

Efecto de dos condiciones de almacenamiento en la germinación de semillas de uva de playa (*Coccoloba uvifera* (L.) Jacq.)

Effect of two storage conditions on germination of seagrape (*Coccoloba uvifera* (L.) Jacq.) seeds

G. Vargas-Simón¹ y R. Pire²

¹División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Km 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas. Villahermosa, Tabasco, México. C.P. 86039

²Posgrado de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Apartado 400. Barquisimeto. Venezuela.

Resumen

La uva de playa es importante por ser una planta que aporta múltiples beneficios a los consumidores, esencialmente como fruto de temporada. Comercialmente se propaga por medio de estacas, pero para fines de conservación de la especie y/o programas de restauración, la mejor opción es reproducirla a partir de semilla. El objetivo de este trabajo fue evaluar su germinación en dependencia de las condiciones y tiempo de almacenamiento. Se recolectaron pseudofrutos en la localidad de Centla, Estado de Tabasco, México, y los aquenios con la semilla seca fueron almacenados en dos condiciones: temperatura ambiente de laboratorio ($27,2 \pm 1,8^\circ\text{C}$) y refrigeración ($4,0 \pm 1,5^\circ\text{C}$). Se evaluaron el porcentaje de germinación, la velocidad de germinación, el índice de vigor y el período de latencia de la semilla al inicio, y después de 4, 8, 12 y 15 meses de almacenamiento. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2×4 más un testigo. Los aquenios con semilla se sembraron en cajas Petri esterilizadas de 15 cm de diámetro, con papel absorbente como sustrato, se colocaron 20 aquenios por caja. La permanencia a temperatura ambiente generó las mejores respuestas con 94,5% de germinación en 14 días, 18,4 como índice de vigor y 10 días de latencia en promedio, y superó significativamente la respuesta de las semillas almacenadas en refrigeración. Se comprobó que la viabilidad de esta especie estuvo supeditada a las condiciones de conservación de la semilla.

Palabras clave: *Coccoloba uvifera*, comportamiento germinativo, refrigeración.

Abstract

The sea grape is an important plant because the multiple benefits that provides, mainly as a fruit in season. It is commercially propagated by cuttings, but for purposes of species conservation and/or restoration programs, the best option is reproduction by seeds. The aim of this study was to evaluate different variables in their germination respect to time and storage conditions. Pseudo-fruits were collected in the locality of Centla, Tabasco State, Mexico, and the achenes, including dry seed, were placed under two storage conditions: natural ($27.2 \pm 1.8^\circ\text{C}$) and cool environment ($4.0 \pm 1.5^\circ\text{C}$). The germination percentage, germination rate, vigor index, and period of seed dormancy at 0, 4, 8, 12 and 15 months of storage were assessed. A completely randomized design with 2×4 factorial arrangements of the treatments, plus a control was used. Twenty seeds, plus achenes were sown per plot in 15 cm diameter sterilized Petri dishes, using towel paper as substrate. Under conditions of natural environment the best responses were 94.5% for germination, 14 days for germination speed, 18.4 as the vigor index, and 10 days for dormancy, which significantly surpassed the values for seeds stored under refrigeration. On the other hand, seed germination under refrigeration decreased as the storage time increased, reaching after 15 months 19.5% less germination when compared to seeds under room temperature. It was found that the viability of this species is subject to the conditions of the seed storage.

Key words: *Coccoloba uvifera*, germinative behavior, refrigeration.

Introducción

Los estudios sobre el comportamiento germinativo de las semillas de uva de playa (*Coccoloba uvifera*) son escasos (Ellis *et al.*, 1985; Durán *et al.*, 2000). Su propagación es esencial ya que es una planta tropical con múltiples beneficios. Los pseudofrutos que produce esta especie son de gran importancia para la alimentación humana (Hoyos, 1994), contiene calcio, fósforo y ácido ascórbico, 54, 33 y 17 mg por cada 100 g de biomasa fresca, respectivamente (Duke y Atchley, 1986). En algunos países éstos pseudofrutos se utilizan con el propósito de dar color a las bebidas (Parrota, 1994); mientras que en otras

Introduction

There are little studies about germinative behavior of sea grape (*Coccoloba uvifera*) seeds (Ellis *et al.*, 1985; Durán *et al.*, 2000). Its propagation is essential because it is a tropical plant with a lot of benefits. Pseudo fruits produced are important for human nutrition (Hoyos, 1994), it has calcium, phosphorous and ascorbic acid, 54, 33 and 17 mg by 100 g of fresh biomass, respectively (Duke and Atchley, 1986). In some countries these pseudo fruits are used with the purpose of coloring beverages (Parrota, 1994); whereas in other regions, the wood is used like fuelwood and also for woodwork (Vázquez-

regiones, la madera de esta especie es usada como leña y para la ebanistería (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999). La corteza es cotizada por su principio hemostático y astringente (Hoyos, 1994). En el estado de Tabasco, México, ésta planta se encuentra distribuida en las zonas costeras, en huertos familiares y es utilizada como alimento y barrera rompevientos (Maldonado *et al.*, 2007).

