Otra muestra de 1000 se almacenó en recipientes de plástico herméticos de dos litros de capacidad, en cada uno de ellos se guardó 1 kg de frutos que equivale aproximadamente a 400 bellotas/recipiente. Los cuales se recubrieron internamente con toallas de papel absorbente. Para mantener la humedad relativa constante, se introdujo en cada recipiente un frasco de vidrio con 100 g de Easy Dry® desecador basado en sales de cloruro de magnesio y cloruro de calcio (Rockland, 1960), que al hidratarse dan una solución saturada que, mantenida en refrigeración a 7°C, proporciona una humedad relativa del 33%. Los contenedores se mantuvieron en estas condiciones durante 48 días.

Germinación y desarrollo de la planta

Para cada lote experimental al término del tiempo estipulado se determinó el peso fresco de cada bellota (Balanza Analítica Adventurer, Ohaus), se escarificó el pericarpio con una lija y posteriormente se desinfectó superficialmente con hipoclorito de sodio al 3% durante 10 minutos, se lavó tres veces con agua destilada estéril. Se extrajo la semilla de cada fruto y se germinó en frascos de vidrio de 40 ml con tapa, recubiertos en su interior con papel absorbente humedecido (en condiciones de esterilidad). Se colocó una bellota por recipiente y se

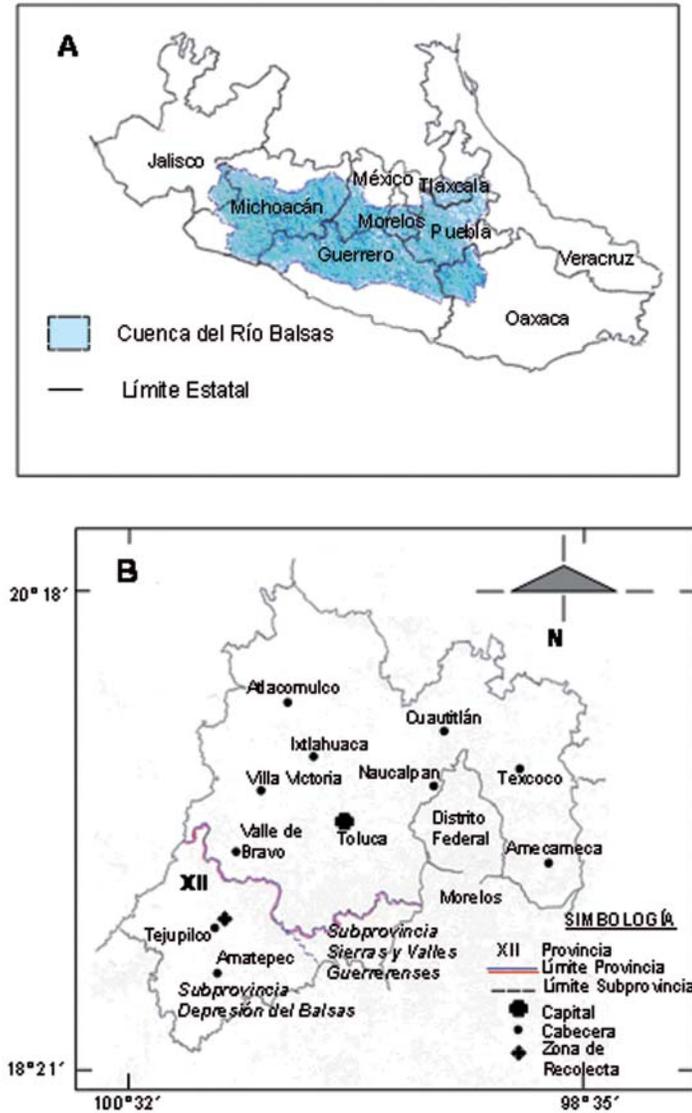


Fig. 1. Mapa de la Cuenca del Río Balsas. A- Mapa en que se muestra la Depresión del Balsas comprendida entre los paralelos 17° 00' y 20° 00' de latitud norte y los meridianos 97° 30' y 103° 15' de longitud oeste de Greenwich, extendiéndose a través de los estados de Morelos (100%), Puebla (55%), Estado de México (36%), Guerrero (63%), Michoacán (62%) y porciones de Oaxaca, Jalisco, Veracruz, y Tlaxcala. B- Fisiografía del Estado de México, en donde se ubica la zona de recolecta en Rincón de Ugarte a los 18° 56' 27'' de latitud norte y 100° 09' 20.9'' de longitud oeste (INEGI, 2005).

incubó en una germinadora (Germinadora LabLine Instrument) a una temperatura de 27°C, con un ciclo luz/oscuridad de 12/12 horas. Se realizaron observaciones diarias para determinar el tiempo de germinación, la posgerminación y establecimiento de la plántula en donde se midió la longitud de la radícula/raíz durante 21 días.

