

Influencia de las especies arbustivas sobre el éxito reproductivo de la tortuga verde en la Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba

Influence of shrub species over the reproductive success of green turtles in Guanahacabibes Peninsula, Pinar del Río, Cuba

Claudia Cabrera Guerra¹, Julia Azanza Ricardo^{2,*}, Ryan Betancourt Ávila¹, Fernando Bretos³ y Pedro Pérez Álvarez²

RESUMEN

El éxito de eclosión de los nidos de tortugas marinas depende de diversos factores, tales como la vegetación. Sin embargo, es escasa la información sobre el efecto del tipo de vegetación en el éxito reproductivo de tortugas marinas. De 10 especies censadas en el complejo de vegetación de costa arenosa, se seleccionaron solo *Suriana maritima* y *Tournefortia gnaphalodes* porque fueron las únicas especies arbustivas encontradas en todos los muestreos. Por tanto, en el presente trabajo se compararon ambas especies en cuanto a su altura, diámetro mayor del follaje y la longitud mayor de la sombra, así como el éxito de anidación, período de incubación y el éxito de emergencia en nidos de tortuga verde asociados a dichas especies. El estudio se realizó durante 2015 y 2016 en las playas Antonio, La Barca y El Holandés de la Península de Guanahacabibes. De las tres variables que se compararon entre especies vegetales, el diámetro fue el único con diferencias significativas y fue mayor en *T. gnaphalodes*. El éxito de anidación estuvo relacionado con las especies arbustivas, con un mayor número de intentos de anidación asociados a *S. maritima* ($U_{(34)}=1054$; $p<0,01$). No se detectaron diferencias en el período de incubación entre los nidos según la especie arbustiva ($U_{(13)}=160$; $p=0,18$). En cambio, existen diferencias significativas para el éxito de emergencia ($U_{(32)}=581$; $p<0,05$) que fue mayor en *S. maritima*. Las evidencias encontradas de que la especie arbustiva asociada a los nidos afecta los parámetros del desarrollo embrionario, demuestran la necesidad de realizar estudios ecológicos más abarcadores que brinden la información necesaria para asegurar el éxito reproductivo de las poblaciones de tortugas marinas en Cuba.

Palabras clave: conducta de anidación, *Tournefortia gnaphalodes*, *Suriana maritima*

ABSTRACT

Hatching success of sea turtle nests depends on the interaction of many factors, including vegetation. However, information about the effect of vegetation type on marine turtles' reproductive success is scarce. Of 10 surveyed species of the sandy coast vegetation complex, only *Suriana maritima* and *Tournefortia gnaphalodes* were selected because they were the only shrub species present in all assessments. For these reasons, the height, largest diameter of the foliage and high length of the shadow are compared between species as well as the nesting success, incubation period and emergency success in sea turtle nests associated with them. This research was conducted during 2015 and 2016 in beaches Antonio, La Barca and El Holandés of Guanahacabibes Peninsula. Among the three variables compared between species, the diameter was the only one with significant differences and was greater in *T. gnaphalodes*. Nesting success was also related to the shrub species, with a greater number of nesting attempts associated with *S. maritima* ($U_{(34)}=1054$; $p<0,01$). No differences were detected in the incubation period between the nests according to the species of shrub ($U_{(13)}=160$; $p=0,18$). In contrast, there are significant differences in the hatchlings emergence success ($U_{(32)}=581$; $p<0,05$), which was higher in *S. maritima*. Evidences found indicating that the shrubby species associated with nests affects parameters of embryonic development, demonstrate the need to carry out more comprehensive ecological studies to provide the necessary information to ensure the reproductive success of marine turtles' populations in Cuba.

Keywords: nesting behavior, *Tournefortia gnaphalodes*, *Suriana maritima*

Recibido: febrero 2019 **Aceptado:** junio 2019

Publicado online 31 de diciembre de 2019. ISSN 2410-5546 RNPS 2372 (DIGITAL) - ISSN 0253-5696 RNPS 0060 (IMPRESA)

INTRODUCCIÓN

La vegetación que conforma los paisajes litorales tiene gran importancia porque las especies vegetales contribuyen a la estabilidad de dicho ecosistema (Ferro & *al.* 2015) y tienen diversos roles ecológicos. El éxito de

eclosión de los nidos de tortugas marinas depende de la interacción de muchos factores, entre los que se encuentra la presencia o ausencia de vegetación (Janzen 1994). Las especies vegetales pueden generar condiciones favorables o desfavorables para la selección de sitios de anidación (Coudert 2009). Sin embargo, son escasos los trabajos dirigidos a detectar diferencias en el éxito reproductivo en dependencia de las especies de plantas que predominen en un área de anidación en particular. Entre ellos se encuentra Ferro & *al.* (2013), que indican que existen especies arbustivas en la península de Guanahacabibes que por su abundancia, cobertura, porte y características de dominancia influyen en mayor

¹Facultad de Biología, Universidad de La Habana. Calle 25, N° 455, Vedado, La Habana, Cuba. C.P. 10400. ²Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Universidad de La Habana. Avenida Salvador Allende 1110, e/ Infanta y Avenida Boyeros, Quinta de los Molinos, La Habana, Cuba. C.P. 10400. ³Cuba Marine Research & Conservation, Patricia and Phillip Frost Museum of Science. 3280 South Miami Avenue, Miami, Florida, USA. C.P. 33129. *Autor para la correspondencia (e-mail: julia_dragmarino@yahoo.es). Editor encargado: José Ángel García-Beltrán.

medida en el proceso de anidación de las tortugas marinas. Ferro & al. (2013, 2014a, 2014b) destacan que la presencia de *Tournefortia gnaphalodes* influye negativamente en la anidación de las tortugas marinas. La textura, longitud y fortaleza de las raíces no es igual en todas las especies vegetales. Según Bustard & Greenham (1968) las raicillas de las plantas, junto a la humedad, logran la consistencia adecuada de la arena y evitan que los nidos se derrumben; pero plantean que cuando las raíces forman una manta tupida o crecen demasiado pueden representar un obstáculo para la excavación del nido. Además, se debe tener en cuenta que las raíces muy desarrolladas influyen de forma negativa sobre el éxito de emergencia. Estas pueden penetrar en las cámaras del nido destruyendo los huevos, provocando malformaciones en los neonatos (Bouchard & Bjorndal 2000) u ocasionar que algunas crías queden atrapadas en las raíces (Azanza 2009). En general, la presencia de plantas con raíces cortas y suaves aglutina la arena, lo cual favorece la excavación de la cámara de incubación (Mortimer 1995), mientras que aquellas con raíces largas y duras pueden dificultarla (Chen & Cheng 1999).

