



ARTÍCULO / ARTICLE

GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth

GERMINATION OF *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth SEEDS

Areli Madai Guzmán Pozos¹, Efraín Cruz Cruz¹ y Cesia Anaïd Miranda Cordova²

RESUMEN

Byrsonima crassifolia (nanche) es una especie con valor comercial de la que se aprovecha el fruto en fresco, principalmente. Sus poblaciones naturales se han reducido de tal manera que solo quedan manchones o individuos aislados. El restablecimiento de este taxón en los ecosistemas requiere de la realización de estudios sobre la germinación de la semilla, debido a la presencia de latencia física proporcionada por un endocarpio grueso e impermeable que dificulta la germinación. El objetivo del trabajo fue evaluar tratamientos pregerminativos que permitan romper la latencia del endocarpio y lograr un alto y más uniforme porcentaje de germinación. Se aplicaron cuatro tratamientos y un testigo, los cuales fueron: 1) Testigo; 2) H_2SO_4 2 h + AG_3 500 ppm 2 h; 3) H_2SO_4 2 h + AG_3 1 000 ppm 2 h; 4) H_2SO_4 1 h + AG_3 500 ppm 2 h; y 5) H_2SO_4 1 h + AG_3 1 000 ppm 2 h. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ($\alpha \leq 0.01$), en las que el mejor resultado se alcanzó con la aplicación de H_2SO_4 2 h + AG_3 1 000 ppm, 2 h; con un porcentaje de germinación de 51.2 ± 4.7 . Se concluyó que el nanche presenta latencia física y es posible romperla con la escarificación de la semilla.

Palabras clave: *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, endocarpio, escarificación, germinación, latencia física, nanche.

ABSTRACT

Byrsonima crassifolia ("nanche") is a species with commercial value of which, mainly, its fresh fruit is used. Its natural populations have been reduced in such a way that at present there are only patches or isolated individuals. Resetting of this taxon into ecosystem requires studies on seed germination, due to the presence of physical dormancy provided by a thick and impermeable endocarp that makes germination difficult. The aim of the study was to evaluate treatments to break pregerminative dormancy of the endocarp and achieve a higher and a more uniform germination percentage. Four treatments and a control were tested, which were: 1) Control; 2) H_2SO_4 2 h + GA_3 500 ppm 2 h; 3) H_2SO_4 2 h + GA_3 1 000 ppm 2 h; 4) H_2SO_4 1 h + GA_3 500 ppm 2 h; y 5) H_2SO_4 1 h + GA_3 1 000 ppm 2 h. The experiment was established in a completely randomized design with four replicates per treatment. Highly significant differences among treatments ($\alpha \leq 0.01$) were found in which the best result was achieved with the application of H_2SO_4 2 h + GA_3 1 000 ppm, 2 h with a germination per cent of 51.2 ± 4.7 . It was concluded that nanche has physical dormancy and that it might be broken with scarification of the seed.

Key words: *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, endocarp, scarification, germination, physical dormancy, "nanche".

Fecha de recepción/date of receipt: 11 de junio de 2013; Fecha de aceptación/date of acceptance: 25 de agosto de 2013.

¹ Campo Experimental Zacatepec. CIR-Pacífico Sur. INIFAP. Correo-e: cruzefrain@inifap.gob.mx

² Facultad de Biología, Unidad Zaragoza-UNAM

INTRODUCCIÓN

El nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) es nativo del sur de México y Centro América y pertenece a la familia Malpigiaceae. Es un árbol pequeño y de crecimiento vertical; su fruto ha tenido gran aceptación en el mercado local y regional en los últimos años. La especie se desarrolla en diferentes ambientes: cálido, semicálido y templado, con una precipitación promedio de 800 a 1 200 mm anuales y altitudes de hasta 1 500 m (Gómez *et al.*, 2008).

El fruto es una drupa, con un endocarpio leñoso y fibroso (Pennington y Sarukhán, 2005) con una pulpa de color amarillo en su madurez, de fuerte aroma y un sabor agri dulce; semillas grandes aceitosas y dicotiledóneas (Caballero *et al.*, 2012). Al nanche se le atribuyen diversos usos: ornamental, forrajero, combustible, maderable, medicinal, curtiente, colorante y apícola (Yáñez, 2004; Caballero *et al.*, 2012).