La uva de playa se propaga por estacas cuando se utiliza para fines comerciales (Parrota, 1994); sin embargo, para fines de conservación de la especie y/o programas de restauración, la mejor opción es reproducirla a partir de semilla para promover la variabilidad genética. Hong *et al.* (1996), mencionaron que algunas de las semillas de la familia Polygonaceae, a la que pertenece la uva de playa, están clasificadas dentro del grupo de las ortodoxas y hacen énfasis en que los estudios realizados sólo se han enfocado en plantas de clima templado. Estos autores consideraron además que el origen de las semillas ortodoxas se debe a factores ambientales, particularmente a sequías estacionales, en las cuales la tolerancia a la desecación es esencial para la supervivencia de la especie.

La temperatura de almacenamiento es de importancia trascendental en la preservación de las semillas, dado que se ha comprobado que si se almacenan en condiciones entre 0 a 4°C se puede conservar la viabilidad de la semilla y se previene su deterioro (Moreno-Martínez *et al.*, 2000). La temperatura para la preservación de la viabilidad del embrión varía entre grupos: las semillas de una especie

Yanes *et al.*, 1999). Cortex is appreciated by its hemostatic and astringent principle (Hoyos, 1994). In Tabasco State, Mexico, this plant is distributed in coast regions, in familiar orchards and it is used as aliment and wind breaker trees (Maldonado *et al.*, 2007).

The sea grape is propagated by cuttings when is used for commercial purposes (Parrota, 1994); however, for purposes of specie conservation and/or restoration plans, the best option is reproduce it from seed to promote the genetic variability. Hong *et al.* (1996), observed some of seeds of Polygonaceae family, are classified inside of orthodox group and they emphasize that studies do only has been focused on plants of template climate. These authors also considered that the origin of orthodox seeds is caused by environmental factors, particularly to the seasonal droughts, in which tolerance to desiccation is essential for specie survival.

The storage temperature is essential for seed preservation, since it has been proved that seed viability can be preserved and damage avoided if they are stored in conditions between 0 and 4°C (Moreno-Martínez *et al.*, 2000). Temperature for preserving embryo viability vary among groups: seeds of an orthodox species can be kept under hermetic storage up to 3 years at -19°C, intermediates between 1 and 10 °C, and those recalcitrant at 15 °C (Hong and Ellis, 1996).

The frozen storage is an useful technique to preserve seeds variability like in *Jacaranda*

ortodoxa pueden mantenerse hasta por 3 años en almacenamiento hermético a -19°C , las intermedias entre 1 a 10°C y las recalcitrantes a 15°C (Hong y Ellis, 1996).

El almacenamiento en refrigeración es una técnica útil para conservar la viabilidad de las semillas como en *Jacaranda cuspidifolia* donde se observó que la germinación aumentó conforme transcurrió el tiempo hasta llegar a un porcentaje máximo del 80%, debido a la subsecuente madurez del embrión cuando se almacenaron por 150 días a 12 y a 25°C (Scalon *et al.*, 2006). Para *Tamarix aucheriana*, temperaturas de 4°C y menores mantuvieron la viabilidad de la semilla (96%) por nueve meses (Zaman *et al.*, 2009).

Experimentos para estudiar el efecto de las temperaturas de almacenamiento han sido realizados en *Tabebuia serratifolia*, cuyas semillas fueron conservadas por 150 días a temperatura ambiente y en refrigeración (De Souza *et al.*, 2005). Catunda *et al.* (2003) probaron el almacenamiento de las semillas de *Passiflora edulis* (f. flavicarpa) durante 10 meses en diferentes temperaturas, observaron que a 4°C y 60% de humedad relativa (HR) se preservó la viabilidad. Resultados similares se observaron con semillas de *Solanum melongena* (cv. Criollo), las que a $5,5^{\circ}\text{C}$ y 70% de HR se mantuvieron sin diferencia en la germinación (94,9%) por 11 meses (Aramendiz-Tatiz *et al.*, 2007).

La uva de playa es un árbol de fructificación anual y por lo tanto de producción de semilla temporal, las condiciones de almacenamiento que

cuspidifolia where germination increased with time until reaching to a maximum percentage of 80%, because the subsequent embryo maturity when they were stored during 150 days to 12 and to 25°C (Scalon *et al.*, 2006). For *Tamarix aucheriana* temperatures of 4°C kept seed viability (96%) during nine months (Zaman *et al.*, 2009).

Essays to study the effect of storage temperatures have been carried out in *Tabebuia serratifolia*, these seeds were stored during 150 days to environmental temperature and also in refrigeration (De Souza *et al.*, 2005). Catunda *et al.* (2003) tested storage of *Passiflora edulis* (f. flavicarpa) seeds during 10 months in different temperatures, observed 4°C and 60% of relative humidity (RH) viability was preserved. Similar results were observed in *Solanum melongena* (cv. Criollo) seeds, those to 5.5°C and 70% of RH were kept without difference in germination (94.9%) during 11 months (Aramendiz-Tatiz *et al.*, 2007).

Sea grape is a tree of annual fructification and therefore, temporary seed production, the storage conditions making conservation sure are unknown; thus, in this study simple methods were assessed to assure the propagules availability by a time superior to a year. The purpose of this study was to evaluate germinative behavior of sea grape seed under storage conditions, in refrigeration and environmental temperature. This information will function as a base to establish management schemes.

aseguren su conservación se desconocen; por lo anterior, en este estudio se evaluaron métodos sencillos para asegurar la disponibilidad de propágulos por un tiempo mayor a un año. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento germinativo de la semilla de uva de playa bajo condiciones de almacenamiento: en refrigeración y temperatura ambiente. Esta información servirá de base para establecer esquemas de manejo.