Por otra parte, las especies vegetales juegan un papel decisivo en la duración del período de incubación pues en los nidos bajo sombra los neonatos completan de forma óptima su desarrollo (García & al. 2019). En la actualidad se buscan alternativas para disminuir las altas temperaturas de incubación que se están produciendo por los efectos del cambio climático. Se ha encontrado

que el uso de sombra para la incubación puede reducir la producción de hembras en un 30 % (Esteban & al. 2018). Si se pretende utilizar la siembra de plantas para el manejo de la sombra, es esencial conocer el efecto que tiene la vegetación sobre el éxito reproductivo de las tortugas marinas ya que el efecto negativo que puede provocar una especie vegetal puede ser mayor que el posible impacto de una alta producción de hembras. Por lo que cabe preguntarse ¿La presencia de vegetación arbustiva incide negativamente en el éxito de anidación? ¿Varía el éxito reproductivo según la especie arbustiva presente? Para determinar si la vegetación afecta de algún modo la anidación, en el presente trabajo se realiza la caracterización de la morfometría de *Suriana maritima* y *Tournefortia gnaphalodes* y el efecto de estas especies sobre el éxito de anidación, éxito de emergencia de las crías y el período de incubación en nidos de tortuga verde.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El muestreo se realizó en tres playas: Antonio (21,90° N; -84,66° W), La Barca (21,85° N; -84,75° W) y El Holandés (21,83° N; -84,77° W), situadas al suroccidente de Cuba en la Península de Guanahacabibes como se muestra en Figura 1. Estas playas fueron seleccionadas porque tenían personal permanentemente para dar seguimiento a la anidación durante el pico de la temporada reproductiva. Las playas poseen diferencias en su geomorfología según Forneiro (2013). En cuanto a la

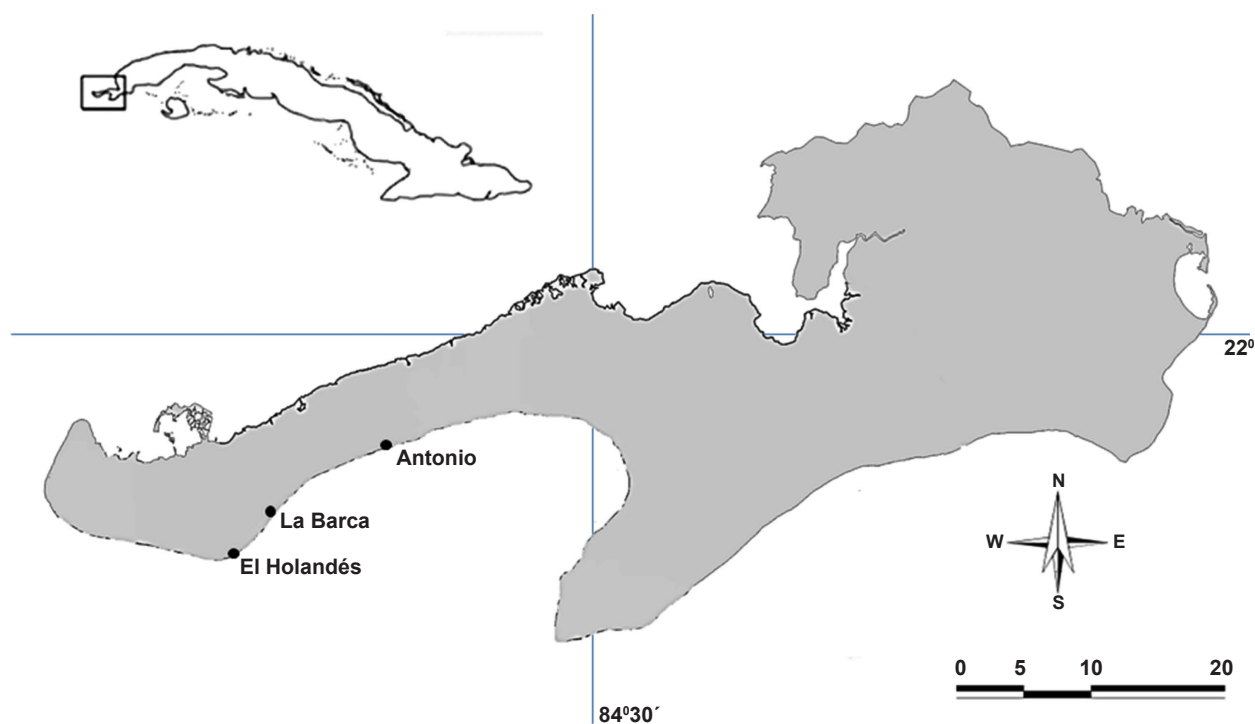


Fig. 1. Ubicación de las playas de anidación de tortugas marinas estudiadas en la Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba occidental.
Fig. 1. Location of sea turtle nesting beach that were studied in the Guanahacabibes Peninsula, Pinar del Río, western Cuba.

orientación geográfica Antonio se orienta de este a oeste, La Barca de noreste a suroeste y El Holandés de sureste a noroeste. La penetrabilidad de la arena es mayor en Antonio (50,78 cm) que en La Barca (44,93 cm) y no se cuenta con información sobre El Holandés. Así mismo ocurre para el tamaño del grano de arena que es mayor en Antonio con 0,68 mm que en La Barca con 0,59 mm.

Caracterización del éxito reproductivo

El estudio se realizó en los meses de junio a septiembre del 2015 y 2016. La colecta de los datos se hizo según el protocolo del Programa Nacional de tortugas marinas (Moncada & al. 2013). Se analizó la anidación de tortuga verde (*Chelonia mydas*) porque está estrechamente relacionada con la vegetación (Chen & Cheng 1999) y en las playas de estudio es la que aporta la mayor parte de la anidación. Los nidos se marcaron con estacas y se ubicaron en croquis para localizarlos posteriormente. Se vigiló diariamente la eclosión por el personal capacitado. La fecha en que emergieron los neonatos se restó a la fecha de puesta y se obtuvo el período de incubación (número de días que dura el desarrollo embrionario). Al llegar los neonatos a la superficie de la arena se contaron, se anotó cualquier anomalía y se liberaron. Posteriormente, se excavó el nido para analizar su contenido. El éxito de emergencia se determinó dividiendo el total de neonatos que llegaron a la superficie (o el total de cascarones menos el número de neonatos muertos al nacer si no se contaron los neonatos) por el total de huevos (total de cascarones + total de huevos sin eclosionar).

Para determinar la distribución espacial de las especies vegetales se elaboró un perfil por playa en el cual se registraron todas las especies que se encontraban a lo largo de un transecto de 1 m de ancho trazado desde la línea de marea alta hasta la zona de vegetación

secundaria (en caso de existir). Las especies se identificaron a partir del protocolo de Ferro & al. (2013) con lo cual se elaboró un inventario de presencia/ausencia para las tres playas analizadas en los años de estudio.

Se determinó la presencia de *Suriana maritima* o *Tournefortia gnaphalodes* a menos 0,5 m de distancia de cada nido. Sólo se tuvieron en cuenta estas dos especies arbustivas del complejo de vegetación de costa arenosa por ser las más abundantes y solamente se analizaron los nidos ubicados hasta 10 m de la línea de marea alta para evitar el efecto de la distancia sobre el éxito reproductivo (30 nidos cerca de *S. maritima* y 12 nidos cerca de *T. gnaphalodes*). Estas especies se muestran en la Figura 2. Además, en playa La Barca, se midió con cinta métrica la altura y el diámetro mayor del follaje de 20 individuos de *S. maritima* y 20 de *T. gnaphalodes*, así como la longitud mayor de la sombra proyectada a las 9:00 am. La selección de los individuos antes mencionados se realizó con un muestreo sistemático en el cual, a partir del primer individuo encontrado y dejando dos por el medio, se muestrearon todos los individuos. La forma de medir estas variables se ejemplifica en la Figura 3.