B. crassifolia tiene una amplia distribución y se le localiza, por ejemplo, en suelos degradados con pendientes pronunciadas. Los productores de escasos recursos económicos recolectan el fruto y lo venden, dicha actividad es de temporada y su venta es local (Yáñez, 2004; Bayuelo-Jiménez *et al.*, 2006). La recolecta de los frutos se dificulta en ocasiones, porque no todos los años producen la misma cantidad de frutos y la maduración ocurre de forma asincrónica (Meyer y Pendleton, 2000). Por otra parte, constituyen un valioso recurso genético para programas de reforestación.

Sobre la especie se han hecho estudios con polinizadores (Rego *et al.*, 2006), en fertilización (Yáñez, 2004), caracterización morfológica de frutos y semillas (Martínez-Moreno *et al.*, 2006), en el desarrollo de la especie (Ataroff, 1977) y se le ha probado para el control de la diabetes (Pérez-Gutiérrez *et al.*, 2010).

A partir del valor comercial del nanche existe interés en restablecer sus poblaciones naturales y en sembrar huertos frutícolas con materiales nativos, en algunas áreas del trópico seco. En estas, el mercado demanda el fruto por su aroma, color y tamaño. Sin embargo, para promover la multiplicación de la planta, se tiene como limitante semillas con bajos o nulos porcentajes de germinación, principalmente, por la dureza del endocarpio (Donoso y Escobar, 1985); además, su extracción se dificulta al tratar de no causarle daños; por ello, la siembra se hace directamente con el endocarpio.

En relación con la germinación de la semilla de nanche, algunos trabajos de investigación se han realizado con materiales del trópico húmedo, pues de los provenientes del trópico seco, la información es muy limitada.

INTRODUCTION

The nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) is native to southern Mexico and Central America and belongs to the Malpigiaceae family. It is a small, upright growing tree, its fruit has been widely accepted in the local and regional markets in recent years. The species develops in different environments: of warm, semi-warm and temperate weather, with an average rainfall of 800-1 200 mm per year and at altitudes up to 1 500 m (Gómez *et al.*, 2008).

The fruit is a drupe, with a woody fibrous endocarp (Pennington and Sarukhan, 2005) with a yellow flesh when ripe, strong aroma and a sweet-sour flavor. Oily large and dicotyledonous seeds (Caballero *et al.*, 2012). Various uses have been attributed to nanche: ornamental, fodder, fuel, timber, medicinal, tanning, coloring and beekeeping (Yáñez, 2004; Caballero *et al.*, 2012).

B. crassifolia is widely distributed and is located, for example, in degraded soils with steep slopes. The low-income producers gather the fruit and sell it, the activity is seasonal and sale is local (Yáñez, 2004; Bayuelo-Jiménez *et al.*, 2006). The harvesting of fruits is sometimes difficult, because trees do not produce the same amount of fruits every year and ripening occurs asynchronously (Meyer and Pendleton, 2000). On the other hand, they are a valuable genetic resource for reforestation programs.

About the species, studies have been done with pollinators (Rego *et al.*, 2006), fertilization (Yáñez, 2004), morphometric characterization of fruits and seeds (Martínez-Moreno *et al.*, 2006), in the development of the species (Ataroff, 1977) and it was tested for diabetes (Pérez-Gutiérrez *et al.*, 2010).

Starting from the commercial value of nanche there is an interest to reestablish its natural populations and to plant fruit orchards in some areas of the dry tropic with native materials. In such areas, the market demands the fruit from its smell, color and size. However, to promote the multiplication of the plant, there is the limitation of seeds with low or non-existent germination per cents, mainly from the hardness of the endocarp (Donoso and Escobar, 1985); also, its extraction becomes difficult, as well, while trying not to cause it any harm; therefore, sowing is directly made with the endocarp.

In regard to the germination of the nanche seed, some research studies have been made with materials from the humid tropics

Regularly, nanche propagation is sexual and endocarp cover the dispersion unit; the water-proof consistency of such cover provokes some dormancy even when it is in optimal conditions of temperature and moisture. This characteristic favors a slow and irregular germination which makes it difficult for the emergence of seedlings. The endocarp dormancy is mainly due to their mechanical resistance to expansion of the embryo (Varela