Materiales y métodos

Se recolectaron frutos maduros de uva de playa en agosto de 2004, en el municipio de Frontera, Tabasco, México (18°31'N; 92°38'W), para esto se tomó como criterio su color rosa-violeta y consistencia blanda. Los frutos fueron llevados al Laboratorio de Ecología de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para la experimentación.

En el laboratorio, los frutos (aquenios + semilla) fueron despulpados, lavados, desinfectados con hipoclorito de sodio al 5% por 15 min, tratados con el fungicida Intercaptan (2 g.L⁻¹) y secados a temperatura ambiente. Se sembraron utilizando un diseño factorial 4 x 2 + 1, en el que se evaluaron cuatro fechas de almacenamiento (4, 8, 12 y 15 meses) más un testigo (semillas recién cosechadas), y dos condiciones de conservación: refrigeración (CR): 4°C y 60% de HR, y ambiente de laboratorio (CA) con temperatura máxima de 27,9±2,4°C y mínima de 25,9±1,5°C, y 81±9,6 % HR.

Para su conservación, los

Materials and methods

Mature fruits of sea grape were collected in August 2004, in Frontera County, Tabasco State, México (18°31'N; 92°38'W); the pink-violet color and soft consistence was taken as criterion. Fruits were taken to the Ecology Laboratory of the Academic Division of Biological Sciences, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco to carrying the experimenting.

In laboratory, fruits (achenes + seed) were pulped off, washed, disinfected with 5% sodium hypchlorite during 15 min, treated with Intercaptan fungicide (2 g.L⁻¹) and dried to environmental temperature. Seeds were sowed by using a factorial design 4 x 2 + 1, in where four storage dates (4, 8, 12 and 15 months) more a control (just harvest seeds), and two conservation conditions: refrigeration (RC): 4°C and 60% of RH and laboratory environmental temperature (EC) with maximum of 27.9±2.4°C and minimum of 25.9±1.5°C, and RH of 81± 9.6%.

The achenes (with seeds) were placed on paper bags to be preserved, and after they were put on a metallic recipient in each environmental condition. Germination was evaluated on Petri dishes sterilized of 15 cm diameter, and absorbent paper as a substrate. Five replications were established and the experimental unit was of 20 seeds. During evaluation of germination, which had duration of 30 days each storage time, the boxes were in a metallic cabinet, where maximum and minimum

aqueños (con semillas) se colocaron en bolsas de papel estraza, las que, a su vez se introdujeron en un recipiente metálico en cada condición ambiental. La germinación se evaluó en cajas Petri esterilizadas de 15 cm de diámetro, y papel absorbente como sustrato. Se establecieron cinco repeticiones y la unidad experimental consistió de 20 semillas. Durante la evaluación de la germinación, la misma que tuvo una duración de 30 días en cada fecha de almacenamiento, las cajas estuvieron en un gabinete metálico, donde se registraron las temperaturas máximas, mínimas y la humedad relativa ($28,4^{\circ}\text{C}\pm 2,1$; $26,2^{\circ}\text{C}\pm 1,6$ y $75,6\%\pm 3,2$ de HR, respectivamente).

Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación (PG); velocidad de germinación, la cual se obtuvo considerando el tiempo en días transcurridos hasta lograr el 50% de germinación (VG50) en cada unidad experimental (Cárdenas *et al.*, 2004). El índice de vigor (IV) y el período de latencia (PL), fueron calculados según lo propuesto por Cárdenas *et al.*, 2004 y Mereddy *et al.*, 2000, respectivamente. Para el análisis de varianza los porcentajes de germinación se ajustaron según la transformación angular (arcoseno \sqrt{x}). La separación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey utilizando el programa Statistix 8.0.

Resultados y discusión

La germinación de uva de playa fue clasificada como fanerocotilar-epígea con cotiledones foliáceos, similar a lo registrado por Ibarra-Manríquez (2001) para *Coccoloba matudae* y *C. hondurensis*.

temperatures and relative humidity were registered ($28.4^{\circ}\text{C} \pm 2.1$, $26.2^{\circ}\text{C} \pm 1.6$ and $75.6\% \pm 3.2$ of RH, respectively).

The variables evaluated were: germination percentage (GP); germination speed, which was obtained by considering time in days passed until achieving 50% germination (VG50) in each experimental unit (Cárdenas *et al.*, 2004). The vigor index (VI) and the latency period (LP), were estimated according those proposed by Cárdenas *et al.*, 2004 and Mereddy *et al.*, 2000, respectively. For the Anova, the germination percentages were adjusted according to the angular transformation ($\arcsin \sqrt{x}$). Means separation was done by using the Tukey test and the Statistix program 8.0.

Results and discussion

Sea grape germination was classified as phanerocotylar-epigeal with foliaceous cotyledons, similar to those registered by Ibarra-Manríquez (2001) for *Coccoloba matudae* and *C. hondurensis*.