Para determinar el efecto de la presencia de una especie vegetal en el éxito de anidación se cuantificó el número de intentos que realizó cada hembra en un área en particular hasta que logró anidar. Luego se determinó si en esta área existía alguna de las especies arbustivas estudiadas. No se tuvieron en cuenta los eventos que no concluyeron con la anidación ni aquellos en los que estaba presente más de una especie de arbusto para no confundir los efectos para un total de 54 casos analizados para *Suriana maritima* y 18 para *Tournefortia gnaphalodes*.

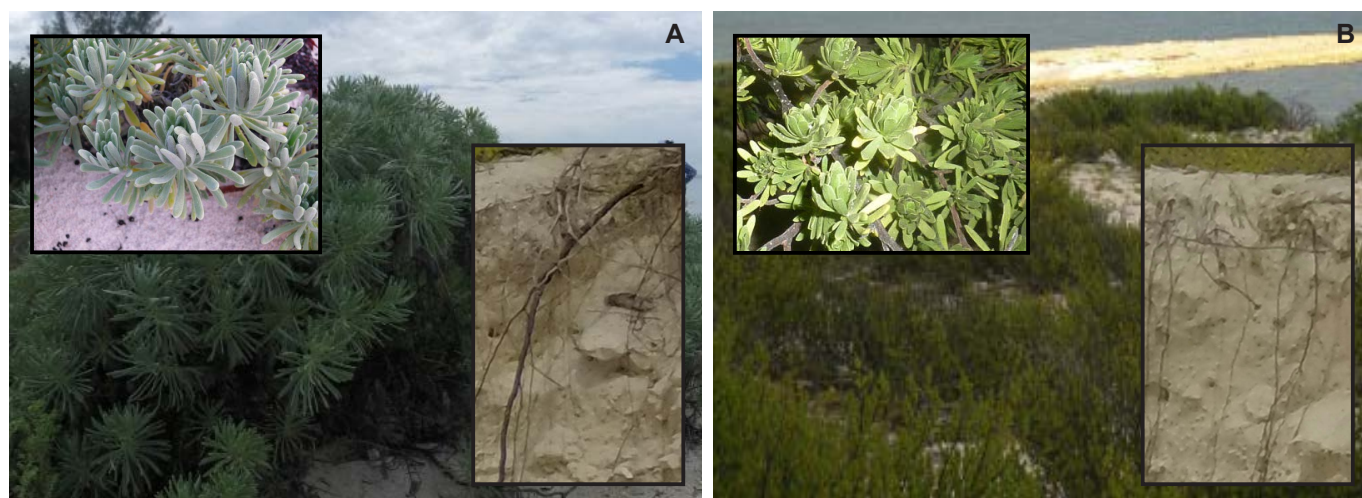


Fig. 2. Especies arbustivas consideradas en el estudio del efecto del tipo de vegetación en el éxito reproductivo de *Chelonia mydas*: *Tournefortia gnaphalodes* (A) y *Suriana maritima* (B). Se presentan detalles de las hojas y de las raíces de ambas especies. Fotos: R. Betancourt.

Fig. 2. Species of shrub considered in the study of the effect of vegetation type on the reproductive success of *Chelonia mydas*: *Tournefortia gnaphalodes* (A) and *Suriana maritima* (B). Details of the leaves and roots are presented. Photos: R. Betancourt.

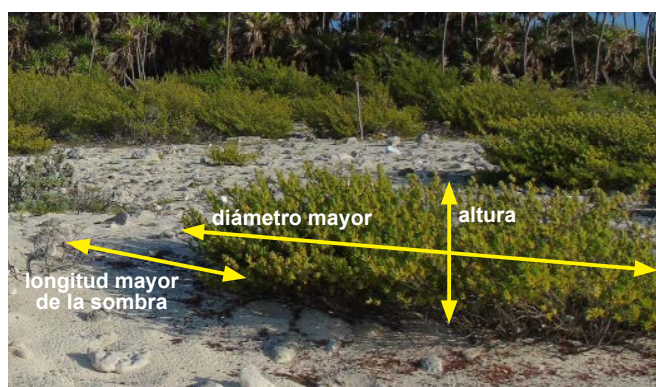


Fig. 3. Representación de las variables evaluadas para comparar las dos especies arbustivas en playa La Barca, Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba occidental. Altura: altura mayor del arbusto. Diámetro mayor: distancia máxima entre extremos opuestos del follaje. Longitud mayor de la sombra, proyectada por el arbusto a las 9:00 de la mañana. Foto: R. Betancourt.

Fig. 3. Representation of the variables evaluated to compare the two shrub species at La Barca beach, Guanahacabibes Peninsula, Pinar del Río, western Cuba. Height: greater height of the shrub. Larger diameter: maximum distance between opposite ends of the foliage. High length of the shadow, projected by the bush at 9:00 in the morning. Photo: R. Betancourt.

Análisis de los datos

Se construyó un gráfico de frecuencias relativas para analizar el número de intentos realizados por las tortugas según su cercanía a *Suriana maritima* o a *Tournefortia gnaphalodes*. Para las pruebas de hipótesis se comprobó el cumplimiento de las premisas paramétricas. Se empleó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov para la normalidad y la prueba de Levene para la homogeneidad de varianza. La prueba t de Student se empleó para comparar la altura, el diámetro mayor del follaje y la longitud mayor proyectada por la de sombra entre las especies *S. maritima* y *T. gnaphalodes*. La

influencia de estas especies en el éxito de anidación, emergencia y el período de incubación se determinó mediante la prueba U de Mann-Whitney debido al pequeño tamaño de muestra, la asimetría en la distribución y la falta de homogeneidad en las varianzas. Se calculó la potencia *a posteriori* de las pruebas en las que no se encontraron diferencias significativas. Se tomó en cuenta para todas las pruebas un nivel de significación del 5 %. Las pruebas se realizaron en el programa STATISTICA 7.0.

RESULTADOS

Características de la vegetación y su efecto en el éxito reproductivo

De las 10 especies censadas *Tournefortia gnaphalodes* y *Suriana maritima* son las dos únicas que aparecen en las tres playas y en los dos años de muestreo (Tabla I). Les sigue *Cyperus planifolius*, que fue observado en la mayoría de los censos, aunque no aparece en El Holandés en el 2016. Las especies *Euphorbia* sp. y *Flaveria linearis* tienen en común que fueron encontradas en todas las playas, pero solamente en el 2015 en el primer caso y 2016 en el segundo. *Ipomea pes-caprae* sólo se registró en La Barca y El Holandés. Finalmente, *Cenchrus tribuloides*, *Coccoloba uvifera*, *Stachytarpheta jamaicensis* y *Paspalum* sp. estuvieron poco representadas.