Su propagación, por lo general, es sexual y el endocarpio reabre a la unidad de dispersión; la consistencia impermeable de dicha cubierta ejerce cierta latencia aun cuando se localice en condiciones óptimas de temperatura y humedad. Esta característica propicia una germinación lenta e irregular, lo que dificulta la emergencia de las plántulas. La latencia de los endocarpios se debe, principalmente, a su resistencia mecánica hacia la expansión del embrión (Varela y Arana, 2011). De acuerdo con los resultados obtenidos por Jaimes (2009), las componentes morfológicas del endocarpio que contiene la semilla están relacionados con la dificultad para germinar de manera natural; además, el autor menciona que la especie cuando se desarrolla en ambientes del trópico seco donde las temperaturas son altas y la humedad relativa es baja, la latencia causada por el endocarpio representa mayor dificultad por su grosor y dureza. Así, los reducidos porcentajes de germinación aparentemente están determinados por la baja proporción relativa de semilla viable y latencia física (Bonfil-Sanders *et al.*, 2008). En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar tratamientos pregerminativos que rompan la latencia del endocarpio y lograr un alto porcentaje de germinación y que esta sea más uniforme.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Los frutos maduros se recolectaron en una población natural de *Byrsonima crassifolia* ubicada en los terrenos de la comunidad de Xicatlacotla, municipio Tlaquiltenango, Morelos. El área está situada a 18°28'58.75" N y 99°13'24.44" O, y 1 404 m de altitud. El material procedió de 27 árboles, se depositó en bolsas de papel kraft, las cuales se etiquetaron con el número de árbol y procedencia. Los indicadores de cosecha del fruto fueron el color amarillo y su fácil desprendimiento de las ramas. Las muestras se transportaron al laboratorio de semillas del Campo Experimental Zacatepec del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Cada fruto se despulpó para eliminar el exocarpio y el mesocarpio, el endocarpio se dejó limpio.

Análisis de semillas

En el laboratorio se determinó el contenido de humedad con cuatro muestras de 25 endocarpios, como unidad experimental; se pesaron en una báscula digital AND® HF-2000 y se depositaron en charolas metálicas dentro de una estufa SANYO® Mov-212F a 80°C, por 72 h, hasta obtener un peso constante. La imbibición se determinó con el mismo número de repeticiones y tamaño de la unidad experimental. Las muestras se pesaron en una báscula digital AND® HF-2000 y se colocaron en cajas Petri con papel absorbente húmedo. Los registros se hicieron cada 24 h, hasta alcanzar el peso constante. Con los valores

and Arana, 2011). According to the results of Jaimes (2009), the morphological elements of the endocarp that holds the seeds is related to the difficulty to germinate in a natural way; in addition, the author mentions that when the species develops in dry tropical environments where temperatures are high and the relative humidity is low, the dormancy provoked by the endocarp means a more intense limitation from its thickness and hardness. In this way, the small percentages of germination apparently are determined by the low relative proportion of viable seed and physical dormancy (Bonfil-Sanders *et al.*, 2008). Thus, the purpose of this study was to assess pre-germination treatments that may favor to break the dormancy of the endocarp and to accomplish a high germination percentage and a more regular germination.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The ripe fruits were collected in a natural population of *nanche* located in the lands of Xicatlacotla, Tlaquiltenango municipality, Morelos state. The area is located between 18°28'58.75" N and 99°13'24.44" W and at an altitude of 1 404 m. This product came from 27 trees; it was put into kraft paper bags, which were labeled with the number of the tree and provenance. The yellow color and its easy release from the branches. Samples were taken to the seed laboratory of Zacatepec Experimental Station (Campo Experimental Zacatepec) of the National Institute of Research on Forestry, Agriculture and Livestock (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP). Pulp was taken from the fruit in order to remove the exocarp and the mesocarp; the endocarp was left clean to perform the seed analysis.

Seed analysis

At the laboratory the moisture content was determined with four samples of 25 endocarps, as the experimental unit; they were weighed in a digital balance AND® HF-2000 and they were placed on metallic trays in order to put them in the kiln® Mov-212F a 80°C. Imbibition was determined with the same number of replications and size of the experimental units. The samples were weighed in a digital balance AND® HF-2000 and were placed in Petri boxes with moist absorbent paper. Records were made every 24 h until a constant weight was accomplished. With the resulting values, the number of endocarps per kilogram were determined. Additionally, samples at random were taken from 70 fruits and endocarps per tree in order to register the length and width by an electronic Mitutoyo™ CD-20C caliper.



obtenidos se estimó el número de endocarpios por kilogramo. De manera adicional, se tomaron muestras aleatorias de 70 frutos y endocarpios por árbol para registrar el largo y ancho mediante un vernier electrónico Mitutoyo® CD-20C.

