

# Germinación y dormancia seminal de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* (Arecaceae), palma endémica del occidente de Cuba

## Germination and seed dormancy of *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* (Arecaceae), endemic palm of Western Cuba

Mayté Pernús<sup>1\*</sup> y Jorge A. Sánchez<sup>1</sup>

### RESUMEN

*Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* es una palma endémica del occidente cubano, considerada en Peligro Crítico de extinción. Con el objetivo de contribuir a su propagación y conservación, se estudiaron características morfofisiológicas de las semillas, requerimientos germinativos y clases de dormancia seminal. La germinación fue evaluada en condiciones de luz y oscuridad a temperatura fija de 25°C y alternas de 25°C/30°C, 25°C/35°C, 25°C/40°C y 25°C/45°C. El contenido de humedad de las semillas resultó ser alto (35 %) y los embriones lineales y poco desarrollados. Aunque la luz favorece la germinación, la especie no se comportó como fotoblástica. El termoperíodo de 25°C/30°C se consideró el óptimo para la germinación, mientras que la temperatura de 25°C provocó termoinhibición y 25°C/45°C resultó letal. Una pequeña parte del lote de semillas presentó dormancia morfológica (13 %) y el resto, dormancia morfofisiológica. En el presente trabajo se discute la implicación de los resultados en el establecimiento de las plántulas y se brindan recomendaciones para la siembra en vivero.

**Palabras clave:** dormancia morfofisiológica, nicho de germinación, palma petate, semillas, termoinhibición

### ABSTRACT

*Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* is an endemic palm of Western Cuba, considered Critically Endangered of extinction. In order to contribute to its propagation and conservation, morphophysiological characteristics of seeds, germination requirements and classes of seed dormancy were studied. Germination was evaluated under light and dark conditions at a fixed temperature of 25°C and alternate temperatures of 25°C/30°C, 25°C/35°C, 25°C/40°C and 25°C/45°C. The moisture content of the seeds was high (35 %) and the embryos were linear and underdeveloped. Though light favors germination, the species did not behave as photoblast. The thermoperiod of 25°C/30°C was considered the optimum for germination, while the temperature of 25°C caused thermoinhibition and 25°C/45°C was lethal. A small part of the seed lot presented morphological dormancy (13 %) and the rest, morphophysiological dormancy. In the present work the implication of the results in the establishment of the seedlings and recommendations for the planting in nursery are discussed.

**Keywords:** morphophysiological dormancy, germination niche, palma petate, seeds, thermoinhibition

**Recibido:** octubre 2016 **Aceptado:** diciembre 2016

Publicado online 9 de junio de 2017. ISSN 2410-5546 RNPS 2372 (DIGITAL) - ISSN 0253-5696 RNPS 0060 (IMPRESA)

### INTRODUCCIÓN

Dentro de la familia *Arecaceae* en Cuba, *Coccothrinax* es el género con mayor riqueza de palmas, tanto a nivel específico como a nivel infraespecífico. Restringido a la cuenca del Caribe, Cuba es el centro de evolución de dicho género (Moya & Leiva 2000). Lamentablemente, aparejado a su alto nivel de endemismo, está el alto grado de amenaza de sus taxones (González-Torres & *al.* 2016).

Una de las palmas amenazadas de este género es *Coccothrinax crinita* (C. Wright) Becc. subsp. *crinita*, considerada en Peligro Crítico de extinción (Verdecia & Barrios 2015). Conocida popularmente como “palma petate”, caracterizada por tener el tronco cubierto de

fibras y de alto valor ornamental, esta palma es endémica estricta de las Pozas, municipio Bahía Honda, provincia Artemisa (Pinares 2004). Los principales factores de riesgos para la conservación de la población natural son la sobreexplotación con fines comerciales, el uso de la tierra para el pastoreo del ganado, los incendios provocados en la zona y la presencia de especies invasoras (Pinares 2004, Martínez & Miranda 2010).

Aunque hace más de una década se lleva a cabo un proyecto de conservación con la especie (Martínez 2016), poco se conoce sobre sus mecanismos de regeneración. En cuanto a germinación, solo se cuenta con un estudio en condiciones de vivero (Pinares 2004). La biología de las semillas constituye una herramienta clave para entender los procesos de regeneración de las comunidades vegetales y ejecutar proyectos de reforestación y restauración ecológica (Sánchez & *al.* 2015, Jiménez-Alfaro & *al.* 2016).

<sup>1</sup>Instituto de Ecología y Sistemática (IES), CITMA, Carretera de Varona No. 11835 entre Oriente y Lindero, Reparto Parajón, Boyeros, La Habana, Cuba. \*Autor para correspondencia (e-mail: mayte@ecologia.cu)

Un conjunto de factores ambientales e intrínsecos de las semillas influyen en la germinación de las especies y determinan su distribución (Donohue & al. 2010, Baskin & Baskin 2014a). Comprender los mecanismos que controlan la germinación de la palma petate podría contribuir al reforzamiento poblacional y reintroducción, acciones requeridas para mejorar su estado de conservación (Verdecia & Barrios 2015). Los objetivos de este estudio fueron determinar características morfofisiológicas, requerimientos germinativos y clases de dormancia en semillas de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Sitio de recolección y material vegetal*

La recolecta se realizó en agosto de 2014 en el Instituto de Ecología y Sistemática Boyeros, La Habana (23° 01' N, 82° 21' O). El clima de este sitio es subtropical húmedo, con una época lluviosa que se extiende de mayo a octubre y un período seco de noviembre a abril, este último se corresponde con las temperaturas más bajas para Cuba (Borhidi 1996). La temperatura promedio en verano es de 27°C y en invierno de 23°C y las precipitaciones anuales de 1 300 mm (Montejo & al. 2005).