Se puede observar en la Figura 4 cómo se distribuyen las especies vegetales en las playas Antonio, La Barca y El Holandés. En Antonio se encuentran intercalados los arbustos de *Suriana maritima* y *Tournefortia gnaphalodes* con algunos ejemplares de herbáceas. Al final de la playa aparece el guanal donde predomina *Thrinax radiata* Lodd. ex Schult. & Schult. f. En La Barca se encuentran

TABLA I

Lista de las especies de vegetación costera registradas en los perfiles de las tres playas de estudio durante los censos del 2015 y 2016

TABLE I

List of coastal vegetation species recorded in the profiles three study beaches during the 2015 and 2016 censuses

Especies	Antonio		La Barca		Holandés	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
<i>Tournefortia gnaphalodes</i> (L.) R. Br. ex Roem et Schult.	x	x	x	x	x	x
<i>Suriana maritima</i> L.	x	x	x	x	x	x
<i>Ipomea pes-caprae</i> (L.) Sweet.	x		x	x	x	
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	x					
<i>Euphorbia</i> sp.	x		x		x	
<i>Cyperus planifolius</i> Rich.	x	x	x	x	x	
<i>Cenchrus tribuloides</i> L.		x				x
<i>Flaveria linearis</i> Lag.		x		x		x
<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl		x				
<i>Paspalum</i> sp.			x			

al inicio de la playa los ejemplares de *T. gnaphalodes* con algunos parches de *Ipomoea pes-caprae*. A continuación, se ubican los individuos de *S. maritima* en agrupaciones grandes o pequeños parches. Intercalados aparecen algunos representantes de herbáceas como *Cyperus planifolius*. En El Holandés predomina *T. gnaphalodes* aunque se encuentran individuos de *S. maritima*. Asociado a ambas especies se encuentran individuos de *Euphorbia* sp. El perfil de Antonio y El Holandés es más pronunciado que el de La Barca, lo que hace que la posplaya se forme a una mayor altura sobre el nivel del mar, pero más próxima a la línea de marea. En consecuencia, la franja de vegetación también está más próxima al mar.

Se compararon las dos especies de arbustos en cuanto a tres variables, de las cuales el diámetro fue el único en el que se encontraron diferencias significativas como se ejemplifica en la Figura 5. El diámetro fue mayor en *Tournefortia gnaphalodes* que en *Suriana maritima*. Ni la proyección de la sombra ni la altura fueron diferentes ($t_{altura}=0,61$; $p=0,54$ y $t_{proyección}=1,72$; $p=0,09$) entre las dos especies, aunque el valor medio fue mayor para *S. maritima* en ambos casos.

El éxito de anidación estuvo relacionado con las especies vegetales que predominan en el área. Las tortugas tuvieron un mayor número de intentos de anidación ($U_{(34)}=1054$; $p<0,01$) asociados a *Suriana maritima* (1,68) que a *Tournefortia gnaphalodes* (1,11), como se muestra en la Figura 6. Cuando la anidación ocurrió cercana a *T. gnaphalodes* las hembras sólo realizaron un intento (90 %) o dos como máximo (10 %) para lograr construir el nido exitosamente. Para *S. maritima*, en cambio, los nidos con sólo un intento fueron el 65 % del total registrado y se verificaron hasta cifras superiores a cinco intentos por nido, aunque en baja frecuencia.

En la Figura 7 se muestra que no se detectaron diferencias en el período de incubación entre los nidos según la especie arbustiva ($U_{(13)}=160$; $p=0,18$). Esta variable tuvo un valor medio (en días) de 50,00 para *Suriana maritima* y de 51,61 para *Tournefortia gnaphalodes*. Sin embargo, el período de incubación en los nidos que se encuentran cerca de *S. maritima* tiene mayor dispersión en sus datos (recorrido: 29 días) con un máximo de 69 días y un mínimo de 40 mientras que para *T. gnaphalodes* el recorrido fue mucho menor con solamente 12 días de diferencia entre el máximo (56) y el mínimo (44). En

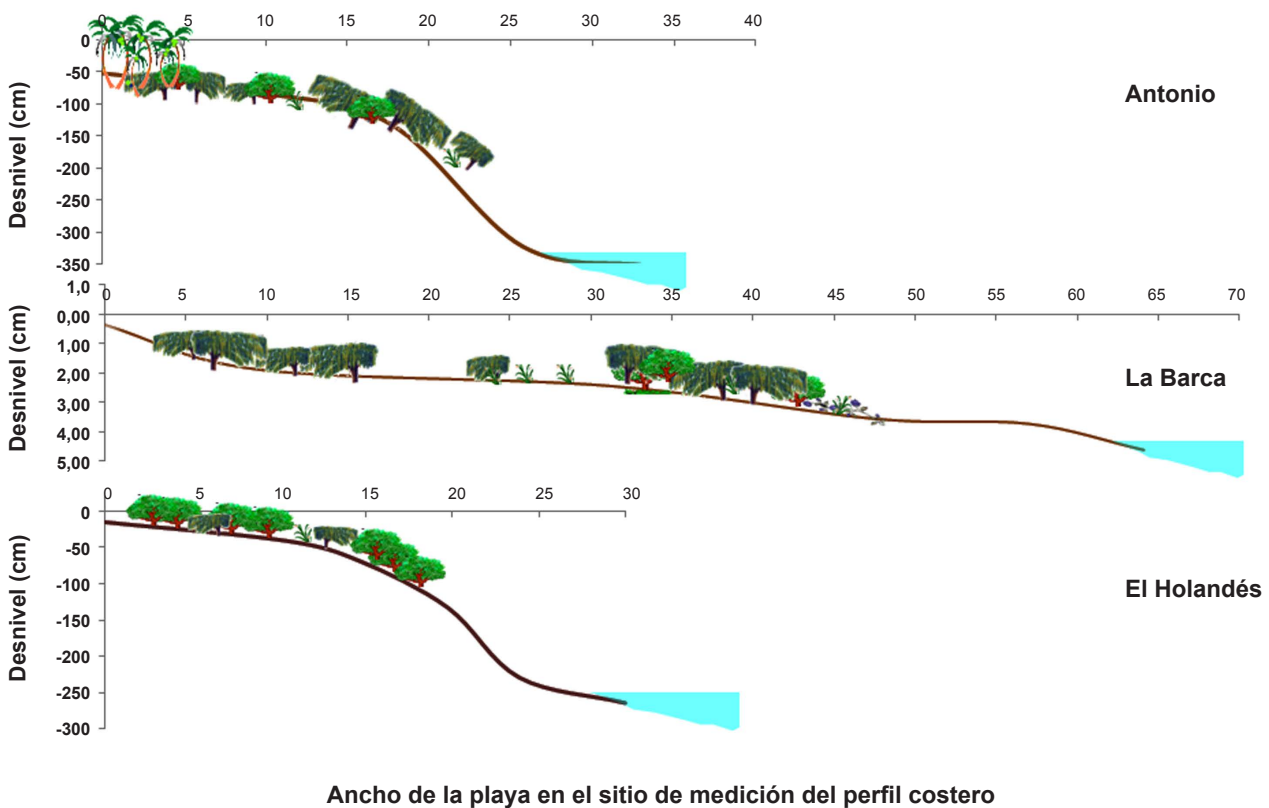


Fig. 4. Diagrama de la distribución de las plantas en playas estudiadas en la Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba occidental, con la distribución de la vegetación de costa arenosa. En color verde claro se representan los individuos de *Tournefortia gnaphalodes* y en verde oscuro los de *Suriana maritima*.