The germination percentage (GP) in seeds stored to EC was superior ($P\leq 0.05$) to those obtained in RC (table 1), and they showed a maximum average of germination of 99% at 8 months and a final percentage (at 15 months) of 94.5%, without statistical differences ($P\leq 0.05$) between different evaluations during the time of essay. For this variable a significant interaction ($P\leq 0.05$) was detected since in refrigeration condition, germination was lower when the storage time increased (table 1) and after it decreased more

El porcentaje de germinación (PG) en las semillas almacenadas a temperatura ambiente (CA) fue superior ($P \leq 0,05$) al obtenido en condiciones de refrigeración (CR) (cuadro 1), y presentaron un promedio máximo de germinación de 99% a los 8 meses y un porcentaje final (a los 15 meses) de 94,5%, sin diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$) entre las diferentes evaluaciones durante el tiempo del ensayo. Para esta variable se detectó una interacción significativa ($P \leq 0,05$) ya que en la condición de refrigeración, la germinación fue cada vez menor a medida que aumentó el tiempo de almacenamiento (cuadro 1) llegando a disminuir más de 20 puntos porcentuales y reflejando el deterioro que habría ocurrido en la semilla durante el transcurso del ensayo.

Se desconoce si el deterioro en el PG fue debido a la desecación promovida por el almacenaje en refrige-

o de 20 percentage points, showing this way the damage on seed during the essay.

The reason of GP decreasing is unknown but it can be attributed to seed desiccation promoted by the refrigeration storage, as it happens in recalcitrant or intermediate seeds (Ferreira and Gentil, 2003) or by the effect of fungi that eventually were observed in these seeds, which causes damages to the physiological quality of seeds (Almeida *et al.*, 2009). Hong and Ellis, (1996) reported that intermediate seeds lost its viability with temperatures below 10°C with 7 to 10% of humidity. Al-Helal (1996) expressed that germination response to low temperatures play a main role to permit that germination takes place when conditions were favorable for plantlet growth.

In an study with *C. uvifera*, Durán *et al.* (2000) obtained a

Cuadro 1. Porcentaje de germinación de semillas de uva de playa (*Coccoloba uvifera*) en diferentes condiciones y tiempos de almacenamiento. La germinación inicial (sin almacenamiento) fue de 95,5±2,5%.

Table 1. Germination percentage of sea grape (*Coccoloba uvifera*) seeds in different conditions and storage times. Initial germination (storage free) was 95.5±2.5%.

Condición de almacenamiento	Tiempo de almacenamiento (meses)			
	4	8	12	15
Ambiente (CA) ¹	91,5 ^{*aA}	99,0 ^{aA}	94,5 ^{aA}	94,5 ^{aA}
Refrigeración (CR) ²	89,5 ^{aA}	87,0 ^{bA}	80,5 ^{bB}	75,0 ^{bC}

¹Tmax: 27,9±2,4°C; Tmin: 25,9±1,5°C, HR: 81±9,6%. ²T: 4±1,5°C; HR: 60%.

Medias seguidas por letras diferentes indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). La interacción fue significativa entre condición y tiempo de almacenamiento. Letras minúsculas para comparación entre filas y mayúsculas entre columnas.

ración como sucede en las semillas recalcitrantes o intermedias (Ferreira y Gentil, 2003) o por el efecto de los hongos que eventualmente se presentaron en las semillas bajo dicho tratamiento, organismos que deterioraron la calidad fisiológica de las semillas (Almeida *et al.*, 2009). Hong y Ellis, (1996) mencionaron que las semillas intermedias pierden su viabilidad con temperaturas debajo de los 10°C con un 7 a 10% de humedad. Al-Helal (1996) mencionó que la respuesta a la germinación a bajas temperaturas jugó un papel clave para permitir que ocurriera la germinación cuando las condiciones fueron favorables para el crecimiento de la plántula.

En un estudio con *C. uvifera*, Durán *et al.* (2000) obtuvieron una germinación de 70 a 80% cuando utilizaron semillas recién cosechadas, mientras que este porcentaje disminuyó a 50% cuando las semillas fueron almacenadas por un periodo de dos meses y requirieron de 60 días para germinar.

Los resultados del PG en este estudio fueron similares al 80-84% obtenido por Demirezen y Aksoy (2007) en otra especie de la familia Polygonaceae (*Rumex scutatus*), con semillas almacenadas en condiciones ambientales, y al 89% registrado para *Rheum australe* (Polygonaceae), para el mismo tiempo de almacenamiento y bajo tratamiento pregerminativo con giberelinas (Sharma *et al.*, 2006). Por su parte, semillas secas de *Rumex scutatus*, *R. obtusifolius* y *R. crispus*, alcanzaron más del 90% de germinación después de seis meses de almacenamiento en temperatura ambiente de 20°C (Assche *et al.*, 2002).

Las dos condiciones de almace-

germination of 70 to 80% by using just harvested seeds, whereas this percentage decreased to 50% when seeds were stored during two months and they needed 60 days to germinate.

Results of GP in this study were similar to those 80-84% obtained by Demirezen and Aksoy (2007) in other specie of Polygonaceae (*Rumex scutatus*) family, with seeds stored on environmental conditions, and to the 89% registered for *Rheum australe* (Polygonaceae), for the same storage time and under pre germination treatment with gibberellins (Sharma *et al.*, 2006). Dry seeds of *Rumex scutatus*, *R. obtusifolius* and *R. crispus*, reached more than 90% of germination after six months of environmental temperature storage of 20°C (Assche *et al.*, 2002).