Se recolectaron frutos maduros (rosados a púrpuras) de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita*, provenientes de cinco ejemplares adultos, inmediatamente después de caer de las plantas madres. Todos los frutos se combinaron en un lote único y fueron lavados en agua corriente hasta eliminarles el pericarpo. Las semillas limpias se colocaron sobre papel de filtro en bandejas abiertas a temperatura ambiente por 48 horas antes de comenzar los ensayos de laboratorio.

### *Caracterización morfofisiológica de las semillas*

Se tomaron al azar 50 semillas a las cuales se les determinaron, de manera individual: masa fresca (g), masa seca (g), contenido de humedad inicial (%), largo (mm), ancho (mm) y grosor (mm), así como la varianza de estas dimensiones. La masa fresca y seca de las semillas se determinó en una balanza Sartorius con precisión 0,001 g y las dimensiones con un pie de rey Mitutoyo con error de 0,02 mm. El índice de la varianza de las dimensiones se calculó según el método de Thompson & al. (1993). Previo al cálculo de la varianza, cada valor de dimensión seminal se dividió entre el valor de la longitud, así la longitud es igual a la unidad. De esta forma, una semilla esférica presentará un valor de varianza de 0, mientras que en una alargada o achatada, su varianza puede ser hasta 0,33. El contenido de humedad inicial se obtuvo al secar las semillas durante 17 horas en una estufa a  $105 \pm 2^\circ\text{C}$ , según ISTA (2007).

A partir de una muestra de 25 semillas se identificó el tipo de embrión y se determinó la relación entre el largo del embrión con respecto al largo interno de la semilla (E/S). Tal como propusieron Baskin & Baskin (2007), la descripción del tipo de embrión se realizó en base a la morfología (forma) y al grado de desarrollo del mismo (tamaño) con relación a la semilla (E/S). De acuerdo con dichos autores, se considera que una semilla presenta embrión poco desarrollado cuando este es pequeño ( $E/S \leq 0,5$ ), pero tiene órganos diferenciados. Para la determinación de las variables mencionadas, a las semillas se les realizaron cortes longitudinales, próximos al opérculo, con una pinza de corte.

### *Requerimientos germinativos*

Las pruebas de germinación se realizaron en cámaras de crecimiento (FRIOCEL 111L, Alemania) bajo un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial de los tratamientos (temperatura  $\times$  luz). Las semillas, previamente esterilizadas (con bicloruro de mercurio a 0,1 %), se colocaron en placas de Petri de 12 cm de diámetro sobre dos capas de papel de filtro humedecido con agua destilada estéril. Se incubaron en condiciones de luz y oscuridad a temperatura constante de 25°C y alternas de 25°C/30°C, 25°C/35°C, 25°C/40°C y 25°C/45°C (12 horas a 25°C, 8 horas en la temperatura más elevada y una transición entre ellas de 4 horas). La iluminación coincidió con el período de mayor temperatura para cada tratamiento, con exposición a la luz de 8 horas de aproximadamente  $40 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  y longitud de 400-700 nm. Para lograr la oscuridad total se envolvieron las placas con dos capas de papel de aluminio. La localización de las placas en las incubadoras se cambió regularmente.

Se utilizaron por tratamiento 5 réplicas de 15 semillas cada una y se consideraron germinadas las semillas con desplazamiento del opérculo por alargamiento del peciolo cotiledonar. El conteo de la germinación fue semanal para las semillas expuestas a la luz y para las semillas expuestas a oscuridad se estableció al finalizar el experimento, cuya duración fue de 13 semanas. En ambas condiciones de iluminación y para cada rango de temperatura se determinaron el porcentaje de germinación final y el porcentaje de semillas muertas. Se consideraron vivas las semillas con embriones blancos y firmes; y muertas, las semillas con embriones suaves o grises. Las semillas que no germinaron a la luz en 25°C fueron transferidas a la temperatura óptima para determinar si adquirieron termoinhibición o termodormancia por condiciones inadecuadas de temperatura. Si en la resiembra se lograron altos porcentajes de germinación se consideró que las semillas se termoinhiben (Baskin & Baskin 2014a).