Fig. 4. Diagram of plant distribution of beaches studied in the Guanahacabibes Peninsula, Pinar del Río, western Cuba, with the distribution of sandy coast vegetation. In light green individuals of *Tournefortia gnaphalodes* and in dark green those of *Suriana maritima*.

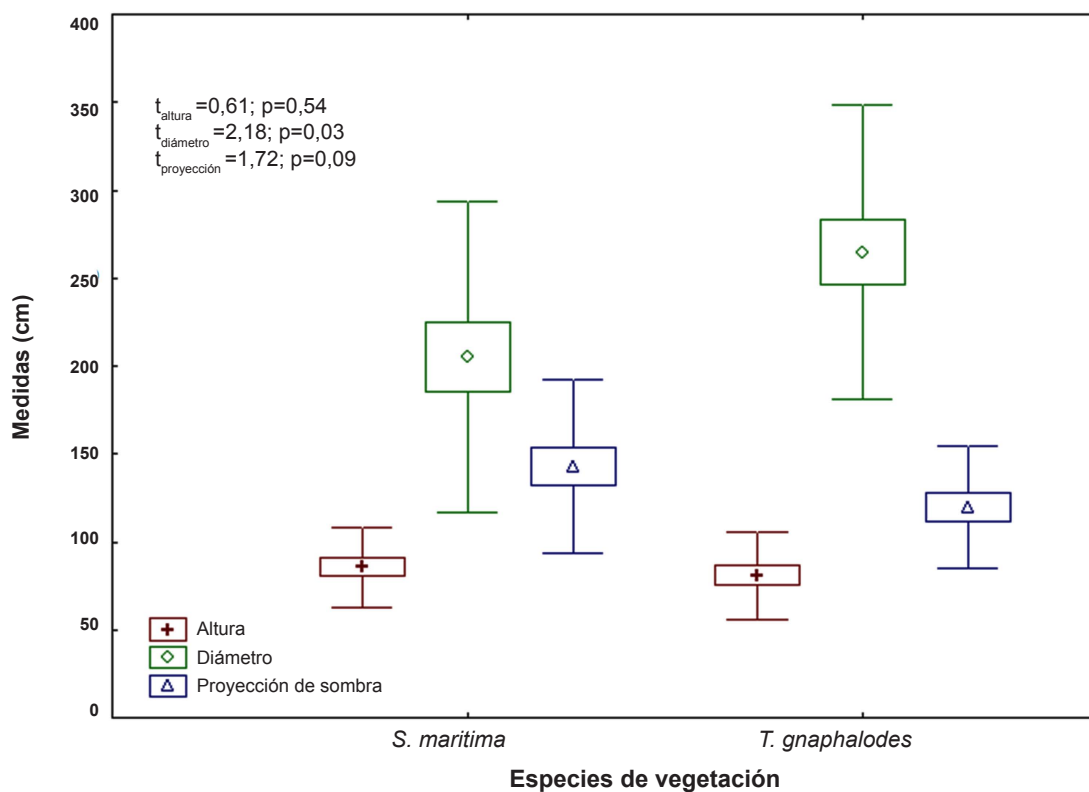


Fig. 5. Comparación de las variables evaluadas en las especies arbustivas: *Suriana maritima* y *Tournefortia gnaphalodes* en tres playas de la Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba occidental.

Fig. 5. Comparison of the variables evaluated in the shrub species: *Suriana maritima* and *Tournefortia gnaphalodes* in three beaches of the Guanahacabibes Peninsula, Pinar del Río, western Cuba.

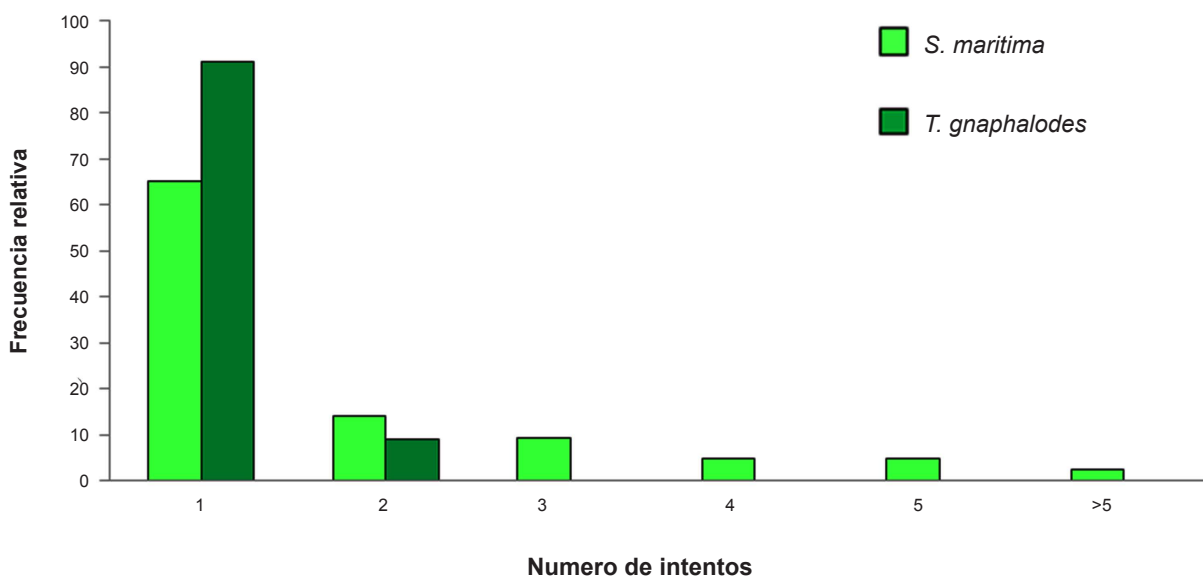


Fig. 6. Número de intentos de anidación de *Chelonia mydas* según su proximidad a las especies arbustivas *Suriana maritima* y *Tournefortia gnaphalodes* en el período 2015-2016 en tres playas de la Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba occidental.

Fig. 6. Number of nesting attempts of *Chelonia mydas* according to its proximity to the shrub species *Suriana maritima* and *Tournefortia gnaphalodes* in the period 2015-2016 in three beaches of the Guanahacabibes Peninsula, Pinar del Río, western Cuba.