RESULTADOS

De las cuatro especies de encino de la zona de estudio, *Q. hintonii* es la que predomina en el encinar y es la más constante en la producción de bellota.

Los autores hemos observado en campo que los últimos diez años se ha registrado que la temporada de diseminación de los frutos es variable. En la zona de estudio *Q. hintonii* produce frutos todos los años, encontrando una variabilidad en los individuos que la

producen y en la cantidad de bellotas que cada uno de ellos generan.

La cosecha de 2004 fue abundante y de buena calidad, sin embargo cualitativamente se observó que la producción de bellotas decreció de manera abrupta en los años 2005 y 2006, en donde en una hectárea de bosque tres árboles dieron bellota con una producción total que no superó las 300 bellotas, las cuales poseían un bajo índice de germinación (menor al 10%). La producción aumentó en el año de 2007 con una elevada capacidad germinativa (mayor al 90%). A pesar de la baja producción en el año de 2006, se registró una cantidad de individuos de *Q. hintonii* floreciendo en el mes de mayo del año de 2006 (Fig. 2).

En la zona de estudio el periodo de dispersión de las bellotas de *Q. hintonii* ha sido variable; para la cosecha de 2004, 2005 y



Fig. 2. Encinar de la región de Tejupilco, México. *Quercus hintonii* en floración.

2007 ocurrió en la última semana del mes de agosto y principios de septiembre; en el 2006 se dispersó hasta finales de septiembre e inicio del mes de octubre, coincidiendo con el periodo de lluvias.

Las bellotas maduras recolectadas presentan diferente aspecto que indica la capacidad germinativa; al comparar entre sí las de una cosecha o entre cosechas sucesivas, observamos que los frutos con el pericarpio de color café y la semilla con los cotiledones de color amarillo, son viables y capaces de germinar (Fig. 3A); en cambio aquellas que han sufrido daño y han perdido su capacidad germinativa, tienen los cotiledones de color pardo oscuro a negro (Fig. 3B). La proporción entre bellotas viables y no viables fluctuó entre las diferentes cosechas, de forma tal que esto impidió que se realizaran las réplicas experimentales en los años de 2005 y 2006.

El proceso de germinación comprende desde el inicio de la embibición hasta el momento en que emerge la radícula de los frutos escarificados, el cual en *Q. hintonii* se realizó en cinco días, considerando que habían germinado cuando la radícula superó una longitud de 0.5 cm (Fig. 4). Para la cosecha del 2004, la capacidad germinativa de las semillas extraídas de las bellotas recién recolectada ($n = 220$) fue del 94%, con un peso inicial de 2.41 ± 0.35 g. La germinación de las semillas de los frutos mantenidos durante 30 días en bolsas de estroza ($n = 1200$) en condiciones ambientales de laboratorio fue del 4.5%, de las cuales sobrevivió únicamente la mitad. A diferencia, las semillas de frutos almacenados durante 48 días en contenedores de plástico con humedad relativa del 33% y temperatura controlada a 7°C ($n = 1000$) las semillas mantuvieron una capacidad germinativa alta del 94%.

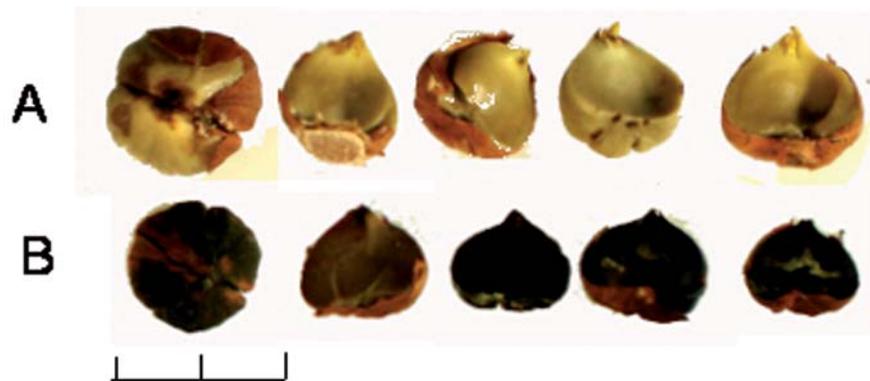


Fig. 3. Frutos de encino. A. Muestra de bellotas viables, de izquierda a derecha: nuez entera y nueces cortadas longitudinalmente a diferentes niveles, mostrando los cotiledones. B. Bellotas de encino no viables, de izquierda a derecha: nuez completa y nueces cortadas longitudinales. Barra: cada división representa 1 cm.