Tratamientos pregerminativos

Los tratamientos pregerminativos evaluados fueron los siguientes: 1) Testigo; 2) H_2SO_4 2 h + AG_3 500 ppm 2 h; 3) H_2SO_4 2 h + AG_3 1 000 ppm 2 h; 4) H_2SO_4 1 h + AG_3 500 ppm 2 h; y 5) H_2SO_4 1 h + AG_3 1 000 ppm 2 h. Cada uno de ellos se estableció con cuatro repeticiones y 50 endocarpios por repetición. Después del tratamiento del H_2SO_4 , los endocarpios se lavaron repetidamente con agua y posteriormente se sumergieron en AG_3 , de acuerdo al tiempo y concentración correspondiente. La siembra se hizo en charolas de poliestireno a 1.5 cm de profundidad y como sustrato se utilizó la mezcla Sunchine Mix® No.3: combinación uniforme de musgo, Sphagnum Canadiense y vermiculita. Los riegos se aplicaron cada tercer día o dependiendo de la humedad disponible. La evaluación se llevó a cabo en un periodo de 60 días; y se registró como semilla germinada cuando la plántula emergió y expuso sus hojas cotiledonales (Camacho, 1994).

Diseño experimental y análisis de los datos

El experimento se estableció en un diseño completamente al azar y los datos se transformaron en arcoseno.

El análisis se hizo con el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_{ij} + e_{ij}$$

Donde:

μ = Media general

T_j = Efecto atribuido al j -ésimo tratamiento

e = Error aleatorio

La comparación de medias se efectuó con la prueba de Tukey (≤ 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de semillas

El contenido de humedad de los endocarpios de nanche, en el momento de cosecha, fue de 16.06 ± 0.42 %; estos incrementaron su peso en 6.89 ± 1.05 % y su número por kilogramo se estimó en $4\,449 \pm 114$. El diámetro de los frutos, en promedio, fue de 1.6 ± 0.10 cm y la longitud de 1.4 ± 0.11 cm. La viabilidad de las semillas se registró en 66.5 % y semillas vanas, 17.5 %. Potencialmente, el fruto puede producir hasta tres semillas, ya que se registró 53.5 % con dos lóculos y 23 % con tres lóculos.

Pregermination treatments

The pregermination treatments that were assessed were the following: 1) Control; 2) H_2SO_4 2 h + GA_3 500 ppm 2 h; 3) H_2SO_4 2 h + GA_3 1 000 ppm 2 h; 4) H_2SO_4 1 h + GA_3 500 ppm 2 h; and 5) H_2SO_4 1 h + GA_3 1 000 ppm 2 h. Each one of them was established with four replications and 50 endocarps by replication. After the H_2SO_4 treatment, the endocarps were repeatedly washed with water and were later immersed into GA_3 , according to the corresponding time and concentration. Sowing was made in polystyrene trays at 1.5 cm deep and as substrate, the mix of No.3 Sunshine Mix™, the Canadian Sphagnum uniform moss combination and vermiculite. Water was supplied every three days or according to the available humidity. The assessment was carried out in a 60 day period and was recorded as germinated seed when the seedling emerged and exposed its cotyledon leaves (Camacho, 1994).

Experimental design and data analysis

The experiment was established in a completely randomized design and the data were transformed into arcsine.

The analysis was made with the following model:

$$Y_{ij} = \mu + T_{ij} + e_{ij}$$

Where:

μ = General mean

T_j = Effect attributed to the j -th treatment

e = Randomized error

The comparison of means was made by the Tukey (≤ 0.05) test.

RESULTS AND DISCUSIÓN

Seed analysis

Humidity content of the *nanche* endocarps at the time of harvest, was of 16.06 ± 0.42 %; they increased their weight in 6.89 ± 1.05 % and their number per kilogram was calculate as $4\,449 \pm 114$. In average, the diameter of the fruits was 1.6 ± 0.10 cm and their length, 1.4 ± 0.11 cm. 66.5 % of the seeds were viable and 17.5 %, vane. Potentially, the fruit may produce up to three seeds, since it recorded 53.5 % with two *loculi* and 23 % with three *loculi*.

