



Agrociencia

Colegio de Postgraduados

Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas

agrocien@colpos.colpos.mx

ISSN: 1405-3195

MÉXICO

2004

Esther G. Enríquez Peña / Humberto Suzán Azpiri / Guadalupe Malda Barrera

VIABILIDAD Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TAXODIUM MUCRONATUM

(TEN.) EN EL ESTADO DE QUERÉTARO, MÉXICO

Agrociencia, mayo-junio, año/vol. 38, número 003

Colegio de Postgraduados

Texcoco, México

pp. 375-381

VIABILIDAD Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Taxodium mucronatum* (Ten.) EN EL ESTADO DE QUERÉTARO, MÉXICO

SEED VIABILITY AND GERMINATION OF *Taxodium mucronatum* (Ten.) IN THE STATE OF QUERÉTARO, MÉXICO

Esther G. Enríquez-Peña, Humberto Suzán-Azpiri y Guadalupe Malda-Barrera

Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales. Doctorado Regional en Recursos Bióticos. Cerro de Las Campanas s/n. 76010. (yasca73@yahoo.com.mx)

RESUMEN

Se determinó la proporción de semillas viables y la pérdida de viabilidad debido a la edad, así como las condiciones que favorecen la germinación, en semillas de *Taxodium mucronatum* de dos cohortes (2000 y 2002), en el Estado de Querétaro, México. Se encontró que más de 50% de las semillas de la cohorte de 2002 son viables, mientras que las del 2000 mostraron una viabilidad de 30% o menos. Se compararon las condiciones de perturbación de los sitios de recolección, encontrando que éstas no interfirieron con la capacidad germinativa de las semillas y su viabilidad a corto plazo. El índice y velocidad de germinación de las semillas estuvieron determinados por el efecto de los tratamientos de luz ($p \leq 0.0001$). En conclusión, *Taxodium mucronatum* es una especie que necesita luz directa para germinar; sin embargo, es tolerante a la sombra al comienzo de la germinación. El envejecimiento de las semillas provoca una declinación en su vigor.

Palabras clave: *Taxodium mucronatum*, luz, temperatura, viabilidad.

INTRODUCCIÓN

Las masas arbóreas que se desarrollan a orillas de arroyos o ríos se conocen con el nombre de bosques de galería o vegetación riparia, considerándose uno de los ecosistemas más diversos, dinámicos y complejos (Naiman *et al.*, 1993). Entre los beneficios ambientales que aporta este tipo de vegetación están el prevenir la erosión del suelo, filtrar sedimentos, nutrientes y contaminantes, y mejorar la calidad de agua (Patten, 1998). Una especie con amplia distribución en México en este tipo de vegetación, es el ahuehuete o sabino (*Taxodium mucronatum*). La especie se propaga principalmente por semillas dispersadas por agua y en condiciones naturales requieren un largo periodo de humedad para germinar (Martínez, 1963; Carranza, 1992).

Factores externos como luz, temperatura y disponibilidad de agua son condiciones requeridas para la germinación de semillas viables (Hartmann y Kester,

ABSTRACT

The proportion of viable seeds and loss of viability due to age, as well as the conditions which promote germination in *Taxodium mucronatum* from two different cohorts (2000 and 2002), were determined in the State of Querétaro, México. Seeds from the 2002 cohort had a viability of over 50%, whereas those of 2000 presented a viability of 30% or less. A comparison was made of the disturbance conditions of the collection sites, and results showed that these conditions did not interfere with the germinative capacity of the seeds or their short term viability. The germination index and velocity were determined by the effect of the light treatments ($p \leq 0.0001$). In conclusion, *Taxodium mucronatum* is a species which requires direct light to germinate; however, it is a shade tolerant species at the start of the germinative period. Aging causes a decline in seed vigor.

Key words: *Taxodium mucronatum*, light, temperature, viability

INTRODUCTION

The arboreal masses which develop at the edge of streams or rivers are known as gallery forest or riparian vegetation, and are considered to be one of the most diverse, dynamic and complex ecosystems (Naiman *et al.*, 1993). The environmental benefits provided by this type of vegetation include the prevention of soil erosion, filtering of sediments, nutrients and pollutants, and the improvement of water quality (Patten, 1998). The ahuehuete or sabino (*Taxodium mucronatum*) is a species of this type of vegetation which is widely distributed in México. The species is propagated mainly by the dispersal of seeds by water, which in natural conditions, require a long period of moisture to germinate (Martínez, 1963; Carranza, 1992).