Semillas provenientes de las bellotas almacenadas en condiciones controladas a 33% de humedad relativa y temperatura de 27°C, el crecimiento de la radícula es en forma exponencial, bajo condiciones controladas de laboratorio (Fig. 4), para los 21 días de iniciada la embibición se tiene una longitud de 9.13 ± 3.58 cm (Fig. 5); en este tiempo es posible observar un crecimiento del tallo y la presencia de una a tres hojas (Fig. 4), en donde la sobrevivencia a los 21 días fue del 88%.

DISCUSIÓN

La zona donde crece *Q. hintonii*, en el Balsas, pertenece a la región neotropical que colinda con la neártica, con alta bio-

diversidad, donde la variedad de clima templado y tropical genera diferentes tipos de vegetación: bosques de encino, de pino, mesófilo de montaña, selva baja caducifolia y matorral xerófilo; asociado al relieve accidentado crea toda una serie de características ecológicas que favorecen el aislamiento y la diferenciación de especies y por lo tanto la aparición de endemismos (Gobierno del Estado de México, 2006).

La producción de bellotas de *Q. hintonii* siguió de forma cualitativa entre los años de 2004 a 2007, en el primer año de estudio se obtuvo una buena cosecha y germinación, lo cual no ocurrió en los dos años subsecuentes, con un grado alto de deterioro del fruto, por lo que imposibilitó realizar el estudio



Fig. 4. Germinación y crecimiento de la plántulas/planta de la cosecha 2004. Se muestra de izquierda a derecha: semilla germinada a los 5 días de iniciada la embibición, plántulas de 7, 12, 14, 17 y 21 días de desarrollo. La barra es de 10 cm con divisiones de 1 cm.

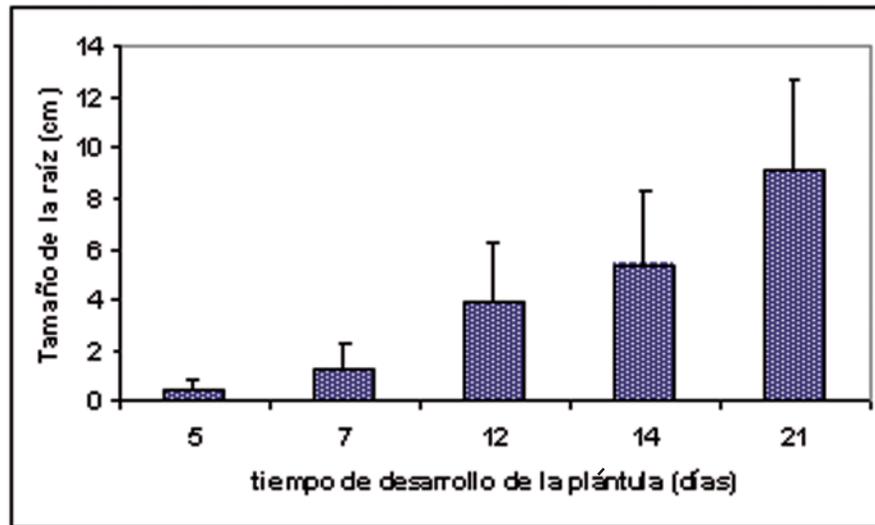


Fig. 5. Crecimiento de la raíz de las plantas de la cosecha de 2004. La gráfica muestra el tamaño de la raíz durante el periodo de establecimiento de la plántula. Los datos representan la media y la desviación estándar de una muestra de 234 plantas.