According to the results, the moisture percentage of the endocarps at the time of harvest was high, which limits their storage and affects their later germination. In orthodox seeds, such as *nanche*, storage times are longer when moisture percentages are <10 % at 4 °C; therefore, they must be put into cases hermetically closed (Jara, 1996). In order to have enough seed for the massive multiplication of the species it is important to take into account the relatively low viability percentages, the number

De acuerdo con los resultados, el porcentaje de humedad de los endocarpios en el momento de cosecha fue alto, lo cual limita su almacenamiento y afecta la germinación posterior. En las semillas ortodoxas, como es el caso del *nanche*, los tiempos de almacenamiento son mayores cuando los porcentajes de humedad corresponden a $< 10\%$ y la temperatura a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, por lo tanto hay que colocarlas en recipientes herméticamente cerrados (Jara, 1996). A fin de contar con suficiente semilla para la multiplicación masiva de la especie es importante considerar los porcentajes de viabilidad relativamente bajos, el número de endocarpios por kilogramo, la maduración asincrónica de los frutos (Meyer and Pendleton, 2000) y su producción en el año de recolecta.

Germinación

El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas ($P<0.0001$) entre tratamientos. De acuerdo con la prueba de medias, el mejor resultado se obtuvo con la aplicación de H_2SO_4 2 h + AG_3 1 000 ppm 2 h; en cambio, el testigo alcanzó el porcentaje más bajo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos pregerminativos evaluados y su comparación de medias.

Table 1. Assessed pregermination treatments and their mean comparison

Tratamientos	Medias
Testigo	3.0 ± 1.5^d
H_2SO_4 2 h + AG_3 500 ppm 2 h	43.3 ± 3.6^{ab}
H_2SO_4 2 h + AG_3 1 000 ppm 2 h	51.2 ± 4.7^a
H_2SO_4 1 h + AG_3 500 ppm 2 h	14.7 ± 2.8^c
H_2SO_4 1 h + AG_3 1 000 ppm 2 h	23.2 ± 1.4^{bc}

*Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey ≤ 0.05 .

*Means followed by the same letter do not differ significantly, Tukey ≤ 0.05 .

El mayor obstáculo para la germinación de la semilla de *nanche* es el endocarpio, pero es posible romperlo con los tratamientos pregerminativos. La adición de ácido sulfúrico permitió incrementarla y acelerarla en 10 días. Con base en los resultados, en el mejor tratamiento la germinación inició a los 12 días y finalizó a los 33. Después de ese tiempo el incremento fue mínimo (Figura 1).

En otros estudios, con la eliminación del endocarpio se obtienen mejores porcentajes de germinación (32 a 75 %), que cuando se deja con el endocarpio (16.7 %), aun con la aplicación de ácido sulfúrico por 30 minutos; sin embargo, la extracción de las semillas se dificulta y se dañan, por la consistencia del endocarpio y se presenta infestación por hongos (Jaimes, 2009). Si el tiempo de la escarificación química es excesivo, se afectan los porcentajes de germinación, por el daño que se ocasiona al

of endocarps per kilogram, the asynchronical ripening of the fruits (Meyer and Pendleton, 2000) and its production in the collection year.

Germination

The statistical analysis showed highly significant differences among treatments ($P<0.0001$). According to the means test, the best germination results came from applying H_2SO_4 2 h + AG_3 1 000 ppm 2 h; in contrast, control reached the lowest per cent (Table 1).

The greatest obstacle for the germination of *nanche* seed is the endocarp and it is possible to break it with pregermination. The addition of sulphuric acid let it to increase it and accelerate it in 10 days. Based upon these results, the best treatment of germination started at day 12 and ended at 33. After this period, increment was minimal (Figure 1).

In other studies, with the removal of the endocarp better germination percentages are obtained (32 to 75 %) than when the endocarp is left (16.7 %), even with the application of sulphuric acid for 30 minutes; however, seed extraction becomes difficult and they are harmed, from the consistency of the endocarp and fungus infestation appears (Jaimes, 2009). If the chemical scarification time is excessive, germination percentages are affected from the damage to the embryo. The endocarp resistance is related to the development environment of the plant. In the dry tropic; the wild *nanche* fruit has a greater thickness than the endocarp (1.5 mm), which is considered very hard compared to the semi-cultivated *nanche* that comes from the humid tropic (Jaimes, 2009).