External factors such as light, temperature and availability of water are conditions required for the germination of viable seeds (Hartmann and Kester, 1982). However, some intrinsic characteristics of the seeds can also influence their germinative response; for example, the size of the seed affects germination and the survival of the seedlings (South *et al.*, 1985; Venable and Pake, 1999). The size of the seed in a species can vary among

Recibido: Agosto, 2003. Aprobado: Mayo, 2004.

Publicado como ARTÍCULO en Agrociencia 38: 375-381. 2004.

1982). Sin embargo, algunas características intrínsecas de las semillas también pueden influir en su respuesta germinativa; por ejemplo, el tamaño afecta la germinación y sobrevivencia de las plántulas (South *et al.*, 1985; Venable y Pake, 1999). El tamaño de las semillas en una especie puede variar entre poblaciones o entre individuos, ya sea por diferencias genéticas o por diferencias en la historia de vida de cada planta (Barbour *et al.*, 1999).

Debido a la estrecha correlación entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo en árboles adultos, cualquier factor ambiental que influya en el crecimiento influirá en su desempeño reproductivo. Por ejemplo, la disponibilidad de agua, fertilidad del suelo y contaminación influyen en el crecimiento reproductivo de especies leñosas (producción y calidad de flores, frutos, conos y semillas) (Kozlowski y Pallardy, 1997). Las características del micro hábitat, el pastoreo y la historia de vida de las especies vegetales deben considerarse de manera conjunta para conocer el estado presente y futuro del bosque ripario (Liang y Seagle, 2002).

Debido a estos antecedentes, las condiciones de perturbación del hábitat podrían alterar el vigor de las semillas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la viabilidad y el comportamiento germinativo de *T. mucronatum* en relación con la edad de las semillas y el grado de perturbación de los sitios de origen; así como el efecto de diferentes condiciones de temperatura y luz sobre la germinación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Prueba de germinación

Se seleccionaron tres sitios con diferentes condiciones de perturbación de hábitat en el Estado de Querétaro: 1) Barranca de Amealco, Municipio Amealco de Bonfil ($20^{\circ} 20' 24.8''$ N, $100^{\circ} 07' 21.5''$ O); sitio bien conservado, con cauce permanente a lo largo del año que disminuye en la época de sequía; arbolado abundante que aporta sombra y temperaturas estables bajo el dosel. 2) Vaquerías, Municipio San Juan del Río ($20^{\circ} 22' 43.8''$ N, $100^{\circ} 05' 56.6''$ O); sitio ligeramente perturbado con cauce controlado por la presa de la localidad, ocasionalmente fluctuaciones continuas; a pesar de las actividades de recreación y pastoreo, existen áreas con sombra y humedad suficientes. 3) Moctezuma, Municipio Cadereyta de Montes ($20^{\circ} 35' 54.3''$ N, $99^{\circ} 44' 48''$ O); sitio muy perturbado con cauce estático y descarga constante de aguas residuales; la compactación del suelo es extremadamente alta en algunas partes, y existen áreas abiertas sin aporte de sombra.

Las semillas se recolectaron entre octubre y noviembre de 2002 de árboles en pie y del suelo, seleccionando únicamente las de textura lisa, duras y sin rastros de ataque de insectos; características de la cohorte más reciente (Patiño *et al.*, 1983). De cada localidad se usaron tres lotes de 50 semillas cada uno, que se sometieron a diferentes tratamientos de luz y temperatura: 1) luz total; 2) luz azul; 3) luz roja; 4) oscuridad; y a una temperatura constante (22°C) y otra fluctuante (25°C durante 14 h y 10°C durante 10 h).

populations or individuals, due to genetic differences, or differences in the life history of each plant (Barbour *et al.*, 1999).

Because of the close correlation between the vegetative and reproductive growth in adult trees, any environmental factor which influences growth will also influence the reproductive performance. For example, the availability of water, soil fertility and pollution have an influence on the reproductive growth of woody species (production and quality of flowers, fruit, cones and seeds) (Kozlowski and Pallardy, 1997). The characteristics of the microhabitat, grazing and the life history of the plant species should be considered as a whole in order to know the present and future state of the riparian forest (Liang and Seagle, 2002).