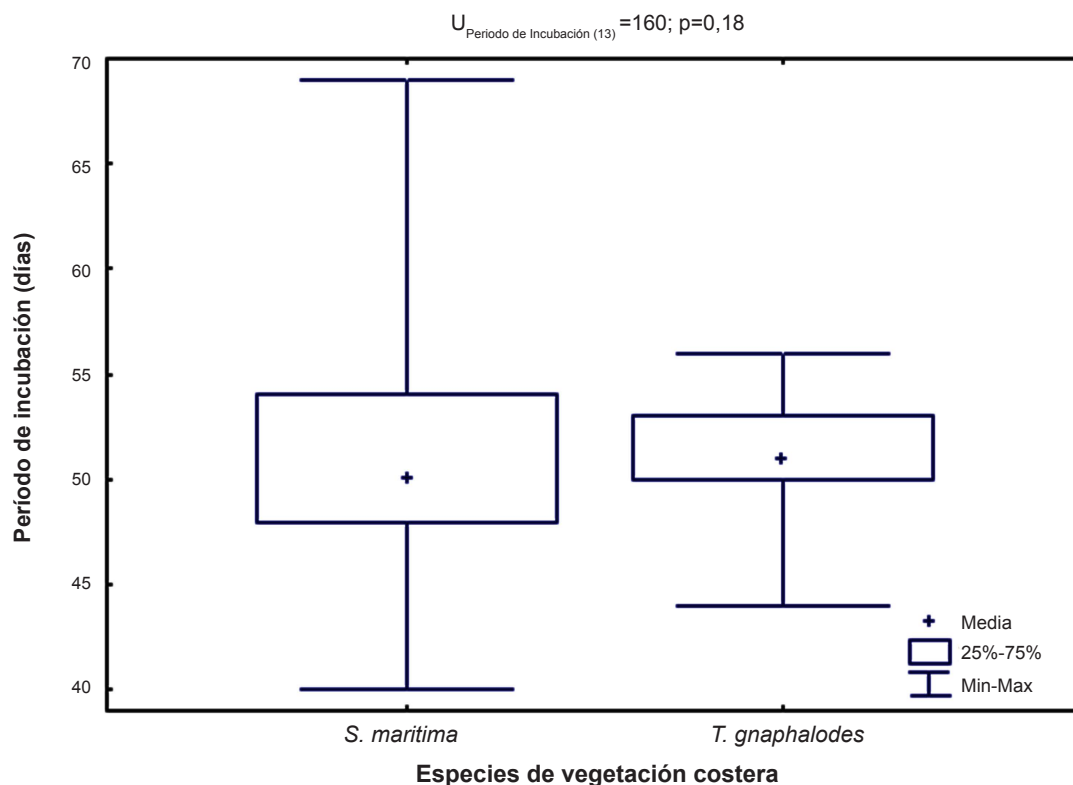


Fig. 7. Período de incubación de los nidos de *Chelonia mydas* según la especie arbustiva predominante (*Suriana maritima* y *Tournefortia gnaphalodes*), en el periodo 2015-2016 en tres playas de la Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba occidental.

Fig. 7. Incubation period of *Chelonia mydas* nests according to the predominant shrub species (*Suriana maritima* and *Tournefortia gnaphalodes*), in the period 2015-2016 in three beaches of the Guanahacabibes Peninsula, Pinar del Río, western Cuba.

cambio, existen diferencias significativas para el éxito de emergencia ($U_{(32)} = 581$; $p < 0,05$) que fue mayor en *S. maritima*. El éxito de emergencia de los nidos (Figura 8) ubicados cerca de *T. gnaphalodes* presentan un valor medio inferior en 4 unidades en comparación con la otra especie vegetal y nunca llegan a alcanzar el 100 %.

DISCUSIÓN

El éxito reproductivo no solo se ve afectado por la presencia de la vegetación (Ditmer & Stapleton 2012), sino también por las especies vegetales que pueden incidir de forma positiva o negativa (Jewell 2000, Forneiro 2013). En las tres playas estudiadas de la península de Guanahacabibes las especies comunes fueron: *Ipomoea pes-caprae*, *Suriana maritima* y *Tournefortia gnaphalodes*. Sin embargo, también se identificaron de manera puntual otras especies vegetales. Esta composición florística concuerda con otros estudios realizados en Cuba, en particular en la región norte de Matanzas (Vilamajó & al. 2010). Sin embargo, según estos autores las principales especies del complejo de costa arenosa son: *Borrhchia arborescens* (L.) DC., *I. pes-caprae*, *I. asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult., *Ernodea littoralis* Sw., *T. gnaphalodes*, *Hymenocallis arenicola* Northr., *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth y *Uniola paniculata* L.

Además, reportan a *I. asarifolia* como la especie más abundante mientras que *S. maritima* no fue registrada.

La presencia de *Tournefortia gnaphalodes* en El Holandés concuerda con Márquez & al. (2013). Además, Estos autores reportan que en esta playa se puede encontrar *Cenchrus tribuloides*, *Suriana maritima*, *Euphorbia* sp. y *Paspalum notatum*. De estas especies, sólo *S. maritima* coincide con las registradas en el presente estudio. Aún no hay una explicación clara de por qué en Antonio y La Barca predomina *S. maritima*, mientras que en El Holandés la especie dominante es *T. gnaphalodes*. Una posible razón es la diferencia en la posición geográfica entre dichas playas. Debido a su orientación de sureste a noroeste, El Holandés se encuentra en una porción de la península con menor protección al oleaje y a los vientos provenientes del sur lo que determina que las tormentas pudieran generar procesos de erosión o acreción con mayor frecuencia que en otras partes de la Península. Las playas que se ubican en esta posición se caracterizan por la presencia de una franja de *T. gnaphalodes* bien establecida y cercana a la línea de marea alta. En cambio, las playas que tienen la orientación este oeste o noreste-suroeste como Antonio y La Barca, aunque presentan también a esta especie