correspondiente. En la cosecha de 2007 se aumentó la fructificación y la germinación mayor al 90%. Nuestro estudio, aunque cualitativo, indica que el encinar con *Q. hintonii* produce bellotas todos los años, varía en la cantidad y los individuos que la producen, así como la calidad de la misma, lo cual apoya lo reportado para la fructificación de las especies del subgénero *Erythrobalanus* que son productoras más consistentes de bellotas (Gysel, 1956, 1957; Tryon y Carvell 1962; Christisen y Kearby, 1984; Liscinsky, 1984; Gribko *et al.*, 2002). El encino en estudio tuvo una alta producción de bellotas en los años de 2004 y 2007, es decir, produce bellotas cada tres años, lo cual se encuentra en concordancia con lo reportado para los encinos rojos que producen cosechas abundantes a intervalos de tres, cuatro o hasta cinco años. Se ha encontrado que la producción

de bellota depende de la especie de encino y que varía entre diferentes cosechas, como se reporta para *Q. velutina* cuya producción es pobre la mayoría de los años y su capacidad germinativa es baja (Liscinsky, 1984), otros trabajos con *Q. coccinea* indican que tiene fructificación en dos de once años de estudio (Ward, 1966).

Las bellotas del género *Quercus* pertenecen al grupo de semillas denominadas recalcitrantes, debido a que no toleran la desecación por debajo de un contenido de humedad crítico del 20 a 35% (Bonner, 2003). Las semillas recalcitrantes predominan a lo largo del cinturón intertropical, de manera que esta característica es considerada como factor principal que dificulta las medidas de conservación y manejo de las especies en estos ecosistemas (Vázquez-Yanes y

Toledo, 1989). Los encinos, entre ellos *Q. hintonii*, poseen semillas recalcitrantes que se caracterizan por tener un pequeño periodo de latencia previo a su germinación (Bonner y Vozzo, 1987). Los resultados demuestran que este periodo fue menor a 30 días, pues al conservar las bellotas en bolsas de papel en condiciones de laboratorio trae un deterioro muy rápido, reflejado en la disminución de la capacidad germinativa, ya que únicamente el 4.5% de los frutos se mantienen vivos. En cambio, se puede prolongar la sobrevivencia de la bellota manteniendo un alto índice de germinación por un periodo mayor a 48 días manteniéndolas en refrigeración a 7°C en una cámara con humedad relativa del 33%. Estos resultados confirman que la humedad relativa es crítica para mantener la viabilidad, lo que concuerda con Bonner y Bozzo (1987) y Pritchard (1991) quienes recomiendan un almacenamiento de los frutos de encino rojos con un contenido de humedad mayor al 30% para asegurar la viabilidad. La temperatura de almacenamiento a 7°C es fundamental, ya que ha sido reportado que excesivo frío o calor las dañan (Hodges y Gardiner, 1993; Zavala-Chávez, 2004), en esta condición las sales permiten mantener constante la humedad relativa.

Los factores ambientales como la temperatura, la calidad y cantidad de luz, son determinantes para precisar la germinación y el posterior crecimiento de la planta. Para la mayoría de los encinos una buena germinación se obtiene a temperaturas entre 10 a 18°C en ciclos de oscuridad/luz; temperaturas que fluctúan en cambios cíclicos de 26.5 a 35°C son muy altas para una óptima germinación (Korstian, 1927). Considerando que *Q. hintonii* es una especie que crece en climas más cálidos, se obtuvo una adecuada germinación y establecimiento de la planta a

una temperatura media de 27°C con un ciclo luz/oscuridad de 12/12 hrs., confirmando que esa condición es adecuada para el crecimiento y la sobrevivencia de las plantas (88%), en donde existe un crecimiento de la raíz y del tallo con la formación de hojas.

La región del Balsas es una zona donde los bosques están bajo una fuerte presión antropogénica por la tala clandestina, incendios, erosión, actividad pecuaria y agrícola donde se encuentra la mayor concentración y diversidad forestal (Gobierno del Estado de México, 2002). Al tratarse *Q. hintonii* de una especie endémica de esta región (Aguilar y Romero, 1995), es importante tomar acciones para conservar, preservar y restaurar al encinar, ya que éstos permiten mantener la infiltración y la recarga de mantos acuíferos, además de fijar grandes cantidades de carbono. El presente estudio tiene un impacto importante pues permite plantear un método que prolongue la viabilidad de los frutos por más de 48 días después de ser cosechados y con ello disponer de condiciones controladas que permitan ser implementadas en los programas de reforestación, preservación y conservación de los bosques de encino.