Due to the previously described antecedents, the disturbance conditions of the habitat could alter the seed vigor. The objective of the present study was to evaluate the viability and germinative behavior of *T. mucronatum* with respect to the age of the seeds and degree of disturbance of the sites of origin, as well as the effect of different conditions of temperature and light on germination.

MATERIALS AND METHODS

Germination test

Three sites with different habitat disturbance conditions were selected in the State of Querétaro: 1) Barranca de Amealco, Municipio Amealco de Bonfil ($20^{\circ} 20' 24.8''$ N, $100^{\circ} 07' 21.5''$ W); a well preserved site, with a permanent flow of water all year, which decreases during the dry season; abundant tree cover which provide shade and stable temperatures under its canopy. 2) Vaquerías, Municipio San Juan del Río ($20^{\circ} 22' 43.8''$ N, $100^{\circ} 05' 56.6''$ W); a site that is slightly disturbed by a controlled flow of water from the local dam, which causes constant fluctuations; despite the recreational activities and grazing, there are areas with sufficient shade and moisture. 3) Moctezuma, Municipio Cadereyta de Montes ($20^{\circ} 35' 54.3''$ N, $99^{\circ} 44' 48''$ W); a site which is very disturbed by the static flow and constant discharge of residual waters; the compactness of the soil is high in some zones, and there are open areas with no shade.

The seeds were collected between October and November of 2002 from standing trees and the ground, selecting only the seeds that had a smooth texture, were hard and without signs of insect attack; characteristics of the most recent cohort (Patiño *et al.*, 1983). Three lots of 50 seeds were used from each locality, which were subjected to different treatments of light and temperature: 1) total light; 2) blue light; 3) red light; 4) darkness; and a constant temperature (22°C) and a fluctuating temperature (25°C during 14 h and 10°C during 10 h).

Each lot of seeds was placed on moist filter paper in sterile Petri jars and within growth chambers (LAB LINE INSTRUMENTS series 798-001), with 14 h of light and 10 h of darkness. The blue

Cada lote se colocó sobre papel filtro húmedo en cajas Petri de plástico estériles y dentro de cámaras de crecimiento (LAB LINE INSTRUMENTS Serie 798-001), con 14 h luz y 10 h oscuridad. Los espectros azul (390-590nm) y rojo (580-680nm) se lograron envolviendo las cajas con papel celofán (Kurtz y Mellor, 1966), y el tratamiento de oscuridad se obtuvo con papel aluminio. La humedad se mantuvo constante embebiendo las semillas en agua potable (Stanley y Butler, 1961). Esta prueba duró 16 d, considerando germinadas las semillas cuando presentaban emergencia de la radícula (Hartmann y Kester, 1982). El índice de germinación (*IG*), definido como la medida del tiempo de germinación en relación con la capacidad germinativa, y la velocidad de germinación (*M*), definida como la relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación, se calcularon de acuerdo con González-Zertuche y Orozco-Segovia (1996) mediante las ecuaciones:

$$IG = \frac{\sum(n_i t_i)}{N} \quad M = \sum \frac{(n_i)}{t}$$

donde *IG* = índice de germinación; *n_i* = número de semillas germinadas en el día *i*; *t_i* = número de días después de la siembra; *N* = total de semillas sembradas; *M* = velocidad de germinación; *t* = tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

Se hizo un análisis de varianza (en un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos) del índice y velocidad de germinación con los factores luz, sitio y temperatura para evaluar el efecto de las variables relacionadas con la respuesta de germinación. Asimismo se aplicó un análisis de varianza en un diseño completamente aleatorizado (Montgomery, 1976) a la velocidad de germinación por medio del paquete estadístico JMP (SAS, 1995), para evaluar el efecto de la temperatura en cada uno de los tratamientos de luz, al inicio y término del periodo de germinación.

Prueba de viabilidad

El propósito de esta prueba fue comparar la viabilidad de las semillas luego de un periodo de almacenamiento. Se contaba con semillas almacenadas en refrigeración (2 a 4 °C) durante 21 meses (recolecidas en enero de 2001, de la cohorte 2000) de los sitios Vaquerías y Panales, en los cuales también se recolectó semilla en octubre de 2002 (cohorte 2002). Panales se localiza en el Municipio Tolimán (20° 52' 43.5" N, 99° 58' 54.6" O), presenta un cauce permanente, con actividades de pastoreo esporádicas y arbolado abundante que aporta sombra al renuevo, y está bien conservado.