Para expresar los requerimientos de luz para la germinación se calculó el índice de Germinación Relativa a la Luz (GRL) (Milberg & al. 2000), mediante la fórmula  $GRL = GL / (GO + GL)$ , donde GL es el porcentaje de germinación a la luz, y GO el porcentaje de germinación en oscuridad. Para ello, se tomaron los valores promedio de la germinación a la luz y a la oscuridad en el rango de temperatura óptimo para la germinación. El índice de GRL varía entre 0 (germinación solo en oscuridad) y 1 (germinación solo a la luz). Si el índice GRL es superior a 0,75 se considera que la especie es dependiente de la luz (fotoblástica positiva); si es menor a 0,25 se considera repelente de la luz (fotoblástica negativa); y si el valor está entre 0,25 y 0,75 se establece como indiferente a la luz (Funes & al. 2009).

#### Clases de dormancia seminal

Las clases de dormancia seminal se identificaron por el sistema de clasificación y la clave dicotómica propuestos por Baskin & Baskin (2014a). Para probar el crecimiento del embrión se midió el largo del embrión a 25 semillas del ensayo de germinación, según germinaron (desplazamiento del opérculo), independientemente del termoperíodo en el que estaban. Esta variable se obtuvo de igual modo que el largo inicial, descrita anteriormente para la relación E/S. Se consideró dormancia morfológica para las semillas que germinaron en menos de cuatro semanas y dormancia morfofisiológica para las que germinaron pasado este tiempo.

Para probar la permeabilidad al agua de las cubiertas seminales se midió el incremento en masa cada 24 horas durante 5 días, para lo que se utilizaron 5 réplicas de 15 semillas cada una. Las semillas se colocaron en placas de Petri (12 cm de diámetro) sobre dos capas de papel de filtro humedecido con agua destilada estéril en el termoperíodo de 25°C/30°C y expuestas a la luz. Previamente se pesaron para determinar la dinámica de absorción de agua en relación con el peso fresco:  $[(\text{peso húmedo} - \text{peso fresco}) / \text{peso fresco}] \times 100$ . Antes de tomar el peso húmedo de cada día, se eliminó el agua superficial de las semillas en una bomba de vacío.

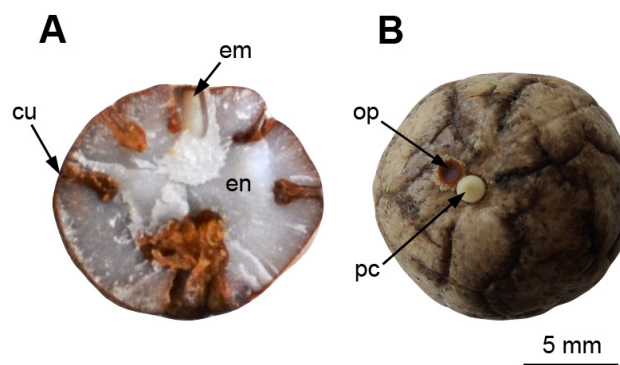
#### Análisis estadístico

Se calculó la media y el error estándar para cada variable. Los rasgos de germinación evaluados no cumplieron las premisas paramétricas; por tanto, para detectar posibles interacciones entre los factores (temperatura y luz), se aplicó un análisis de varianza multivariado sobre la base de permutaciones –PERMANOVA– (Anderson 2001). Los PERMANOVA se realizaron por una matriz de distancia euclidiana, después de 9 999 iteraciones. Las pruebas estadísticas se realizaron en el programa PAST versión 3.11 (Hammer 2015).

## RESULTADOS

### Caracterización morfofisiológica de las semillas

Los valores de masa fresca y seca en las semillas de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* fueron  $1,61 \pm 0,03$  g y  $1,04 \pm 0,02$  g respectivamente, para un contenido de humedad inicial de  $35,01 \pm 0,03$  %. Con una longitud promedio de  $11,66 \pm 0,10$  mm, ancho de  $13,70 \pm 0,11$  mm y grosor de  $12,85 \pm 0,08$  mm, la varianza de las dimensiones seminales resultó ser  $0,01 \pm 0,00$  mm. Las semillas presentaron embriones lineales poco desarrollados (Figura 1A). La longitud promedio inicial de los embriones fue de  $2,29 \pm 0,03$  mm y la relación E/S de  $0,19 \pm 0,00$ . Con el desplazamiento del opérculo (Figura 1B), la longitud promedio de los embriones aumentó a  $3,51 \pm 0,04$  mm.

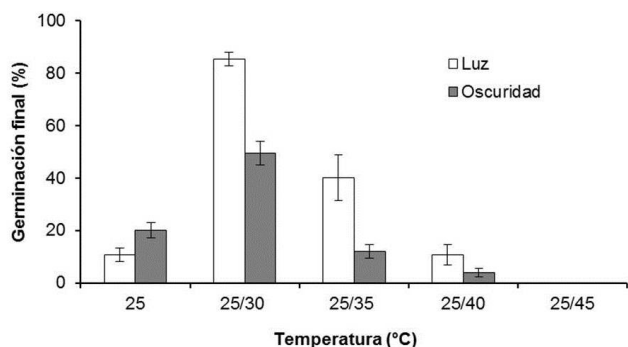


**Fig. 1.** Semillas de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita*. **A.** Embrión lineal poco desarrollado (em), endospermo ruminado (en) y cubierta seminal (cu) en un corte longitudinal. **B.** Desplazamiento del opérculo (op) por alargamiento del pecíolo cotiledonar (pc).