The two storage conditions (environment or refrigeration) were significant different among them ($P \leq 0.05$) for the variables VG50, VI and LP (table 2). Besides the higher germination percentage, the environmental storage always produced the best result when inducing lower time in reaching VG50 (figure 1), higher vigor index (figure 2) and lower latency period (figure 3). Ellis *et al.* (1985), reported that seeds of *C. uvifera* germinated in 21 days under pre germination treatments like soak and warm stratification, a time superior in relation to those obtained in this essay where the maximum VG50 was 16.9 days (table 3).

The higher VI obtained in EC in relation to RC suggest that the environmental storage condition

namiento (ambiente o refrigeración) fueron significativamente diferentes entre sí ($P \leq 0,05$) para las variables VG50, IV y PL (cuadro 2). Además del mayor porcentaje de germinación, el almacenamiento al ambiente produjo siempre el mejor resultado al inducir menor tiempo en alcanzar el VG50 (figura 1), mayor índice de vigor (figura 2) y menor período de latencia (figura 3). Ellis *et al.* (1985), mencionaron que las semillas de *C. uvifera* germinaron en 21 días bajo tratamientos pregerminativos como remojo y estratificación cálida, mayor tiempo que el obtenido en este trabajo donde la VG50 máxima fue 16,9 días (cuadro 3).

El mayor IV obtenido en CA con relación a CR sugiere que la condición de almacenamiento al ambiente proporcionó la máxima expresión de vigor para obtener plántulas bien desarrolladas, ya que este índice consideró el conjunto de las propiedades de la semilla que determinaron el nivel de actividad metabólica y su capacidad para germinar (Merreddy *et al.*,

offered the maximum expression of vigor to obtain well developed seedlings, because this index considered the group of seed properties determining the metabolic activity level and its capacity to germinate (Merreddy *et al.*, 2000; Cárdenas *et al.*, 2004). Similarly, LP always was inferior to 14 days at any of EC or RC environments (figure 3), and globally lower than those registered by Parrota (1994) and Vozzo (2003), who reported that the beginning of germination of *C. uvifera* happened between 20 and 25 days, respectively.

One seed can conserve many time its viability when its embryo are mature (Godefroid *et al.*, 2009) and because it has adequate levels of starch (Al-Helal, 1996). In this essay it was proved that metal containers, being impermeable to humidity and gases, were useful for seed storage since its viability was not damaged its viability since one of requirements of bottle is to be impermeable to humidity and to the gases

Cuadro 2. Tiempo (días) en alcanzar el 50% de germinación (VG50), índice de vigor (IV) y período de latencia (días) (PL) en semillas de uva de playa (*Coccoloba uvifera*) en dos condiciones de almacenamiento.

Table 2. Time (days) to reach 50% of germination (VG50), vigor index (VI) and latency period (days)(LP) in sea grape (*Coccoloba uvifera*) seeds in two storage conditions.

Condición de almacenamiento	VG50	IV	PL
Ambiente (CA) ¹	14,64 ^{*b}	18,41 ^a	10,96 ^b
Refrigeración(CR) ²	17,40 ^a	12,58 ^b	12,48 ^a

¹Tmax: 27,9±2,4°C; Tmin: 25,9±1,5°C, HR: 81±9,6%. ²T: 4±1,5°C; HR: 60%.

Medias seguidas por letras diferentes indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). La interacción no fue significativa entre condición y tiempo de almacenamiento.

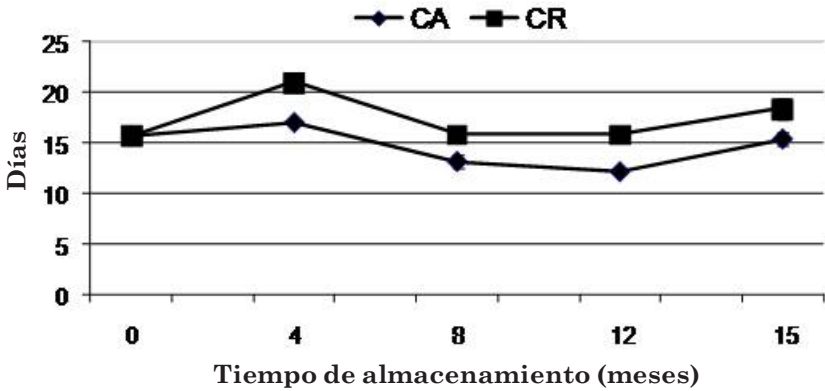


Figura 1. Tiempo en alcanzar el 50% de germinación (VG50) de semillas de uva de playa (*Coccoloba uvifera*) conservadas en dos ambientes de almacenamiento: Condición de ambiente (CA): Tmax: $27,9\pm 2,4^{\circ}\text{C}$; Tmin: $25,9\pm 1,5^{\circ}\text{C}$, HR: $81\pm 9,6\%$. Condición de refrigeración (CR): $4\pm 1,5^{\circ}\text{C}$; HR: 60% . Si no se observan las barras de error, significa que su longitud es menor que el tamaño del marcador respectivo.