Se humedecieron tres lotes de 50 semillas de las cohortes 2000 y 2002 de cada sitio durante 17 a 24 h para facilitar un corte longitudinal en la testa, y exponer el embrión a la solución de tinción (0.5% cloruro 2,3,5 trifénil-2H tetrazolio) durante 24 h en cajas Petri, que se colocaron dentro de bolsas de papel estraza para limitar la exposición a la luz (Hartmann y Kester, 1982). Cada semilla se disecó y los embriones se observaron con un microscopio estereoscópico LEICA ZOOM 2000, registrándose el número de embriones teñidos. Mediante el paquete estadístico JMP (SAS, 1995),

(390-590 nm) and red (580-680 nm) spectrums were achieved by wrapping the cases with cellophane paper (Kurtz and Mellor, 1966), and the darkness treatment was obtained with aluminum foil. Moisture was maintained constant, soaking the seeds in tap water (Stanley and Butler, 1961). This test lasted 16 d, considering the seeds as germinated when they presented the emergence of the radicle (Hartmann and Kester, 1982). The germination index (*IG*), defined as the measure of germination time in relation to germinative capacity, and germination velocity (*M*), defined as the relation of the number of seeds germinated in the germination time, were calculated according to González-Zertuche and Orozco-Segovia (1996) using the following equations:

$$IG = \frac{\sum(n_i t_i)}{N} \quad M = \sum \frac{(n_i)}{t}$$

where *IG* = germination index; *n_i* = number of seeds germinated in the day *i*; *t_i* = number of days after planting; *N* = total number of seeds planted; *M* = germination velocity; *t* = time of germination after planting until germination of the last seed.

An analysis of variance for a completely randomized design (with factorial arrangement of treatments) was made of the germination index and velocity with the factors of light, site and temperature, to evaluate the effect of the variables related to the germination response. In addition, a variance analysis was applied in a completely random design (Montgomery, 1976) at germination velocity by means of the JMP (SAS, 1995) statistical package, to evaluate the effect of temperature on each of the light treatments, at the beginning and end of the germination period.

Viability test

The purpose of this test was to compare the viability of the seeds after a period of storage. The seeds had been stored in refrigeration (2 to 4 °C) during 21 months (collected in January of 2001, from the 2000 cohort) from the Vaquerías and Panales sites, from which seed was also collected in October, 2002 (cohort 2002). Panales is located in Municipio Tolimán (20° 52' 43.5" N, 99° 58' 54.6" W); it presents a permanent water flow, with sporadic grazing activities and abundant tree cover which provide shade to the seedlings, and is well preserved.

Three lots of 50 seeds of the 2000 and 2002 cohorts from each site were placed in water during 17 to 24 h to facilitate a longitudinal cut in the seed coat, and to expose the embryo to the staining solution (0.5% chloride 2,3,5 triphenyl-2H tetrazolio) during 24 h in Petri jars, which were placed in brown paper bags to limit exposure to light (Hartmann and Kester, 1982). Each seed was sectioned and the embryos were observed with a LEICA ZOOM 2000 stereoscopic microscope, registering the number of stained embryos. With the JMP (SAS, 1995) statistical package, a variance analysis was applied in a completely random design (Montgomery, 1976) to the number of viable seeds among the sites of the same cohort and among cohorts, to determine whether the disturbance conditions of the sites, and a long period of storage, affect viability.

se aplicó un análisis de varianza en un diseño completamente aleatorizado (Montgomery, 1976) al número de semillas viables entre sitios de la misma cohorte y entre cohortes, para determinar si las condiciones de perturbación de los sitios, y un periodo largo de almacenamiento, afectan la viabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Germinación de las semillas

Las semillas procedentes de Vaquerías presentaron el mayor porcentaje de germinación y el más bajo correspondió a Moctezuma y Amealco (Figura 1), lo cual indica que la capacidad germinativa no se ve afectada por las condiciones de perturbación de los sitios de recolección.

Con temperatura constante la semilla de los tres sitios presentó mayor porcentaje de germinación en el tratamiento de luz total, mientras que los espectros de luz azul y roja prácticamente no afectaron el patrón de germinación (Figura 1a). La temperatura fluctuante promovió la germinación en el tratamiento de oscuridad y la interfirió en la luz total, pero no hubo un efecto significativo de los tratamientos de luz (Figura 1b).