**Fig. 1.** Seeds of *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita*. **A.** Longitudinal section showing the undeveloped linear embryo (em), ruminant endosperm (en) and seed coat (cu). **B.** Displacement of the operculum (op) by elongation of the cotyledonary petiole (pc).

### Requerimientos germinativos

La temperatura ( $F=98,09$ ;  $p=0,00$ ), la iluminación ( $F=26,29$ ;  $p=0,00$ ) y la interacción entre ambos factores ( $F=12,74$ ;  $p=0,00$ ), afectaron el porcentaje de germinación final de las semillas de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* (Figura 2). El mayor porcentaje de germinación se obtuvo en el rango de temperatura de 25°C/30°C bajo iluminación (85 %). A partir de este termoperíodo, en ambas condiciones de iluminación, el incremento de la temperatura provocó una disminución en el porcentaje de germinación final (Figura 2) y un incremento de la mortalidad seminal (Tabla I). De esta manera, el porcentaje de semillas muertas igualmente se afectó significativamente por la temperatura ( $F=376,74$ ;  $p=0,00$ ), la iluminación ( $F=20,10$ ;  $p=0,00$ ) y la interacción de los factores ( $F=3,02$ ;  $p=0,03$ ). El rango de 25°C/45°C resultó letal en ambas condiciones de iluminación.



**Fig. 2.** Efecto de la temperatura y la iluminación en el porcentaje de germinación final de semillas frescas de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita*.

**Fig. 2.** Effect of temperature and illumination on the final germination percentage of fresh seeds of *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita*.

**TABLA I**

**Efecto de la temperatura y la iluminación sobre el porcentaje de semillas muertas de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita***

**TABLE I**

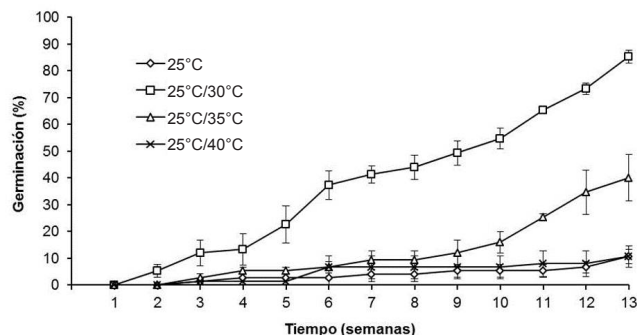
**Effect of temperature and illumination on percentage of dead seeds of *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita***

Temperatura	Semillas muertas (%)	
	Luz	Oscuridad
25°C	0 ± 0	9,33 ± 3,39
25°C/30°C	0 ± 0	5,33 ± 2,49
25°C/35°C	34,67 ± 4,42	56 ± 6,18
25°C/40°C	76 ± 4,52	85,33 ± 2,49
25°C/45°C	100 ± 0	100 ± 0

La temperatura de 25°C/30°C también favoreció la velocidad del proceso germinativo. La germinación comenzó a partir de la segunda semana en esta temperatura y una semana más tarde en las restantes (Figura 3), con un comportamiento errático en todos los casos. La germinación de las semillas que estuvieron en 25°C y fueron transferidas a 25°C/30°C se reanudó dos semanas después de la siembra y en 6 semanas se obtuvo el 90 % de germinación final (Figura 4). El índice de germinación relativo a la luz en 25°C/30°C fue 0,63.

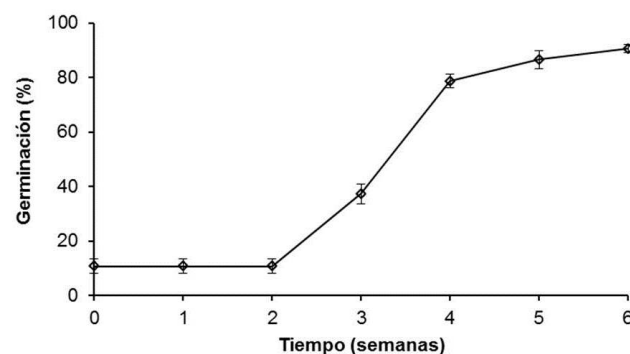
**Clases de dormancia seminal**

El embrión creció previo a la germinación (Figura 1B). Las cubiertas seminales resultaron permeables, ya que se observó un incremento en masa seminal de más de un 10 % en las primeras 24 horas de contacto con el agua (Figura 5). La mayor parte de la germinación ocurrió después de las cuatro semanas en todos los rangos de temperatura evaluados (Figura 3). Esta parte del lote se consideró con dormancia morfofisiológica y las semillas que germinaron antes de las cuatro semanas, con dormancia morfológica. De acuerdo a los resultados alcanzados en 25°C/30°C, solo un 13 % del lote presentó dormancia morfológica.