Figura 1. Time to reach 50% of germination (VG50) of sea grape (*Coccoloba uvifera*) seeds stored under two environments: Environment condition (EC): Tmax: $27.9\pm 2.4^{\circ}\text{C}$; Tmin: $25.9\pm 1.5^{\circ}\text{C}$, HR: $81\pm 9.6\%$. Refrigeration condition (RC): $4\pm 1.5^{\circ}\text{C}$; HR: 60% . If error bars are not observed, it means their longitude is lower than size of marker.

2000; Cárdenas *et al.*, 2004). Análogamente, el PL fue siempre menor a 14 días en cualesquiera de los ambientes CA o CR (figura 3), y globalmente menor a lo registrado por Parrota (1994) y Vozzo (2003), quienes señalaron que el inicio de la germinación de *C. uvifera* ocurrió entre 20 y 25 días, respectivamente.

Una semilla puede conservar su viabilidad por mucho tiempo cuando sus embriones son maduros (Godefroid *et al.*, 2009) y porque contiene niveles adecuados de almidón (Al-Helal, 1996). En este trabajo se demostró que el recipiente de metal fue útil en el almacenamiento de las

(Kameswara *et al.*, 2006; Otegui *et al.*, 2007; Almeida *et al.*, 2009).

Other studies (Metzger, 1992; Bhattacharya *et al.*, 2000; Batlla and Benech-Arnold, 2003) showed that there was a direct relationship between the type of fruit and behavior to the orthodox or intermediate storage; the dry fruits like the achenes of *Coccoloba* had higher probability of being preserved to a low humidity percentage and colder temperatures. Nevertheless, it would be necessary to obtain seeds classification of *C. uvifera* to confirm its tolerance to desiccation as a function of humidity in which it is preserved.

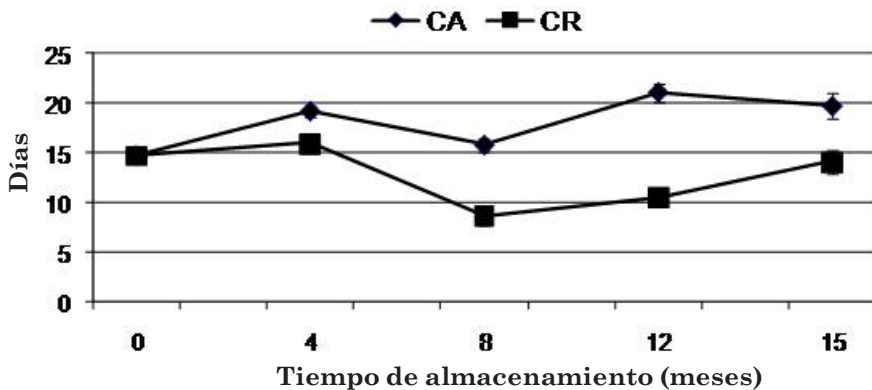


Figura 2. Índice de vigor de semillas de uva de playa (*Coccoloba uvifera*) conservadas en dos ambientes de almacenamiento: Condición de ambiente (CA): Tmax: 27,9±2,4°C; Tmin: 25,9±1,5°C, HR: 81±9,6%. Condición de refrigeración (CR): 4±1,5°C; HR: 60%. Si no se observan las barras de error, significa que su longitud es menor que el tamaño del marcador respectivo.

Figure 2. Vigor index of sea grape (*Coccoloba uvifera*) index stored under two environments: Environment condition (EC): Tmax: 27.9±2.4°C; Tmin: 25.9±1.5°C, HR: 81±9.6%. Refrigeration condition (RC): 4±1.5°C; HR: 60%. If error bars are not observed, it means their longitude is lower than size of marker.

semillas sin detrimento de su viabilidad, ya que uno de los requisitos del envase es que sea impermeable a la humedad y a los gases (Kameswara *et al.*, 2006; Otegui *et al.*, 2007; Almeida *et al.*, 2009).

Otros estudios (Metzger, 1992; Bhattacharya *et al.*, 2000; Batlla y Benech-Arnold, 2003) demostraron que hubo una relación directa entre el tipo de fruto y el comportamiento al almacenamiento ortodoxo o intermedio; los frutos secos como los aquenios de *Coccoloba* tuvieron mayor probabilidad de conservarse a un menor porcentaje de humedad y temperaturas más frías. Sin embargo, sería necesario obtener la clasificación

Conclusions

The higher germination percentage and vigor index, just like the lower time in reaching VG50 and the lower latency period were obtained when seeds of *Coccoloba uvifera* were stored on no refrigerated environment, with temperatures of 25.9±1.5 to 27.9±2.4°C, and RH of 81± 96%.

The storage time did not show responses of defined tendency in relation to the previous variables, with exception of germination percentage in which a progressive damage in seeds preserved under refrigeration was detected.