In *B. crassifolia* seeds of the humid tropic, Chan-Quijano *et al.* (2012) observed that the chemical scarification with sulphuric acid for 3 min, plus soaking in water for 24 h, there was a germination of 60%, and they state that the acid favored the break-up of the external structure of the seed, and that water helped to hydrate the embryo. These data are contrasting to those here documented, as the exposure times to sulphuric acid were longer: at greater exposure time, greater germination.

The dormancy that was registered is related to the persistency and adaptation process of some species (Keeley, 1991); thus, seeds keep their viability during long periods, even if the temperature and humidity conditions are favorable, in such a way that not all of them germinate at the same time. In this way, seedlings avoid the risk of dying from drought, and the species becomes at risk as it happens with *Conocarpus erectus* L. (Serrada, 2000).

In the case of the dry tropic, ecosystem where the collection site of the assessed seed is, the superficial and rocky soils, high temperatures, scarce rainfall and long-lasting dry season (up to 8 months) influence the development of the dormancy of the *nanche*

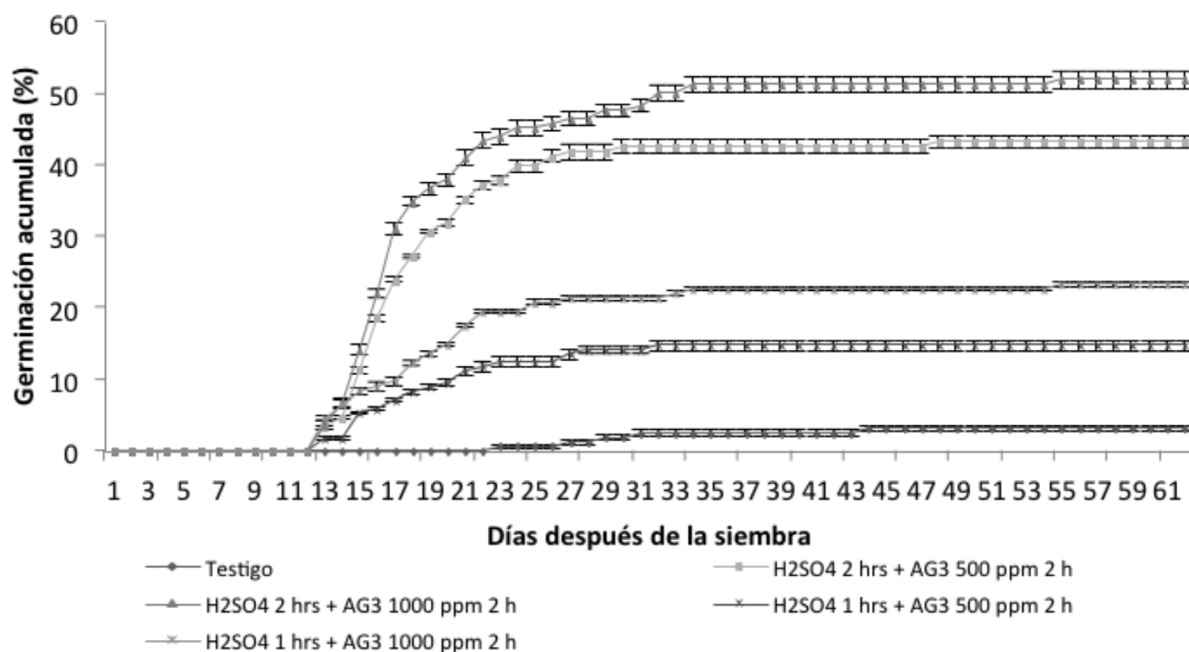


Figura 1. Germinación acumulada de semillas de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth en condiciones de vivero.
Figure 1. Cumulative germination of *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth seeds in the nursery.

embrión. La resistencia del endocarpio está relacionada con el ambiente de desarrollo de la planta. En el trópico seco, el fruto silvestre de *Byrsonima crassifolia* tiene un mayor espesor del endocarpio (1.5 mm), el cual se considera como muy duro en comparación con los del nanche semicultivado provenientes del trópico húmedo (Jaimes, 2009).

En semillas de *B. crassifolia* del trópico húmedo, Chan-Quijano et al. (2012) observaron que la escarificación química con ácido sulfúrico por 3 min, más remojo en agua durante 24 h, se registra 60 % de germinación, y señalaron que el ácido facilitó el rompimiento de la estructura externa de la semilla y el remojo ayudó a la hidratación del embrión; estos datos contrastan con los aquí documentados ya que los tiempos de exposición al ácido sulfúrico fueron mayores, y con más tiempo de aplicación, la germinación aumenta.