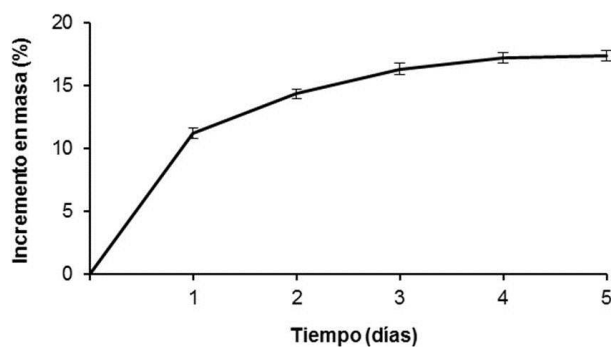
**Fig. 3.** Germinación acumulativa de semillas frescas de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* expuestas a diferentes temperaturas bajo iguales condiciones de iluminación.

**Fig. 3.** Cumulating germination of fresh seeds of *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* exposed to different temperatures under equal light conditions.



**Fig. 4.** Germinación acumulativa de semillas de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* que estuvieron 13 semanas a la luz en 25°C y fueron transferidas posteriormente a 25°C/30°C.

**Fig. 4.** Cumulative germination of seeds of *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* that were 13 weeks light at 25°C and were subsequently transferred to 25°C/30°C.



**Fig. 5.** Patrón de hidratación en agua de semillas frescas de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita*.

**Fig. 5.** Water hydration pattern of fresh seeds of *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita*.

## DISCUSIÓN

Las dimensiones seminales de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* registradas durante el estudio coinciden con los resultados de Pinares (2004), taxón que según Leiva (1999), posee los frutos más grandes del género. Semillas grandes también en términos de masa (> 3 mg) y casi esféricas, como lo demuestra la varianza de las dimensiones, son rasgos que dificultan la formación de bancos de semillas persistentes en el suelo (Thompson & al. 1993). De acuerdo con estos autores, las semillas persistentes tienden a ser pequeñas y aplanadas, debido a su probabilidad de entierro y el relativo escape a depredadores.

En este sentido, varios autores han señalado la importancia de los dispersores de semillas, especialmente mamíferos, en especies de palmas con grandes diásporas; ya que estos animales frecuentemente entierran los frutos, y así favorecen su conservación y eventual exposición a condiciones favorables de germinación (Svenning 2001, Grenha & al. 2010). Según observaciones de campo (Pinares 2004) y entrevistas realizadas a los pobladores locales (Martínez & Miranda 2010), es posible que en la dispersión de esta palma participen roedores; pero este aspecto no está bien estudiado.

Otro elemento en contra de la posible persistencia de las semillas en el suelo, es el alto valor de contenido de humedad encontrado. Dicho valor sugiere que podrían ser clasificadas como recalcitrantes (sensibles a la desecación), según su conducta de almacenamiento (Hong & Ellis 1996). Generalmente las semillas de las palmas tienen altos contenidos de humedad; pero en la familia están presentes los tres tipos de conducta de almacenamiento en correspondencia con el hábitat (Orozco-Segovia & al. 2003). Criterios como la ecología de las plantas, el peso y contenido de humedad de las semillas, pueden ser utilizados para predecir la conducta de almacenamiento. De este modo, semillas grandes (peso de 1 000 semillas > 25 g), con contenidos de humedad superiores a 30 % y de hábitats húmedos, son potencialmente recalcitrantes (Hong & Ellis 1996).

La reducida población natural de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* habita en un bosque de galería y en un bosque semideciduo mesófilo secundario, donde los individuos se distribuyen cercanos a los afluentes de dos ríos de la zona (Pinares 2004). Por lo tanto, este ambiente húmedo hace que se cumplan tres de las variables predictivas de una conducta de almacenamiento recalcitrante y sugiere que su distribución está limitada por la disponibilidad de agua. Contradictoriamente, la distribución de la mayor parte de las especies del género está estrechamente

relacionada con la aridez o baja disponibilidad de agua en el suelo: a menudo en la piedra caliza costera, suelos arenosos silíceos o derivados de serpentina con drenaje agudo y suelos arcillosos, pesados, donde la estación seca es muy larga y severa (Moya & Leiva 2000). Sin embargo, *Euterpe edulis* Mart. constituye un ejemplo de una palma con semillas recalcitrantes que muestra una marcada germinación a bajos potenciales hídricos (Braz & al. 2014).

Las semillas de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* presentaron el embrión lineal poco desarrollado típico de la familia *Arecaceae* (Baskin & Baskin 2014b). Este tipo de embrión y el crecimiento previo a la germinación (desplazamiento del opérculo), confirmaron la presencia de dormancia morfológica en las semillas. El patrón de hidratación descartó la impermeabilidad de las cubiertas al agua y por tanto, la posibilidad de dormancia física; mientras que el tiempo que tardaron las semillas para germinar, determinó la existencia de dormancia morfofisiológica en el lote. La presencia de estas dos clases de dormancia (morfológica y morfofisiológica), coincide con el criterio de Baskin & Baskin (2014b) acerca de las clases de dormancia que tienen las palmas.