Los análisis de varianza del índice y velocidad de germinación muestran diferencias significativas para la variable luz ($p \leq .0001$) y sitio ($p \leq .0001$). Por tanto, la temperatura no es un factor que afecte la capacidad germinativa de las semillas (Cuadro 1).

El análisis de varianza de la velocidad de germinación mostró diferencias significativas en el tratamiento de oscuridad (primer día de germinación $p=0.035$, último día de germinación $p=0.026$). Esto sugiere que, en

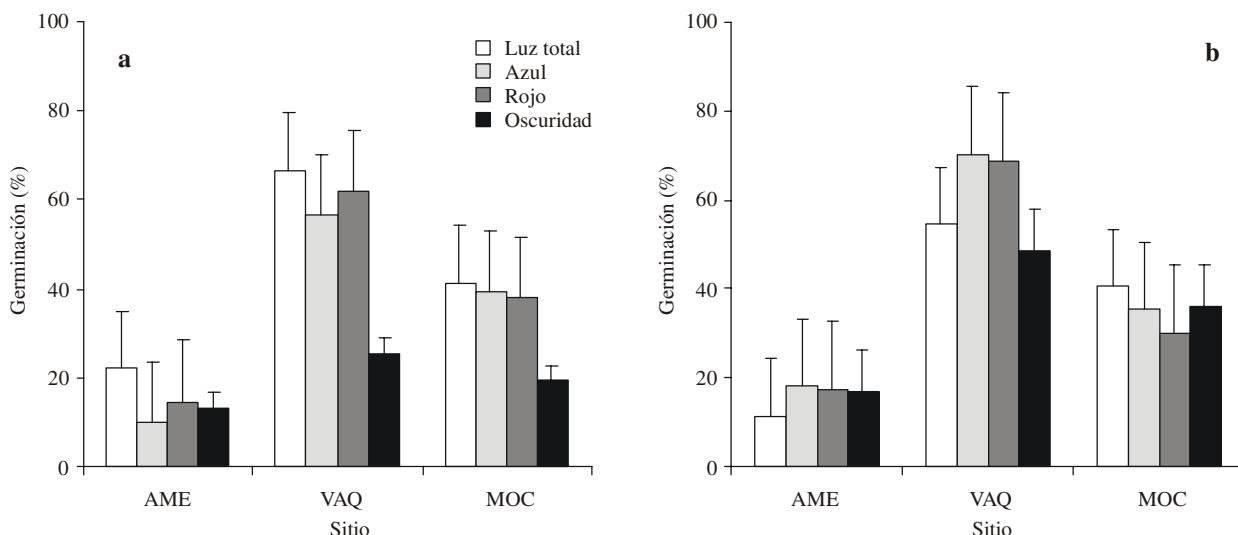


Figura 1. Porcentaje de germinación final de semillas de *Taxodium mucronatum* en cuatro tratamientos de luz y dos temperaturas: a) constante (22 °C); b) fluctuante (10-25 °C). AME = Amealco; VAQ = Vaquerías; MOC = Moctezuma.

Figure 1. Percentage of final germination of *Taxodium mucronatum* seeds in four treatments of light and two temperatures: a) constant (22 °C); b) fluctuating (10-25 °C). AME = Amealco; VAQ = Vaquerías; MOC = Moctezuma.

RESULTS AND DISCUSSION

Germination of the seeds

The seeds from Vaquerías presented the highest percentage of germination, and the lowest corresponded to Moctezuma and Amealco (Figure 1), which indicates that the germinative capacity is not affected by the disturbance conditions of the collection sites.

At constant temperature, the seed of the three sites presented the highest percentage of germination in the total light treatment, whereas the blue and red light spectrums had practically no effect on the germination pattern (Figure 1a). The fluctuating temperature promoted germination in the darkness treatment, and interfered with germination in total light, but there was no significant effect in the light treatments (Figure 1b).

The variance analysis of index and velocity of germination show significant differences for the variables light ($p \leq .0001$) and site ($p \leq .0001$). Therefore, temperature is not a factor which affects the germinative capacity of the seeds (Table 1).

The variance analysis of germination velocity showed significant differences in the darkness treatment (first day of germination $p=0.035$, last day of germination $p=0.026$). This suggests that, in conditions of no light, the changes in temperature determine the germination response (Table 2).