CONCLUSIÓN

La bellota *Q. hintonii* se debe de recolectar en los meses de agosto y septiembre, seleccionando la de alta calidad en función de su color, textura y peso. Es conveniente separar las nueces sanas de las dañadas por medio de técnica de flotación; las bellotas de alta calidad deben ser drenadas y aireadas antes de ser introducidas en los contenedores de humedad controlada. Es importante mantener la humedad relativa a 33% y a una temperatura de 7°C; para ello se debe usar un dispositivo que contengan sales de cloruro

de calcio y cloruro de magnesio, las cuales al hidratarse dan una solución saturada que mantiene constante una humedad mientras se mantenga en refrigeración. Las bellotas presentarán una adecuada germinación y crecimiento si se mantienen a 27°C con ciclos de luz/oscuridad de 12/12 hrs.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, E.L. y S. Romero, 1995. "Estudio Taxonómico de cuatro especies de encino (*Quercus*) descritas por Warburg". *Acta Bot. Mex.*, **31**: 63-71.
- Belanger, R.P., 2007. *Quercus falcata* Michx. Southern Red Oak. *Quercus falcata* Michx. var. *falcata* [Publicación en línea]. Disponible desde internet: <http://www.na.fs.fed.us/pubs/silvics_manual/volume_2/quercus/falcata.htm> [con acceso el 2 de enero de 2008].
- Bonner, F.T., 2003. Collection and care of acorns. A practical guide for seed collectors and nursery managers. [Publicación en línea]. Disponible desde internet: <www.nsl.fs.fed.us/COLECTION%20AND%20CARE%20OF%20ACORNS.pdf> Versión 1.1 [Con acceso desde junio de 2003].
- Bonner, F.T. & J.A. Bozo, 1987. *Seed biology and technology of Quercus*. United States of America. Department of Agricultural, Forest Service. Genetic and Technology Reproduction. SO-66.
- Christisen D.M. & W.H. Kearby. 1984. *Mast measurement and production in Missouri* (with special reference to acorns). Terr. Ser. 13. Jefferson City. MO. Missouri Department of Conservation. 34 pp.
- Corral, L.G., 1981. "Anatomía de la madera de especies del género *Quercus*". *Boletín Técnico*. Núm. 72. SAHR.
- De la Paz-Pérez O.C., P. Dávalos y E. Guerrero, 2000. "Aprovechamiento de la madera de encino en México". *Madera y Bosques*, **6**(1): 3-13.
- FAO, 1991. Guía para la manipulación de las semillas forestales. Roma. [Publicación en línea] disponible desde internet: <<http://www.fao.org/DOCREP/006/AD232S/AD232S00.htm>>. [Con acceso en 12 de abril de 2008].
- Gobierno del Estado de México, 2002. Diagnóstico Ambiental del Estado de México. A través de indicadores ambientales de desempeño y regionalización por cuencas hidrológicas. Secretaria de Ecología. [Publicación en línea]. Disponible desde: <internet: <http://200.67.183.230/ZONADES-CARGA/DA%202002.pdf>> [Con acceso desde abril de 2002].
- , 2006. Documento en línea: Informe de Gobierno. Diagnostico Ambiental de la Región XII, Tejupilco. [Publicación en línea]. Disponible desde internet: <<http://www.edomexico.gob.mx/portalgem/>> [Con acceso en febrero de 2008].
- Goodman, R.C., D.F. Jacobs & R.P. Karrfalt, 2005. "Evaluating desiccation sensitivity of *Quercus rubra* acorns using