Debe tenerse en cuenta que en este estudio la germinación fue evaluada en semillas sin pericarpo y definida como el desplazamiento del opérculo por alargamiento del peciolo cotiledonar. Si el experimento se hubiese realizado con la unidad de dispersión natural (fruto), o se hubiese evaluado la germinación a partir de la emergencia de las plántulas, es posible que solo se hubiese observado dormancia morfofisiológica. En muchas palmas, las cubiertas seminales, específicamente el endocarpo, ofrecen una resistencia mecánica que retrasa significativamente la germinación (Pérez & al. 2008, Ribeiro & al. 2011, Baskin & Baskin 2014b). Aunque las semillas de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* poseen un pericarpo carnoso, relativamente fácil de eliminar cuando están maduras, no se conoce el efecto que pudiera tener sobre la germinación.

Solo un 13 % de las semillas germinó antes de las 4 semanas en la temperatura óptima, por lo que consideramos que la dormancia morfofisiológica fue la principal clase de dormancia en el lote. De hecho, se plantea que esta es la clase de dormancia más importante en la familia (Baskin & Baskin 2014b). En condiciones naturales, los frutos llegan al suelo en época de lluvia, etapa que podría desencadenar la germinación de las semillas con dormancia morfológica, si se tiene en cuenta que los requerimientos para que el embrión crezca en semillas con este tipo de dormancia son un sustrato húmedo y adecuadas temperaturas

(Baskin & Baskin 2014a). Un segundo grupo, el de semillas con dormancia morfofisiológica, podría representar una estrategia adaptativa de la especie para garantizar el establecimiento de las plántulas en una etapa más tardía dentro de la época lluviosa. Esta germinación asincrónica podría reducir la competencia intraespecífica de las plántulas, así como permitir que las semillas que germinen más lento sean dispersadas secundariamente por las corrientes de agua después de una lluvia, u otros factores. También, podría reducir la mortalidad de las plántulas por ataque de patógenos, si estos son abundantes en un momento de la época de lluvia. La sensibilidad al ambiente aportada por la dormancia en general y por la dormancia fisiológica en particular, aparece como una característica clave en la diversificación de las plantas, lo que permite a las semillas evitar la germinación durante períodos que son sólo efímeramente favorables (Willis & al. 2014, Cochrane & al. 2015).

La ocurrencia de germinación tanto a la luz como en oscuridad constante, unida al valor obtenido para el índice de germinación relativo a la luz, indica que la especie no es fotoblástica, aunque la luz favoreció el proceso de germinación. Orozco-Segovia & al. (2003) sugieren que en la mayoría de las palmas las semillas son indiferentes a la luz. Varios trabajos confirman este criterio (Pérez & al. 2008, Braz & al. 2014, Braz & al. 2015); aunque semillas de *Lytocaryum weddellianum* (H. Wendel.) Tol., por ejemplo, exhiben una marcada disminución de la germinación bajo condiciones de oscuridad (Braz & al. 2014). Los requerimientos de luz también están fuertemente correlacionados con el tamaño de la semilla, de modo que la luz como señal de germinación se vuelve menos importante en especies con semillas de gran tamaño como la "palma petate" (Milberg & al. 2000). Por otro lado, los requerimientos de luz para la germinación pueden variar con la temperatura (Bewley & al. 2013, Baskin & Baskin 2014a), lo que pudiera justificar las diferencias encontradas entre los rangos de temperatura evaluados (Figura 2).

En el estudio realizado por Pinares (2004) con semillas de la población natural, se informa que la emergencia de las plántulas comenzó a los 46 días de sembradas a temperatura ambiente. Las semillas fueron previamente hidratadas durante 24 horas y se colocaron a una profundidad del sustrato similar al tamaño de las mismas. Estos resultados no descartan la existencia de dormancia morfológica, ya que pueden transcurrir más de 20 días desde el desplazamiento del opérculo hasta la emergencia de la plántula (observación personal). Por su parte, Carpenter & Ostmark (1989) hacen referencia a un trabajo de Loomis (1958) con *Coccothrinax crinita*, donde se refirió que temperaturas de 25°C a 35°C promueven la germinación de esta especie en 37 días.

La mayoría de las palmas son termófilas, ya que las temperaturas óptimas para germinar se encuentran entre los 30°C/40°C (Orozco-Segovia & al. 2003). Algunas presentan mejores respuestas germinativas a temperaturas constantes (Pérez & al. 2008), mientras que otras requieren de temperaturas alternas para obtener mayores porcentajes de germinación (Carpenter 1988). Según nuestros resultados, 25°C/30°C fue el rango de temperatura óptimo para la germinación, no solo porque en él se alcanzaron los máximos valores de germinación final, sino porque aceleró dicho proceso con relación al resto de las temperaturas. Además, las semillas que no germinaron estaban vivas. La disminución de la germinación y el aumento de la mortalidad seminal en las temperaturas superiores a 30°C, indican que el taxón es sensible al incremento de la temperatura.

También resulta interesante la respuesta germinativa de las semillas que estuvieron a 25°C. El experimento de resiembra evidenció que dicha temperatura impone termoinhibición, ya que el proceso germinativo se reanudó en la temperatura óptima. Dicho comportamiento se ha observado en especies tropicales pioneras (Sánchez & Muñoz 2004), así como en otras palmas del mismo género (datos no publicados). Sin embargo, Muñoz & al. (2006) no encontraron diferencias significativas en la velocidad y el porcentaje de germinación final en semillas frescas de *Coccothrinax fragrans* Burret sembradas a 25°C y 25°C/35°C.