End of english version

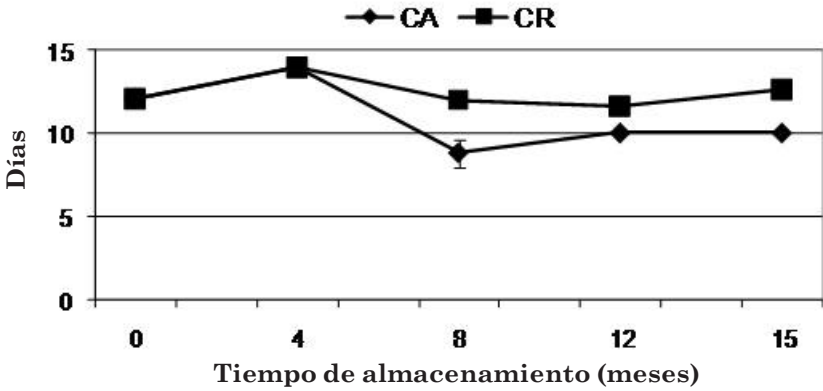


Figura 3. Período de latencia de semillas de uva de playa (*Coccoloba uvifera*) conservadas en dos ambientes de almacenamiento: Condición de ambiente (CA): Tmax: $27,9\pm 2,4^{\circ}\text{C}$; Tmin: $25,9\pm 1,5^{\circ}\text{C}$, HR: $81\pm 9,6\%$. Condición de refrigeración (CR): $4\pm 1,5^{\circ}\text{C}$; HR: 60% . Si no se observan las barras de error, significa que su longitud es menor que el tamaño del marcador respectivo.

Figure 3. Latency period of sea grape (*Coccoloba uvifera*) seeds stored in two storage environments: Environment condition (CA): Tmax: $27.9\pm 2.4^{\circ}\text{C}$; Tmin: $25.9\pm 1.5^{\circ}\text{C}$, HR: $81\pm 9.6\%$. Refrigeration condition (CR): $4\pm 1.5^{\circ}\text{C}$; HR: 60% . If error bars are not observed, it means their longitude is lower than size of marker.

Cuadro 3. Tiempo (días) en alcanzar el 50% de germinación (VG50), índice de vigor (IV) y periodo de latencia (días)(PL) en semillas de uva de playa (*Coccoloba uvifera*) en diferentes tiempos de almacenamiento.

Table 3. Time (days) to reach 50% of germination (VG50), vigor index (VI) and latency period (days)(LP) in sea grape (*Coccoloba uvifera*) seeds in different storage environments.

Tiempo de almacenamiento (meses)	VG50	IV	PL
0	15,7 ^{*ab}	14,76 ^{ab}	12,1 ^{ab}
4	19,0 ^a	17,62 ^a	14,0 ^a
8	14,5 ^b	12,26 ^b	10,4 ^b
12	14,0 ^b	15,87 ^a	10,8 ^b
15	16,9 ^{ab}	16,94 ^a	11,3 ^b

¹Tmax: $27,9\pm 2,4^{\circ}\text{C}$; Tmin: $25,9\pm 1,5^{\circ}\text{C}$, HR: $81\pm 9,6\%$. ²T: $4\pm 1,5^{\circ}\text{C}$; HR: 60% .

Medias seguidas por letras diferentes indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P\leq 0,05$). Interacción no significativa entre condición y tiempo de almacenamiento.

de las semillas de *C. uvifera* para confirmar su tolerancia a la desecación en función de la humedad a la que se conserva.

Conclusiones

El mayor porcentaje de germinación e índice de vigor, así como el menor tiempo en alcanzar el VG50 y menor período de latencia se obtuvieron cuando las semillas de *Coccoloba uvifera* fueron almacenadas en el ambiente no refrigerado, es decir, temperaturas de $25,9 \pm 1,5$ a $27,9 \pm 2,4$ °C, y HR de $81 \pm 9,6\%$.

El tiempo de almacenamiento no produjo respuestas de tendencia definida con relación a las variables antes mencionadas, a excepción del porcentaje de germinación, en el cual se detectó un deterioro progresivo en las semillas que fueron conservadas bajo refrigeración.

Literatura citada

Almeida, F.A.C., M.F.B. Soares Cavalcanti, J.F. dos Santos, J.P. Gomes y J.J.S. Barros Neto. 2009. Viabilidad de semillas de feijão macassar tratadas com extrato vegetal e acondicionadas em dois tipos de embalagens. *Acta Scientiarum Agronomy* 31(2): 345-351.

Al-Helal, A.A. 1996. Studies on germination of *Rumex dentatus* L. seeds. *Journal of Arid Environments* 33(1):39-47.

Aramendiz-Tatis, H., C. Cardona, A. Jarma, J. Robles y R. Montalván. 2007. Efectos del almacenamiento en la calidad fisiológica de la semilla de berenjena (*Solanum melongena* L.). *Agronomía Colombiana* 25(1):104-112.

Assche, J.V., D.V. Nerum y P. Darius. 2002. The comparative

germination ecology of nine *Rumex* species. *Plant Ecology* 159:131-142.

Batlla, D. y R.L. Benech-Arnold. 2003. A quantitative analysis of dormancy loss dynamics in *Polygonum aviculare* L. seeds: Development of a thermal time model based on changes in seed population thermal parameters. *Seed Science Research* 13:55-68.

Bhattacharya, P.K., P.K. Nagar y P.S. Ahuja. 2000. Seed germination of *Rumex hastatus* D. Don. *Seed Science & Technology* 28:67-74.

Cárdenas, W., M.L. Zuluaga y M. Lobo. 2004. Latencia en semillas de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) y tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* (*Solanum betaceum*) Cav. Sendt) como aspecto básico para la conservación y el monitoreo de viabilidad de las colecciones. *PGR Newsletter Published* 139:31-41.