La latencia registrada se relaciona con los mecanismos de persistencia y adaptación de algunas especies (Keeley, 1991); así, las semillas retienen su viabilidad durante prolongados períodos, incluso si las condiciones de temperatura y humedad son favorables; de esta forma que no todas germinan al mismo tiempo, de esta forma se evita el riesgo de que las plántulas mueran por efectos de la sequía y se ponga en riesgo la permanencia de la especie, como ocurre en *Conocarpus erectus* L. (Serrada, 2000).

En el caso del trópico seco, ecosistema donde se ubica el sitio de colecta de la semilla evaluada, los suelos delgados y pedregosos, las temperaturas altas, la muy escasa

seed (Trejo, 1999). In addition to the ecological conditions in which the mother plants grow, the genetic elements of the species also help in the germination process (Jaimes, 2009). Assessments carried out by Stevens and Jorgensen (1994) make evident the different germination percentages of the assessed taxa and they associate it with the environment and adaptation of the individuals to a specific place.

Besides the former information, more detailed studies about *B. crassifolia* are necessary as it is a hermaphrodite, since there are other genetic factors that affect germination such as inbreeding, that has been found, for example, in *Bursera fagaroides* (HBK.) Engl., *B. grandifolia* (Schlecht.) Engl. and *B. bipinnata* (Sessé et Moc. ex DC.) Engl. (Bonfil-Sanders et al., 2008). Also, the germination ability of the seeds is attributed to the fixation of deleterious recessive genes and to the existence of some amount of male sterile trees or to its low number and to homocytotic recessive plants. (Andersson et al., 2008).

CONCLUSIONS

The endocarp of *Byrsonima crassifolia* is the major handicap for the germination of the seed, as it provides it physical dormancy that can be removed by chemical scarification, by immersion in sulphuric acid for two hours and in GA3 of two more. With this treatment, the germination per cent increased in 51%.



precipitación y la prolongada época seca (hasta ocho meses) influyen en el desarrollo de la latencia de la semilla de nanche (Trejo, 1999). Además de las condiciones ambientales en las que crecen las plantas madre, las características genéticas de la especie también contribuyen a la germinación (Jaimes, 2009). Evaluaciones realizadas por Stevens y Jorgensen (1994) evidenciaron diferentes porcentajes de germinación en los taxa evaluados y lo relacionaron con variables ambientales y adaptaciones de los individuos a un lugar específico.

Además de lo anterior, se requieren de estudios más detallados de *B. crassifolia* sobre la especie como hermafrodita, ya que existen otros factores genéticos que afectan la germinación, como la endogamia, que se ha observado, por ejemplo, en *Bursera fagaroides* (HBK.) Engl., *B. grandifolia* (Schlecht.) Engl. y *B. bipinnata* (Sessé et Moc. ex DC.) Engl. (Bonfil-Sanders et al., 2008). También, la capacidad germinativa que presentan las semillas se atribuye a la fijación de genes recesivos deletéreos y a la existencia de una proporción de árboles machos estériles o a su bajo número, y a la de plantas homocigóticas recesivas (Andersson et al., 2008).

CONCLUSIONES

El endocarpio en *Byrsonima crassifolia* es el principal obstáculo para la germinación de la semilla, pues le proporciona latencia física que puede ser removida con la escarificación química, mediante su inmersión en ácido sulfúrico por dos horas y la inmersión en AG3 por otras dos. Con este tratamiento el porcentaje de germinación se incrementa en 51%. 🌱

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Comisión Nacional Forestal por el financiamiento del proyecto "Multiplicación de especies de importancia económica de la selva baja caducifolia en Morelos", lo que permitió realizar el presente estudio.