El comportamiento germinativo de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* sugiere un nicho de germinación estrecho con respecto a la temperatura. La distribución puntual que tiene la subespecie, independientemente de los problemas de conservación actuales provocados por el hombre, pudiera estar asociada a este fenómeno. Especies con amplios rangos de distribución también presentan amplios nichos de germinación (Donohue & al. 2010, Braz & al. 2014), aunque dicho comportamiento no es una constante (Xu & al. 2017). Estos estudios constituyen uno de los primeros pasos en la comprensión de la capacidad de las especies para colonizar determinados hábitats (Braz & al. 2015). En adición, la amplitud del nicho de germinación determina parcialmente cómo las especies responderán en relación con su capacidad de regeneración bajo futuras condiciones ambientales alteradas (Donohue & al. 2010). Sin embargo, una compleja interacción de factores determina la distribución de las palmas (Svenning 2001, Eiserhardt & al. 2011) y a pesar de la alta especialización de microhábitats, todavía es escasa la información sobre nichos de germinación en este grupo de plantas (Braz & al. 2014).

## CONCLUSIONES

Características morfofisiológicas y del hábitat sugieren que las semillas de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita* pudieran tener una conducta de almacenamiento recalcitrante. La luz no constituyó un requerimiento para la germinación, pero la posible necesidad de ambientes húmedos y la demostrada sensibilidad al aumento de la temperatura pudieran limitar la distribución del taxón en el escenario ambiental actual o frente a los cambios climáticos futuros.

La dormancia morfofisiológica fue la más importante, lo que puede conferirle una ventaja adaptativa a esta palma, pero podría retrasar la obtención de plántulas en vivero. En este sentido, sería necesario evaluar diferentes tratamientos pregerminativos para acelerar y sincronizar la germinación. También sería adecuado confirmar la conducta de almacenamiento, así como evaluar la germinación bajo condiciones de estrés hídrico. No obstante, con la información obtenida en el presente estudio se recomienda sembrar las semillas frescas sin pericarpo en un sustrato húmedo y en condiciones de semisombra.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada en el marco del proyecto "Componentes de la diversidad biológica empleados por las familias cubanas en la medicina natural y tradicional". El trabajo está dedicado a la memoria de la Dra. Ángela T. Leiva.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral. Ecol.* 26: 32-46.

Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 2007. A revision of Martin's seed classification system, with particular reference to his dwarf-seed type. *Seed Sci. Res.* 17: 11-20.

Baskin, C.C. & Baskin, J.M. 2014a. Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego.

Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 2014b. What kind of seed dormancy might palms have? *Seed Sci. Res.* 24: 17-22.

Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W.M. & Nonogaki, H. 2013. Seeds: physiology of development, germination and dormancy. Springer, New York.

Borhidi, A. 1996. Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba. Akademiai Nyomda. Martonvazar, Hungary.

Braz, M.I.G., Ferreira, R.M., Portela, R.C.Q. & Mattos, E.A. 2015. Ample germination ability under wide-ranging environmental conditions in a common understory tropical palm. *Plant Spec. Biol.* 31: 211-218.

Braz, M.I.G., Portela, R.C.Q., Cosme, L.H.M., Marques, V.G.C. & Mattos, E.A. 2014. Germination niche breadth differs in two co-occurring palms of the Atlantic Rainforest. *Nat. Conservacao* 12: 124-128.

Carpenter, W.J. 1988. Temperature affects seed germination of four Florida palm species. *Hort Sci.* 23: 336-337.

Carpenter, W.J. & Ostmark, E.R. 1989. Temperature and desiccation effect on seed germination of *Coccothrinax argentata*. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 102: 252-254.

Cochrane, A., Colin, J.Y., Gemma, L.H. & Nicotra A.B. 2015. Will among-population variation in seed traits improve the chance of species persistence under climate change? *Global Ecol. Biogeogr.* 24: 12-24.

Donohue, K., Rubio de Casas, R., Burghardt, L., Kovach, K. & Willis, C.G. 2010. Germination, postgermination adaptation, and species ecological ranges. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 41: 293-319.

Eiserhardt, W.L., Svenning, J.C., Kissling, W.D. & Balslev, H. 2011. Geographical ecology of the palms (*Arecaceae*): determinants of diversity and distributions across spatial scales. *Ann. Bot.* 108: 1391-1416.

Funes, G., Díaz, S. & Venier, P. 2009. La temperatura como principal determinante de la germinación en especies del Chaco seco de Argentina. *Ecol. Austral.* 19: 129-138.

González-Torres, L.R., Palmarola, A., González-Oliva, L., Bécquer, E.R., Testé, E. & Barrios, D. (Eds.). 2016. Lista roja de la flora de Cuba. *Bissea* 10 (número especial 1): 1-352.