Catunda, P.H.A., H.D. Vieira, R.F. Da Silva y S.C. P. Posse. 2003. Influência do teor de água, da embalagem e das condições de armazenamento na qualidade de sementes de maracujá amarelo. *Revista Brasileira de Sementes* 25(1):65-71.

De Souza, V.C., R.L.A. Bruno, L.A. Andrade. 2005. Vigor de sementes armazenadas de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. *Arvore, Viçosa-MG* 29(6):833-841.

Demirezen, D.Y. y A. Aksoy. 2007. Physiological effects of different environmental conditions on the seed germination of *Rumex scutatus* L. (*Polygonaceae*). *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 23(1-2):24-29.

Duke, J.A. y A.A. Atchley. 1986. Handbook of proximate analysis tables of higher plants, CRC Press, Boca Raton. p. 47.

Durán, G.R., A.E. Dorantes, P.P. Sima y M.G. Méndez. 2000. Manual de propagación de plantas nativas de la Península de Yucatán. Vol. II. CICY. Mérida, Yucatán. pp. 33-36.

- Ellis, R.H., T.D. Hong y E.H. Roberts. 1985. Handbook of seed technology for genebanks. Volume II. Compendium of specific germination. International Board for Plant Genetic Resources, Rome. 667 p.
- Ferreira, S.A.N. y D.F.O. Gentil. 2003. Armazenamento de sementes de camu-camu (*Myrciaria dubia*) com diferentes graus de umidade e temperaturas. Revista Brasileira de Fruticultura 25(3):440-442.
- Godefroid, S., A.V. de Vyver y T. Vanderborght. 2009. Germination capacity and viability of threatened species collections in seed banks. Biodiversity and Conservation. DOI: 10.1007/s10531-009-9767-3
- Hong, T.D. y R.H. Ellis. 1996. A protocol to determine seed storage behaviour. Technical Bulletin No. 1. International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 62 p.
- Hong, T.D., S. Linington y R.H. Ellis. 1996. Seed storage behaviour: a compendium. Handbooks for genebanks: No. 4. International Plant genetic Resources Institute, Rome. 106 p.
- Hoyos, J. 1994. Frutales de Venezuela. Sociedad de Ciencias Naturales. Monografía No. 36. Caracas. 213 p.
- Ibarra-Manríquez, G., M. Martínez-Ramos y K. Oyama. 2001. Seedling functional types in a lowland rain forest in Mexico. American Journal of Botany 88(10):1801-1812.
- Kameswara R.N., J. Hanson, M.D. Ehsan, K. Gosh, D. Novell y M. Laringe. 2006. Manual of Seed Handling in Genebanks. Handbooks for Genebanks No. 8. Bioversity International, Rome. 47 p.
- Maldonado, M.F., G. Vargas, R.F. Molina y A. Sol. 2007. Frutales tropicales de Tabasco. UJAT. ISPROTAB-UJAT. Villahermosa. 100 p.
- Merreddy, R., W. Luguang, S.W. Hallgren, W. Yaying y E.K. Conway. 2000. Solid matrix priming improves seedling vigor of okra seeds. Proceedings of the Oklahoma Academy of Science 80:33-37.
- Metzger, J.D. 1992. Physiological basis of achene dormancy in *Polygonum convolvulus* (Polygonaceae). American Journal of Botany 79(8):882-886.
- Moreno-Martínez, E., M.E. Vázquez-Badillo y F. Facio-Parra, 2000. La temperatura en relación con la longevidad de semillas de maíz almacenadas con baja humedad. Agrociencia 34(2):175-180.
- Otegui, M., C. Sorol, A. Fleck y G. Klekailo. 2007. Madurez fisiológica, germinación y conservación de semillas de guayabito (*Psidium cuneatum* camb.-Myrtaceae). Revista Brasileira de Sementes 29(3):160-169.
- Parrotta, J.A. 1994. *Coccoloba uvifera* (L.) L. Sea grape, uva de playa. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station New Orleans. 5 p.
- Sharma, K.R., S. Sharma y S.S. Sharma. 2006. Seed germination behaviour of some medicinal plants of Lahaul and Spiti cold desert (Himachal Pradesh): implications for conservation and cultivation. Current Science 90(8):1113-1118.
- Scalon, S.P.Q., R.M. Mussury, H. Scalon Filho, C.S. Fabro. 2006. Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). R. Arvore, Viçosa-MG. 30(2):179-185.
- Vázquez-Yanes C. y M. Rojas. 1996. Conservación *ex situ* de semillas de la selva húmeda tropical: problemas y perspectivas. Interciencia 21(5):293-298.

Vázquez-Yanes, C., B.I.M. Batis, M.I.S. Alcocer, M.D. Gual y C. Sánchez-Dirzo. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte Técnico del Proyecto J084. CONABIO. Instituto de Ecología. UNAM. México. pp. 216-218.

Vozzo, J.A. 2002. Tropical Tree. Seed manual. United States

Department of Agriculture Forest Service, Washington. 899 p.

Zaman, S., S. Padmesh, N.R. Bhat y H. Tawfiq. 2009. Germination characteristics and storage behavior of *Tamarix aucheriana* (Decne.) seeds. European Journal of Scientific Research. 26(4):532-538.