Generally, the germination velocity increases directly with the temperature, responding to seasonal and daily fluctuations (Taylor *et al.*, 1999). The optimal value in

condiciones de ausencia de luz, los cambios en la temperatura determinan la respuesta de germinación (Cuadro 2).

Generalmente la velocidad de germinación aumenta en forma directa con la temperatura, respondiendo a fluctuaciones estacionales y cotidianas (Taylor *et al.*, 1999). El valor óptimo en la condición alternante para la germinación en la mayoría de las semillas varía de 20 a 35 °C, y difiere entre poblaciones de una misma especie y entre árboles de un mismo rodal (Patiño *et al.*, 1983). En el presente experimento las temperaturas no fueron determinantes en la respuesta germinativa con luz total, luz azul y luz roja, sugiriendo que *T. mucronatum* responde, en condiciones naturales, a la humedad, luz y otros factores ambientales para su germinación. Sin embargo, en oscuridad total las semillas logran germinar en respuesta a cambios de temperatura.

Las semillas que responden a un estímulo luminoso se denominan fotoblásticas y hay varias reacciones a la luz. En este caso, las semillas germinan con estímulos luminosos y cierta porción lo hace en la oscuridad (Patiño *et al.*, 1983). *T. mucronatum* necesita luz directa para germinar sin importar la calidad o el espectro; sin embargo, es tolerante a la sombra, como lo es *Taxodium distichum*, donde la semilla logra germinar y las plántulas inician su desarrollo en áreas muy sombreadas y a partir del segundo año necesitan mayor intensidad de luz (Demaree, 1932). El valor mínimo de luz para estimular la germinación varía para cada especie. En condiciones naturales la calidad de luz que recibe la semilla depende de la hora del día, época del año, condición meteorológica, cobertura de hojarasca y características de transmisión de la vegetación del sitio (Patiño *et al.*, 1983). Según Taylor *et al.* (1999), la humedad, textura y salinidad del suelo son importantes en el establecimiento y

Cuadro 2. Análisis de varianza de la velocidad de germinación de semillas de *Taxodium mucronatum* de cuatro tratamientos de luz respecto a temperatura. Primer y último día de germinación.

Table 2. Variance analysis of the germination velocity of *Taxodium mucronatum* seeds of four treatments of light with respect to temperature. First and last day of germination.

Tratamiento	F	p
Día 5 después de siembra		
Luz	3.776	0.069
Azul	0.014	0.904
Rojo	0.215	0.648
Oscuridad	5.254	0.035
Día 16 después de siembra		
Luz	0.687	0.419
Azul	0.285	0.600
Rojo	0.001	0.967
Oscuridad	5.990	0.026

Cuadro 1. Análisis de varianza del índice y velocidad de germinación de semillas de *Taxodium mucronatum*.

Table 1. Variance analysis of the index and velocity of seed germination of *Taxodium mucronatum*.

Variable	F	p
Índice de germinación		
Luz	11.985	<0.0001
Sitio	149.661	<0.0001
Temperatura	0.037	0.847
Luz/Sitio	5.194	<0.0001
Velocidad de germinación		
Luz	12.793	<0.0001
Sitio	141.194	<0.0001
Temperatura	0.029	0.863
Luz/Sitio	5.572	<0.0001

the alternating condition for germination in the majority of the seeds varies from 20 to 35 °C, and differs among populations of a same species and among trees of a same area (Patiño *et al.*, 1983). In the present experiment, the temperatures were not determinant in the germinative response in total light, blue light and red light, suggesting that *T. mucronatum* responds, in natural conditions, to moisture, light and other environmental factors for its germination. However, in total darkness, the seeds are capable of germinating in response to the changes in temperature.

The seeds which respond to a light stimulus are denominated photoblastic, and there are various reactions to light. In this case, the seeds germinate with light stimuli, and a certain portion germinates in darkness (Patiño *et al.*, 1983). *T. mucronatum* needs direct light to germinate regardless of the light quality or spectrum; however, it is shade tolerant, as is *Taxodium distichum*, where the seeds are able to germinate and the seedlings begin to develop in very shaded areas, and from the second year on, require greater light intensity (Demaree, 1932). The minimum light value for stimulating germination varies for each species. Under natural conditions, the quality of light received by the seed depends on the hour of the day, time of year, meteorological condition, cover of fallen leaves and transmission characteristics of the vegetation of the site (Patiño *et al.*, 1983). According to Taylor *et al.* (1999), the moisture, texture and salinity of the soil are important in the establishment and survival of *Populus fremontii* in a gallery forest.