Grenha, V., Macedo, M.V., Pires, A.S. & Monteiro, R.F. 2010. The role of *Cerradomys subflavus* (Rodentia, Cricetidae) as seed predator and disperser of the palm *Allagoptera arenaria*. *Mastozool. Neotrop.* 17: 61-68.

Hammer, Ø. 2015. PAST. Paleontological statistics. Version 3.11. Reference Manual. Natural History Museum. University of Oslo.

Hong, T.D. & Ellis, R.H. 1996. A protocol to determine seed storage behaviour. International Plant Genetic Resources Institute, Technical Bulletin No. 1. Italy.

ISTA (International Seed Testing Association). 2007. International rules for seed testing. Bassersdorf, Suiza.

Jiménez-Alfaro, B., Silveira, F.A.O., Fidelis, A., Poschlod, P. & Commander, L.E. 2016. Seed germination traits can contribute better to plant community ecology. *J. Veg. Sci.* 27: 627-645.

Leiva, A.T. 1999. Las palmas en Cuba. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba.

Martínez, J.I. & Miranda, J. 2010. Etnobotánica y educación para la conservación de *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita*, Palma Petate (*Arecaceae*). *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 30-31: 91-95.

Martínez, J.I. 2016. Conservación de la "palma petate" en el occidente de Cuba. *Bissea* 10 (número especial 1): 56.

- Milberg, P., Andersson, L. & Thompson, K. 2000. Large-seeded species are less dependent on light for germination than small-seeded ones. *Seed Sci. Res.* 10: 99-104.
- Montejo, L.A., Sánchez, J.A. & Muñoz, B. 2005. Dormancy and germination in *Talipariti elatum* seeds. *Bot. Complut.* 29: 57-62.
- Moya, C.E. & Leiva, A.T. 2000. Checklist of the Palms of Cuba, with Notes on their Ecology, Distribution and Conservation. *Palms* 44: 69-84.
- Muñoz, B., Sánchez, J.A., Montejo, L.A. & Pino, C.A. 2006. Consideraciones sobre la germinación de *Coccothrinax fragrans* Burret. *Acta Bot. Cub.* 195: 32-35.
- Orozco-Segovia, A., Batis, A.I., Rojas-Aréchiga, M. & Mendoza, A. 2003. Seed Biology of Palms: A Review. *Palms* 47: 79-94.
- Pérez, H.E., Criley, R.A. & Baskin, C.C. 2008. Promoting germination in dormant seeds of *Pritchardia remota* (Kuntze) Beck., an endangered palm endemic to Hawaii. *Nat. Area J.* 28: 251-260.
- Pinares, A. 2004. Estudios para la conservación integrada de *Coccothrinax crinita* Becc. (Palma Petate). Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Biología Vegetal. Jardín Botánico Nacional, La Habana.
- Ribeiro, L.M., Oliveira, T.G.S., Carvalho, V.S., Silva, P.O., Neves, S.C. & Garcia, Q.S. 2012. The behaviour of macaw palm (*Acrocomia aculeata*) seeds during storage. *Seed Sci. & Technol.* 40: 344-353.
- Ribeiro, L.M., Souza, P.P., Rodrigues Jr., A.G., Oliveira, T.G.S., & Garcia, Q.S. 2011. Overcoming dormancy in macaw palm diaspores, a tropical species with potential for use as bio-fuel. *Seed Sci. & Technol.* 39: 303-317.
- Sánchez, J.A. & Muñoz, B. 2004. Effects of hydration and scarification treatments on the germination of *Trichospermum mexicanum*. *Seed Sci. & Technol.* 32: 621-627.
- Sánchez, J.A., Montejo, L. & Pernús, M. 2015. Germinación de nuestras semillas: factor de éxito en la restauración ecológica. Pp. 130-145. En: Menéndez L., Arellano, M. & Alcolado, P.M. (Eds.) ¿Tendremos desarrollo socioeconómico sin conservación de la biodiversidad? Experiencias del Proyecto Sabana-Camagüey en paisajes productivos. Editorial AMA. La Habana. Cuba.
- Svenning, J.C. 2001. On the role of microenvironmental heterogeneity in the ecology and diversification of neotropical rain-forest palms (*Areaceae*). *Bot. Rev.* 67: 1-53.
- Thompson, K., Band, S.R. & Hodgson, J.G. 1993. Seed size and shape predict persistence in soil. *Funct. Ecol.* 7: 236-241.
- Verdecia, R. & Barrios, D. 2015. *Coccothrinax crinita* subsp. *crinita*. *Bissea* 9 (número especial 4): 57.
- Willis, C.G., Baskin, C.C., Baskin, J.M., Auld, J.R., Venable, D.L., Cavender-Bares, J., Donohue, K., Rubio de Casas, R. & The NESCent Germination Working Group. 2014. The evolution of seed dormancy: environmental cues, evolutionary hubs, and diversification of the seed plants. *New Phytol.* 203: 300-309.
- Xu, J., Li, W., Zhang, C., Liu, W. & Du, G. 2017. The determinants of seed germination in an alpine/subalpine community on the Eastern Qinghai-Tibetan Plateau. *Ecol. Eng.* 98: 114-122.