REFERENCIAS

- Andersson, S., E. Mansby and H. C. Prentice. 2008. Paternal effects on seed germination: a barrier to the genetic assimilation of an endemic plant taxon? *Journal of Evolutionary Biology* 21: 1408-1417.
- Ataroff, M. 1977. Estudios ecológicos poblacionales en dos especies de árboles de las sabanas de los Llanos (Venezuela). In: *Memorias del IV Simposium Internacional de Ecología Tropical*. Tomo 1. Ciudad de Panamá, Panamá. pp. 199-218.
- Bayuelo-Jiménez, J. S., J. C. Lozano R. y I. E. Ochoa. 2006. Caracterización morfológica de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth nativa de Churumuco, Michoacán, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29: 31-36.
- Bonfil-Sanders, C., I. Cajero-Lázaro y R. Y. Evans. 2008. Germinación de semillas de seis especies de *Bursera* del centro de México. *Agrociencia* 42: 827-834.
- Caballero R., A., G. Vela, J. Pérez, R. Escobar y J. Ballinas. 2012. Uso de nanche, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, en gelatina artesanal para niños. *Etnobiología* 10: 50-55.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the National Forest Commission (Comisión Nacional Forestal) the funding of the project "Multiplication of the species with economic importance of the low deciduous forest in Morelos state" ("Multiplicación de especies de importancia económica de la selva baja caducifolia en Morelos") which made it possible to accomplish the actual study.

End of the English version



- Camacho M., F. 1994. Fisiología de la germinación. In: Martínez B., A. E. (ed.) *Semillas forestales*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, División Forestal. Publicación Especial No. 2. México, D. F. México. pp. 12-31.
- Chan-Quijano, J. G., S. Ochoa-Gaona, I. Pérez-Hernández, M. A. Gutiérrez-Aguirre y J. Saragos-Méndez. 2012. Germinación y sobrevivencia de especies arbóreas que crecen en suelos contaminados por hidrocarburos. *Teoría y Praxis* 12: 102-119.
- Donoso, C. y B. Escobar. 1985. Germinación de *Gomortega keule* (Mol.) Baillon. *Bosque* 6: 120-122.
- Gómez O., R. E., L. Hernández L. y R. Estebez J. F. 2008. Insectos asociados al nanche (*Byrsonima crassifolia* L.) en los municipios de la palma, Departamento de Chalatenango y Quezaltepeque, Departamento de la Libertad, Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador. San Salvador, República de El Salvador. 98 p.

- Jaimes A., C. 2009. Caracterización morfológica de fruto y semilla de nanche *Byrsonima crassifolia* (L) Kunth y su relación con la capacidad germinativa. Tesis de Maestría. Facultad de Recursos Genéticos y productividad fruticultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. México. 107 p.
- Jara N., L. F. 1996. Biología de semillas forestales. Danida Forest Seed Centre. San José, Costa Rica. 32 p.
- Keeley, J. E. 1991. Seed germination and life history syndromes in the California chaparral. *The Botanical Review* 57: 81-116.
- Martínez-Moreno, E., T. Corona-Torres, E. Avitia-García, A. M. Castillo-González, T. Terrazas-Salgado, y M. T. Colinas-León. 2006. Caracterización morfométrica de frutos y semillas de nanche (*Byrsonima crassifolia* (L) H. B. K.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12: 11-17.
- Meyer, S. E. and R. L. Pendleton. 2000. Genetic regulation of seed dormancy in *Purshia tridentate* (Rosaceae). *Annals of Botany* 85: 521-529.
- Pérez-Gutiérrez, R. M., A. Muñoz-Ramírez, G. Gómez Y. and B. Ramírez E. 2010. Antihyperglycemic, antihyperlipidemic and antiglycation effects of *Byrsonima crassifolia* fruit and seed in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Plant Foods Hum. Nutr.* 65(4):350-357.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. 3ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. México. 523 p.
- Rego, M. M. C., P. M. C. Albuquerque, M. C. Ramos y L. M. Carreira. 2006. Aspectos da Biología de Nidificação de *Centris flavifrons* (Fries) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos Principais Polinizadores do Murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. *Neotropical Entomology* 35: 579-587.
- Serrada, R. 2000. Apuntes de repoblaciones forestales. FUCOVASA. Madrid, España. 26 p.
- Stevens, R. and K. R. Jorgensen. 1994. Rangeland species germination through 25 and up to 40 years of warehouse storage. In: Monsen, S. B. and S. G. Kitchen. (eds.) *Proceedings of Ecology and management of annual rangelands*. USDA Forest Service. Ogden, UT. USA. pp. 257-265.
- Trejo V., I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas. Boletín* 39: 40-52.
- Varela, S. A. y V. Anara. 2011. Silvicultura en vivero. latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Cuadernillo No. 3. Área forestal-Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria. Balcarce, Provincia de Argentina. Argentina. 10 p.
- Yáñez G., M. del S. 2004. Óptimos de fertilización en plantas de nanche (*Byrsonima crassifolia* L.) bajo condiciones de vivero. Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nay. México. 38 p.