Viability analysis

The viability of the seeds of the 2002 cohort was 56% for Panales and 57.3% for Vaquerías; however, the seed stored in refrigeration during 21 months (cohort 2000)

sobrevivencia de *Populus fremontii* en un bosque de galería.

Análisis de la viabilidad

La viabilidad de las semillas de la cohorte 2002 fue 56% para Panales y 57.3% para Vaquerías; sin embargo, la semilla almacenada en refrigeración durante 21 meses (cohorte 2000) tuvo una viabilidad de 16% en Panales y 30% en Vaquerías. Sólo se observaron diferencias significativas entre los sitios con semilla de la cohorte 2000 ($p=0.003$). Por tanto, las condiciones de perturbación de Vaquerías y Panales no interfieren en la viabilidad de las semillas a corto plazo. Se encontraron diferencias significativas entre las cohortes del sitio Panales ($p=0.0002$) y del sitio Vaquerías ($p=0.006$), lo cual sugiere que el periodo de almacenamiento provocó una disminución en la viabilidad de las semillas.

De acuerdo con Stanley y Butler (1961), el envejecimiento es un factor que generalmente disminuye la viabilidad en las semillas; en ocasiones, el cambio de estación de mayor precipitación a periodos de estiaje también afecta la viabilidad. *T. mucronatum* produce conos de febrero a marzo, los cuales maduran entre agosto y septiembre (Martínez, 1963). La producción de semillas coincide con la temporada de lluvias en el Estado de Querétaro, que va de mayo-junio hasta octubre (Zamudio *et al.*, 1992). Por tanto, la viabilidad de la semilla se mantiene elevada durante periodos cortos; la viabilidad de semillas de *T. mucronatum* no rebasa los tres meses (González, 2002)².

De acuerdo con Nokes (1986), las semillas de *T. distichum* no presentan un periodo de latencia aun si se mantienen a temperaturas bajas. Por tanto, las condiciones de almacenamiento en refrigeración indican que las semillas de *T. mucronatum* posiblemente no presentan un periodo de latencia.

CONCLUSIONES

La viabilidad de las semillas de *T. mucronatum* se reduce drásticamente después de dos años de almacenamiento. Además, la condición de almacenamiento en refrigeración no permitió extender o inducir un periodo de letargo, lo cual indica que probablemente estas semillas no tienen latencia.

La condición de perturbación de los sitios de recolección no afectó la viabilidad de las semillas a corto plazo ni su germinación final. Por tanto, las características de sitio como tipo de cauce, control del agua, pastoreo, actividades de recreación, contaminación, condiciones del suelo, aparentemente no afectan la calidad de la semilla.

had a viability of 16% in Panales and 30% in Vaquerías. Significant differences were observed only among the sites with seeds of the 2000 cohort ($p=0.003$). Therefore, the disturbance conditions of Vaquerías and Panales did not interfere with short term viability of the seeds. Significant differences were found among the cohorts of the Panales ($p=0.0002$) and Vaquerías sites ($p=0.006$), which suggests that the storage period provoked a reduction in seed viability.

According to Stanley and Butler (1961), aging is a factor which generally reduces seed viability; occasionally, the change of season from greater precipitation to periods of dryness also affects viability. *T. mucronatum* produces cones from February to March, which mature between August and September (Martínez, 1963). The production of seeds coincides with the rainy season in the State of Querétaro, which is from May-June to October (Zamudio *et al.*, 1992). Therefore, seed viability is maintained high during short periods; the viability of *T. mucronatum* seeds is no more than three months (González, 2002)².

According to Nokes (1986), the seeds of *T. distichum* do not present a period of latency, even if they are maintained at low temperatures. Therefore, the conditions of storage in refrigeration indicate that it is possible that the seeds of *T. mucronatum* do not present a latency period.

CONCLUSIONS

The viability of the *T. mucronatum* seeds was drastically reduced after two years of storage. Furthermore, the condition of storage in refrigeration did not allow an extension of viability, or induce a period of dormancy, which indicates that these seeds probably do not have latency.

The condition of disturbance of the collection sites did not affect short term seed viability, nor final germination. Therefore, the site characteristics such as type of water flow, water control, grazing, recreational activities, pollution, and soil conditions apparently do not affect seed quality.