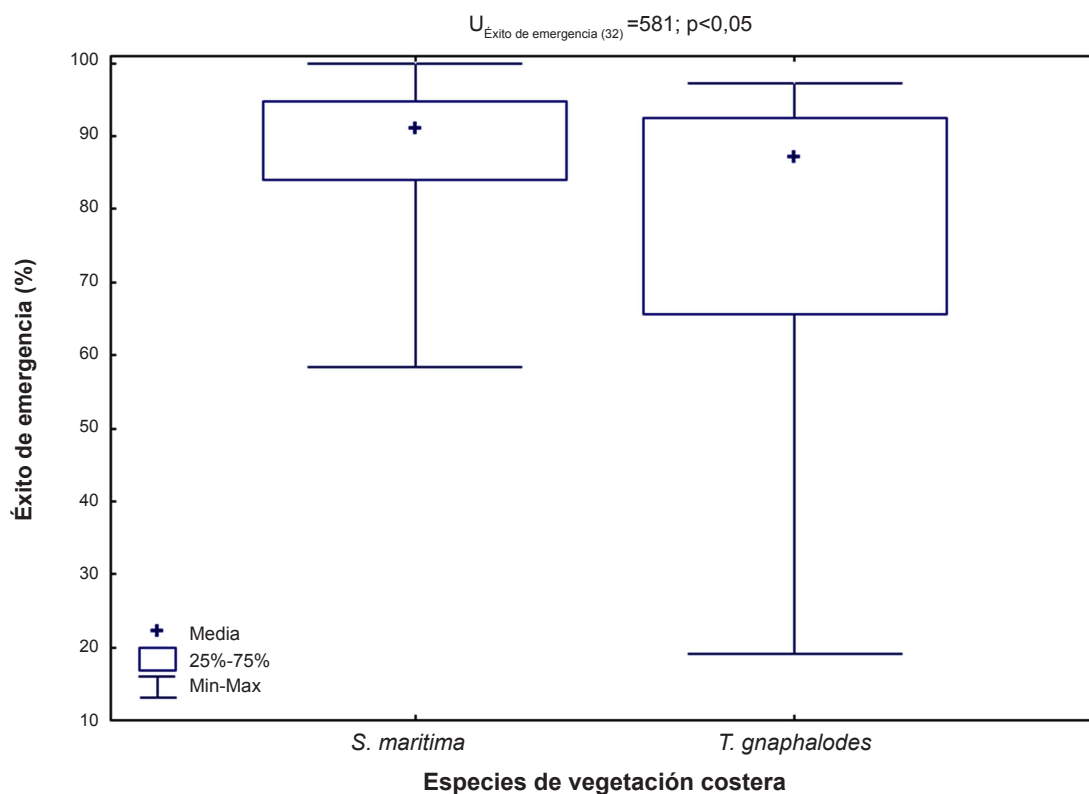


Fig. 8. Éxito de emergencia de los nidos de *Chelonia mydas* según la especie arbustiva predominante (*Suriana maritima* y *Tournefortia gnaphalodes*) en el período 2015-2016 en tres playas de la Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba occidental.

Fig. 8. Emergence success of *Chelonia mydas* nests according to the predominant shrub species (*Suriana maritima* and *Tournefortia gnaphalodes*) in the period 2015-2016 in three beaches of the Guanahacabibes Peninsula, Pinar del Río, western Cuba.

en las primeras porciones de la playa, *S. maritima* es la que se encuentra más establecida. Si consideramos lo reportado por Ferro & al. (2014) que *T. gnaphalodes* tiene una rápida colonización, se puede pensar que esta se establece primero y después le sigue *S. maritima* pero de una forma más lenta. Tal vez, esta dinámica no es posible en las playas exteriores de la península porque su exposición a los eventos meteorológicos extremos no permite el establecimiento de *S. maritima*.

A pesar de ser diferentes las características de las playas estudiadas por Moreno & Espejel (1986) la distribución de las especies vegetales concuerda con el resultado obtenido en este trabajo. A los 5 m de distancia de la línea de marea ellos reportan la presencia de *Ipomoea pes-caprae* y hasta los 12 m se extiende *Tournefortia gnaphalodes*. Mientras que *Suriana maritima* se encuentra a partir de los 10 m. Al final de la playa, se ubican *Coccoloba uvifera* y *Thrinax radiata*. Además, reportan la presencia de herbáceas intercaladas con las especies vegetales mencionadas anteriormente.

Según Mortimer (1995) la presencia de una especie de vegetación con raíces cortas y suaves puede ayudar en la excavación de la cámara de incubación aglutinando

la arena. A diferencia de otras especies vegetales con raíces largas y duras que pueden obstruir que las tortugas hagan los nidos, impidiendo que se depositen los huevos (Chen & Cheng 1999). Se encontró que las tortugas que anidaron cerca de *Tournefortia gnaphalodes* tuvieron un menor número de intentos. Posiblemente, las características morfológicas de la raíz de *Suriana maritima* determinen que la cámara de incubación se destruya con más facilidad. Según Bustard & Greenham (1968) las raicillas, junto a la humedad de la arena, logran la consistencia adecuada del material y evitan que los nidos se derrumben; pero a su vez plantean que cuando las raíces forman una manta tupida o crecen demasiado pueden representar un obstáculo para excavar el nido. Tal vez en el caso de *S. maritima* la densidad de sus raíces no es suficiente para lograr la consistencia adecuada de la arena, de ahí el mayor número de intentos de anidación registrado (Figura 6).

La relación entre el éxito de emergencia y la especie arbustiva concuerda con lo reportado por Ferro & al. (2014), quienes plantean que en las playas de Guanahacabibes la variable que mayor relación tiene con la anidación de las tortugas marinas es la abundancia de *Tournefortia gnaphalodes*. Sin embargo, se debe evaluar

la velocidad de crecimiento de las raíces para cada una de las especies. Puede ser que *T. gnaphalodes* tenga una mayor velocidad de crecimiento en comparación con *Suriana maritima* ya que Ferro & al. (2014) plantea que *T. gnaphalodes* es de rápida colonización. Se ha verificado que las raíces de arbustos penetran en los nidos de tortugas marinas y pueden destruir los huevos con la consecuente disminución del éxito de emergencia de las crías (Bouchard & Bjorndal 2000) incluso, pueden ser la causa de malformaciones. A esto se suma que las raíces de *T. gnaphalodes* son gruesas y profundas (Manner & Elevich 2006) lo que puede afectar la emergencia de las crías a la superficie. No obstante, hasta el momento no hay evidencias de afectaciones directas a los huevos por las raíces de ninguna de las dos especies por lo que se deben evaluar otros efectos como la posible toxicidad de la planta ya que ha sido reportado para otras especies del género la presencia de fenoles y alcaloides (Adler 2000).

Según Braman & al. (2013) la vegetación tiene el potencial de afectar la temperatura y el período de incubación. Los mayores valores del período de incubación están relacionados con los nidos que reciben sombra, pues en estos se registran menores valores de temperatura (Kamel & Mrosovsky 2006). No obstante, no fue posible detectar diferencias en el período de incubación con respecto a las especies vegetales ($U_{(13)} = 160$; $p=0,18$) a pesar de que el diámetro de *Tournefortia gnaphalodes* es mayor por lo que pudiera generar mayor área de sombra sobre los nidos. Esto pudiera ser resultado del pequeño tamaño de la muestra, aunque la potencia de la prueba no fue baja (83 %) o tal vez al hecho de que los nidos no se encuentran en su mayoría debajo de la planta sino en sus cercanías y no se encontraron diferencias entre las especies en cuanto a la proyección de la sombra con una potencia del 40 % ($t_{\text{proyección}} = 1,72$; $p=0,09$). Es necesario incrementar el tiempo de muestreo o abarcar otras playas con mayor abundancia de *T. gnaphalodes* para aumentar el tamaño de muestra.

CONCLUSIONES

Los resultados aportados en la presente investigación contribuyen a esclarecer las complejas relaciones interespecíficas que pueden afectar positiva o negativamente determinados procesos biológicos. Las evidencias encontradas de que la especie arbustiva asociada a los nidos afecta el éxito de anidación y de emergencia de las crías de tortugas marinas, demuestran la necesidad de realizar estudios ecológicos más abarcadores que brinden la información necesaria para asegurar el éxito reproductivo de las poblaciones de tortugas en Cuba.