- X-ray image analysis". *Can. J. For. Res.*, **35**: 2823-2831.
- Gribko, L.S., T.M. Schuler & W.M. Ford, 2002. *Biotic and abiotic mechanisms in the establishment of northern red oak seedling: a review*. United States Department of Agriculture and Forest Service. Northeast Research Station. General Technical Report NE-295.
- Gysel L.W., 1956. "Measurement of acorn crops". *Forest Sci.*, **2**: 305-313.
- , 1957. "Acorn production on good medium, and poor sites in southern Michigan". *J. For.*, **55**: 570-574.
- Hodges J.D. & E.S. Gardiner, 1993. "Ecology and physiology of oak regeneration". En: D.L. Loftis & C.E. McGee (Eds). *Proceedings, oak regeneration: serious problems, practical recommendations*. 1992 Septiembre 8-10. Knoxville TN. Genetic Technological Resp. SE-84. Ashville NC. United States of America. Department of Agriculture, Forest Service. Southeastern Forest Experiment Station. 54-65.
- INEGI, 2008. Anuario Estadístico de México, 2005. <Publicación en línea>. Disponible desde internet: <<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/español/sistemas/aeo5/info/mex/mapas.pdf>>. Documento en disponible el 30 de agosto de 2008.
- Instituto Nacional de Ecología, 1998. Diversidad de los ecosistemas forestales en México. [Publicación en línea]. Disponible desde internet: <<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/312/bosquesedo.html>>. [Documento actualizado el 29 de agosto de 2005].
- IUCN, 2007. Red list of threatened species. [Publicación en línea]. Disponible en internet <http://www.iucnredlist.org/search/search.php?freetext=Quercus+hintonii&modifier=p> [web en línea] [con acceso 24 de junio de 2008].
- Korstian, C.F., 1927. "Factors controlling germination and early survival in oaks". *Bulletin Number 19*. New Haven, CT. Yale University, School of Forestry., 115 pp.
- Krinard R.M., 2007. *Quercus falcata* Michx. Southern Red Oak. *Quercus falcata* var. *pagodifolia* Ell [Publicación en línea]. Disponible desde internet: <http://www.na.fs.fed.us/pubs/silvics_manual/volume_2/quercus/falcata.htm> [con acceso el 2 de enero de 2008].
- Liscinsky S.L., 1984. *Tree seed production*. *Pensylvania Game News*. Agosto: 23-25.
- Nixon K.C., 1993. "The Genus *Quercus* in Mexico". En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Tol y J. Ga (Eds.). *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford University Press. Nueva York. pp: 447-458.
- Panchin A.J. & C. De Zeeuw, 1970. *Textbook of wood technology*. I. McGraw Hill. Nueva York. EUA. pp: 1-10.
- Probosque, 2008. Probosque>restauración> fichas árboles. [Publicación en línea] Disponible en internet: <<http://www.>

- edemex.gob.mx/portal/page/portal/probosque/restauracion/fichas-arboles> [con acceso 24 de junio de 2008].
- Pritchard, H.W., 1991. "Water potential and embryonic axis viability in recalcitrant seeds of *Quercus rubra*". *Ann. Bot.*, **67**: 43-49.
- Rendle B.J., 1969a. *World timbers. 2 North and South America*. Ernest Benn Limited and University of Toronto. Toronto. 50 pp.
- , 1969b. *World timbers. 1 Europe and Africa*. Ernest Benn Limited and University of Toronto. Toronto. 191 pp.
- Reyes, J.I., 2006. "*Quercus hintonii* Warb: especie endémica del encinar del SW del Estado de México". *Rev. Contatos*, **60**: 64-72.
- Reyes J.I. y J. Gama-Castro. "Revaloración de los encinos". En: *Memoria del III Seminario Nacional sobre utilización de encinos*. Tomo I. Linares, Nuevo León. 4 a 6 de noviembre de 1992. Reporte Científico. Número Especial 15. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Rockland, L.B., 1960. "Saturated salt solutions for static control of relative humidity between 5° and 40°C". *Anal. Chem.*, **32**: 1375-1377.
- Romero R.S., C.C. Rojas y D.C. Almonte. 2000. "*Quercus hintonii* Warb. (Fagaceae) encino endémico de la depresión del Balsas, México y su propagación". *Polibotánica*, **11**: 121-127.
- SEMARNAT, 2000. Dirección de Estadística e Informática Ambiental. [Publicación en línea]. Disponible desde internet: <http://www.semarnat.gob.mx/estadísticas_2000/informe_2000/res_ejecutivo/2_vegetación.shtml>. [Con fecha de acceso el 5 de febrero de 2008].
- Tryon E.H., & K.L. Carvell, 1962. *Acorn production and damage*. Bull. 466T. Morgantown. WV: West Virginia University, Agricultural Experimental Station. 18 pp.
- Valencia, S., 2004. "Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México". *Bol. Soc. Bot. México.*, **75**: 33-53.
- Vazquez-Yanes, C. y J.R. Toledo, 1989. "El almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales. Problemas y aplicaciones". *Bol. Soc. Bot. Mex.*, **49**: 61-69.
- Ward, W.W., 1966. "Oak-hardwood reproduction in central Pennsylvania". *J. Forestry*, **64**: 744-749.
- Zavala-Chávez, F., 1998. "Observaciones sobre la distribución de encinos en México". *Polibotánica*, **8**: 47-64.

Recibido: 10 mayo 2008. Aceptado: 9 enero 2009.