Although there is no clear pattern of germination with respect to different light spectrums, it can be said that *T. mucronatum* needs direct light to germinate. However, it is shade tolerant, given that some seeds were capable of germinating in conditions of darkness in response to the variations in temperature. The index and velocity of seed germination are affected by the quality of light.

—End of the English version—



² González, S. 2002. Análisis del potencial hídrico estacional de *Taxodium mucronatum* (Ten.). Tesis profesional. Universidad Autónoma de Querétaro, México. 46 p.

Aunque no existe un patrón claro de germinación con diferentes espectros de luz, se puede mencionar que *T. mucronatum* necesita luz directa para germinar. Sin embargo, es tolerante a la sombra, ya que algunas semillas lograron germinar en condiciones de oscuridad en respuesta a las variaciones de temperatura. El índice y velocidad de germinación de las semillas son afectados por la calidad de la luz.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por la International Foundation for Science (IFS). Proyecto D-2816-2F.

LITERATURA CITADA

- Barbour, M. G., J. H. Burk, W. D. Pitts, F. S. Gillian, and M. W. Schwartz. 1999. Allocation and life history patterns. In: Terrestrial Plant Ecology. Third Edition. Benjamin Cummings. An Imprint of Adison Wesley Longman, Inc. pp: 88-116.
- Carranza G., E. 1992. Familia Taxodiaceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo 4. Instituto de Ecología A. C. Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. 7 p.
- Demaree, D. 1932. Submerging experiments with *Taxodium*. Ecology 13: 258-262.
- González-Zertuche, L., y A. Orozco-Segovia. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda Brachystachya*. Bol. Soc. Bot. México 58: 15-30.
- Hartmann, H. T., y D. E. Kester. 1982. Propagación de Plantas y Principios Básicos. 3^a ed. CECSA. México, D. F. 814 p.
- Kozlowski, T. T., and S. G. Pallardy. 1997. Environmental regulation of reproductive growth. In: Growth Control in Woody Plants. Academic Press. USA. pp: 323-351.
- Kurtz, E. B. Jr., and R. S. Mellor. 1966. Growth and Development. In: Plant Physiology. Laboratory Exercises. Exerc. XIV. Burgess Publishing. pp: 65-67.
- Liang, S. Y., and S. W. Seagle. 2002. Browsing and microhabitat effects on riparian forest woody seedling demography. Ecology 83: 212-227.
- Martínez, M. 1963. Las Pináceas Mexicanas. 3^a Ed. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp: 147-192.
- Montgomery, D. C. 1976. Design and Analysis of Experiments. John Wiley and Sons. USA. 418 p.
- Naiman, R. J., H. Décamps, and M. Pollock. 1993. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. Ecological Applications 3: 209-212.
- Nokes, J. 1986. How to grow native plants of Texas and the Southwest. Texas Monthly Press. Austin, Texas. pp: 338-339.
- Patiño, V. F., P. de la Garza, Y. Villagomez A., I. Talavera A., y F. Camacho M. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Subsecretaría Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Divulgativo no. 63. México, D. F. 180 p.
- Patten, D. T. 1998. Riparian ecosystems of Semi-Arid North America: diversity and human impacts. Wetlands 18: 498-512.
- SAS Institute Inc., 1995. Statistics and Graphics Guide JMP. Statistical discovery software. Cary N.C.
- South, D. B., J. N. Boyer, and L. Bosh. 1985. Survival and growth of loblolly pine as influenced by seedling grade: 13 year results. South. J. Appl. For. 9:76-81.
- Stanley, R. G., and W. L. Butler. 1961. Life Process of the Living Seed. In: Seeds. The Yearbook of the Agriculture. United States Department of Agriculture. United States Government Printing Office. Washington, D. C. pp: 88-94.
- Taylor, J. P., D. B. Wester, and L. M. Smith. 1999. Soil disturbance, flood management, and riparian woody plant establishment in the Rio Grande floodplain. Wetlands 19: 372-382.
- Venable, D. L., and C. E. Pake. 1999. Population ecology of desert plants. In: Ecology of Desert Plants. Robichaux R. H. (ed). The University of Arizona Press. pp: 115-142.
- Zamudio, S., J. Rzedowski, E. Carranza G., y G. Calderón. 1992. La vegetación en el Estado de Querétaro. CONCYTEQ-Inst. de Ecología A. C. Centro Regional del Bajío. Gobierno del Estado de Querétaro. pp: 8-9.