AGRADECIMIENTOS

A todos los voluntarios que apoyaron de forma desinteresada en la toma de los datos. A *Ocean Foundation*, *Sea Turtles* y *Chelonian Conservation Society* por su apoyo financiero y equipamiento para el desarrollo de la investigación. A la administración del Parque Nacional Guanahacabibes por el apoyo logístico y organizativo. Al Cuerpo de Guardabosques, la ODIG y entidades del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente por las autorizaciones requeridas. A todas estas instituciones, además, por el apoyo logístico brindado. A Carmen González García de la Biblioteca del Jardín Botánico Nacional por facilitar la búsqueda de información bibliográfica. A los revisores anónimos y editores de la Revista del Jardín Botánico Nacional por sus críticas y sugerencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, L.S. 2000. The ecological significance of toxic nectar. *Oikos* 91: 409-420.
- Azanza, J. 2009. Estrategia reproductiva de la tortuga verde, *Chelonia mydas*, (*Testudines*, *Cheloniidae*) y su impacto en la estructura genética de áreas de anidación del occidente del archipiélago cubano. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba.
- Bouchard, S. B. & Bjorndal, K. A. 2000. Sea turtles as biological transporters of nutrients and energy from marine to terrestrial ecosystems. *Ecology* 81: 2305-2313.
- Braman, C., Pahlas, J. & Stapleton, S. 2013. Effect of habitat variability on *Eretmochelys imbricata* incubation temperatures: a pilot study on Long Island, Antigua. En: Tucker, A., Belskis, L., Panagopoulou, A., Rees, A., Frick, M., Williams, K., LeRoux, R. & Stewart, K. (Ed.). Proceeding of the 33rd Annual Symposium on sea turtle biology and conservation. NOAA Tech. Mem NMFS-SEFSC-645: 171 pp.
- Bustard, H. R. & Greenham, P. 1968. Physical and chemical factors affecting hatching in the green sea turtle, *Chelonia mydas* (L.). *Ecology* 49(2): 269-276.
- Chen, T. H. & Cheng, I. J. 1999. Breeding biology of the green turtles, *Chelonia mydas* (*Reptilia: Cheloniidae*) on Wan-an Island, Peng-hu Archipelago. II. Nest site selection. *Mar. Biol.* 133: 603-609.
- Ditmer, M. A. & Stapleton, S. P. 2012. Factors affecting hatch success of hawksbill sea turtles on Long Island, Antigua, West Indies. *PLoS one*. 7(7): 38472-38484.
- Esteban, N., Laloë, J. O., Kiggen, F. S. P. L., Ubels, S. M., Becking, L. E., Meesters, E. H., Berkel, J., Hays G. C. & Christianen, M. J. A. 2018. Optimism for mitigation of climate warming impacts for sea turtles through nest shading and relocation. *Sci. Rep.* 8: 17625.
- Ferro, J., Cobián, D., Camejo, J. A., Márquez, L., Mujica, E., Delgado, F. & Castañeira, M. A. 2013. Acercamiento al estado actual de las poblaciones de *Tournefortia gnaphalodes* (L.) R.Br. ex Roem. & Schul. (*Boraginaceae*) y *Suriana maritima* (L.) Bisse (*Simaroubaceae*) en playas del Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba, como evidencia de perturbaciones post huracanes; su relación con la anidación de tortugas marinas. Pp. 188-199. En: Fernández & Volepedo (Ed.). Evaluación de los cambios de estado de ecosistemas degradados de Iberoamérica. Programa

- Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED. Buenos Aires, Argentina.
- Ferro, J. & Castañeira, M. A. 2014a. Programa de Monitoreo de Vegetación de Costa Arenosa. Pp. 67-80. En: Hernández Ávila, A. (Ed.). Reporte de avance del Sistema de Monitoreo de la Biodiversidad. Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana, Cuba.
- Ferro, J., Castañeira, M. A., Mujica, E., Camejo, J. A., Delgado, F., Godínez, D., Abad, G., Hernández, R., García, L. Y., Gutiérrez, A. & Valdés, J. A. 2014b. Resultados del Programa de vegetación de costa arenosa. Pp. 76-97. En: Hernández Ávila, A. (Ed.). Estado actual de la biodiversidad marino-costera, en la región de los Archipiélagos del Sur de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana, Cuba.
- Ferro, J., Castañeira, M. A., Mujica, E., Camejo, J. A., Delgado, F., Godínez, D., Abad, G., Hernández, R., García, L. Y. & Gutiérrez, A. 2015. Diversidad florística en playas de la región Archipiélagos del Sur de Cuba. *Ecovida* 5(1): 89-101.
- Forneiro, M. V. Y. 2013. Indicadores reproductivos de *Chelonia mydas* (Reptilia: Cheloniidae) y su relación con características físico-geográficas de playas de anidación del suroccidente de Cuba. Tesis de Maestría. Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Cuba.
- García, G.J., Meraz, J. F., Arcos, J. L. & Ramírez, E. 2019. Incubation temperatures, sex ratio and hatching success of leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in two protected hatcheries on the central Mexican coast of the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Ani. Biod. Cons.* 42(1): 143-152.
- Janzen, F. J. 1994. Vegetational cover predicts the sex ratio of hatchling turtles nests. *Ecology* 75: 1593-1596.
- Jewell, S. D. 2000. Multi-species recovery plans. *Endang. Species Res.* 25(3): 31.
- Kamel, S. J. & Mrosovsky, N. 2006. Deforestation: risk of sex ratio distortion in hawksbill sea turtles. *Ecol. App.* 16: 923-931.
- Manner, H. I. & Elevitch, C. R. 2006. *Tournefortia argentea* (tree heliotrope). <http://www.agroforestry.org/free-publications/traditional-tree-profiles/>. 11 de mayo 2017.
- Márquez, L.I. L., Ferro, J., Márquez, L., Varela, R., Camejo, J. A. & Cobián, D. 2013. Primer reporte de *Scaevola sericea* y *S. plumieri* (Goodeniaceae) en la península de Guanahacabibes, Cuba. Acercamiento a la historia natural de una invasión biológica en un área protegida. *Ecovida* 4(1): 89-100.
- Moncada, G. F., Azanza, J., Nodarse, G., Medina, Y., Forneiro, Y. & Gerhartz, J.L. 2013. Pp. 84. En: Protocolo para el monitoreo de la anidación de tortugas marinas en Cuba. Proyecto GEF-PNUD "Aplicación de un enfoque regional al manejo de las áreas marino-costeras en la región Archipiélagos del Sur de Cuba". Centro Nacional de Áreas Protegidas. La Habana, Cuba.
- Moreno, C. P. & Espejel, I. 1986. Classification and ordination of coastal sand dune vegetation along the Gulf and Caribbean Sea of Mexico. *Plant Ecol.* 66(3): 147-182.
- Mortimer, J. A. 1995. Factors Influencing Beach Selection by Nesting Sea Turtles. Pp. 45-52. En: Bjorndal, K. A. (Ed.). Biology and conservation of sea turtles. Smithsonian Inst. Press. Washington D.C., USA.
- Vilamajó, D., Ricardo, N. E., Capote, R. P., González, A. & Cabrera, L. 2010. La Vegetación de la Provincia Matanzas, Cuba. *Act. Bot. Cub.* 209: 33-50.