

Efecto del fuego sobre la estructura poblacional de *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* (Hypericaceae) en la Reserva Ecológica Los Pretiles, Cuba

Effect of fires on the population structure of *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* (Hypericaceae) in the Ecological Reserve Los Pretiles, Cuba

José Angel García-Beltrán^{1,*}, José Luis Fiallo Ruiz², Nashelly Esquivel Crespo², Katherine Meirama Ross², Ihosvany Rodríguez Pérez², Banessa Falcón Hidalgo¹, Vidal Pérez Hernández³ y Luis Roberto González-Torres⁴

RESUMEN

Los incendios constituyen disturbios ecológicos que alteran la estructura de las poblaciones, y en consecuencia la respuesta demográfica está determinada por los atributos particulares de cada especie. Por ello, la presente investigación evalúa el efecto del fuego sobre una población de *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* a través de su estructura poblacional. Se caracterizó la estructura de la población en zonas no quemadas y quemadas. En la zona quemada, los adultos reproductivos medios existen en mayor número y densidad respecto a la no quemada, lo cual pudo estar determinado por una explosión poblacional post-fuego. Por su lado, las clases por debajo de los adultos reproductivos medios resultaron menores en la zona quemada, probablemente relacionado con reclutamientos de individuos cada vez menores en cada generación debido a la reducción de los niveles de nutrientes posterior al fuego producto de la lixiviación. Ello se reflejó en las densidades de estas clases así como en la densidad general, las que resultaron similares entre ambas zonas. Por otra parte, las menores dimensiones encontradas en adultos reproductivos medios y pequeños en la zona quemada del pinar también indican las condiciones del hábitat posterior al fuego, en las que el déficit de nutrientes afectó el crecimiento de los individuos. No obstante, las similares dimensiones encontradas entre los adultos vegetativos de ambas zonas podrían indicar la recuperación de los niveles de nutrientes en la zona quemada del pinar, dado fundamentalmente por la acumulación de materia orgánica.

Palabras clave: pinar, disponibilidad de nutrientes, densidad poblacional, incendios forestales, variables morfométricas

ABSTRACT

Fires are ecological disturbances that change the structure of populations, and accordingly demographic response is determined by the particular attributes of each species. The present study evaluates the effect of fire on a population of *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* through its population structure. The structure of the population in unburned and burned areas was characterized. In the burned area, medium reproductive adult occurs in larger numbers and its density is higher in comparison to the unburned area, this pattern could have been determined by a post-fire population explosion. On the other hand, the classes below the medium reproductive adult were less represented in the burned area, probably as a consequence of the continue decline on the recruitment of younger individuals of each generation due to the reduction of nutrient levels after the fire. This pattern matches the similarity of the densities of these performance classes and the overall density between both areas. Furthermore, the smaller dimensions found in medium and small breeding adults in the burned area of the pine forest also indicates the nutrient deficiency that affected the growth of the individuals after the fire. However, similar dimensions found among vegetative adults of both areas may indicate the recovery of the levels of nutrients in the burned area of the pine forest to the pre-fire levels, by the accumulation of organic matter.

Keywords: pine forests, availability of nutrients, populational density, forest fires, morphometric variables

Recibido: diciembre 2015 **Aceptado:** enero 2016

INTRODUCCIÓN

Una de las mayores amenazas a la biodiversidad es la pérdida y degradación de hábitats (Begoña 2002), la cual tiene en los incendios una de sus principales causas. Los fuegos, usualmente asociados a malos manejos, constituyen eventos que destruyen vastas extensiones de ecosistemas altamente diversos (González-Torres & al. 2013). En este sentido, constituyen disturbios que alteran

la estructura de las poblaciones e influyen en la recolonización de las especies en las zonas afectadas (Quintana-Ascencio & al. 1998).

Los pinares constituyen uno de los ecosistemas más afectados por el fuego, pues la lenta descomposición de las acículas conlleva a la acumulación de grandes cantidades de materia orgánica (combustible), además, de la presencia de resinas volátiles (Martínez 2006). En Cuba, la provincia Pinar del Río es una de las más afectadas por los incendios forestales (Acosta & Paretas 2011), debido en parte a las amplias extensiones de pinares que posee (Martínez 2006). Los pinares de esta provincia son uno de los centros distintivos de diversidad

¹Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana. ²Facultad de Biología, Universidad de la Habana. ³Jardín Botánico de Pinar del Río, Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales ECOVIDA.

⁴Universidad de British Columbia, Canadá.

*Autor para correspondencia (e-mail: joseangel@rect.uh.cu).

de plantas que albergan numerosos endémicos cubanos (Davis & al. 1997). Entre ellas varias especies del género *Hypericum*, tres de las cuales habitan en ecosistemas de arenas cuarcíticas (Cejas & Herrera 1995). Precisamente, la población de *Hypericum styphelioides* A. Rich. subsp. *styphelioides* en el pinar sobre arenas cuarcíticas de la Reserva Ecológica Los Pretiles ha estado sometida en un pasado reciente a incendios forestales frecuentes en parte de su área ocupada.

Por otra parte, Quintana-Ascencio & al. (1998) refieren para *Hypericum cumulicola* (Small) P. Adams que la abundancia poblacional se incrementa ante el fuego. No obstante, intervalos irregulares de incendios resultaron en una probabilidad de extinción mayor respecto a intervalos regulares (Quintana-Ascencio & al. 2003). Al respecto, es importante destacar que la respuesta demográfica de las plantas al fuego está determinada por los atributos particulares de cada especie (Noble & Slatyer 1980, Menges & Kohfeldt 1995), es decir, es especie-específica y a las características del fuego (Whelan 1995). En este sentido, la presente investigación evalúa el efecto del fuego sobre una población de *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* a través de su estructura poblacional. Esta metodología, a pesar de constituir un registro puntual de la dinámica poblacional (Begoña 2002), permitirá caracterizar la población y dilucidar la respuesta específica de esta especie ante el fuego. Para lo cual, el

estudio se propone como objetivo: caracterizar y comparar la estructura poblacional de *H. styphelioides* subsp. *styphelioides* en las zonas no quemada y quemada en el pinar sobre arenas cuarcíticas de la Reserva Ecológica Los Pretiles, Mantua, Pinar del Río, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en junio de 2015, en el pinar sobre arenas cuarcíticas de la Reserva Ecológica Los Pretiles, la cual se localiza en el noroeste del municipio Mantua, Pinar del Río (Figura 1). Las arenas cuarcíticas ocupan gran parte del suelo en el área protegida y forman una capa superficial de aproximadamente 60 cm de espesor, por debajo de la cual se encuentra la turba en descomposición. Debido a ello, el suelo es muy pobre en nutrientes (Novo & al. 2011).

Los muestreos se realizaron en el sector 1 “La Isla” de la Reserva Ecológica Los Pretiles, en dos zonas del pinar, una no quemada y otra quemada, separadas 1,0 km entre sí (Figura 1). La zona no quemada se ubica en el subsector 1, cercana al Rincón del Patabán; mientras la zona quemada, ubicada en el subsector 2 “Calzada estrecha”, estuvo sometida a continuos incendios desde 1999 hasta 2005 aproximadamente, según el especialista principal del área protegida (N. Hernández, com. pers.).

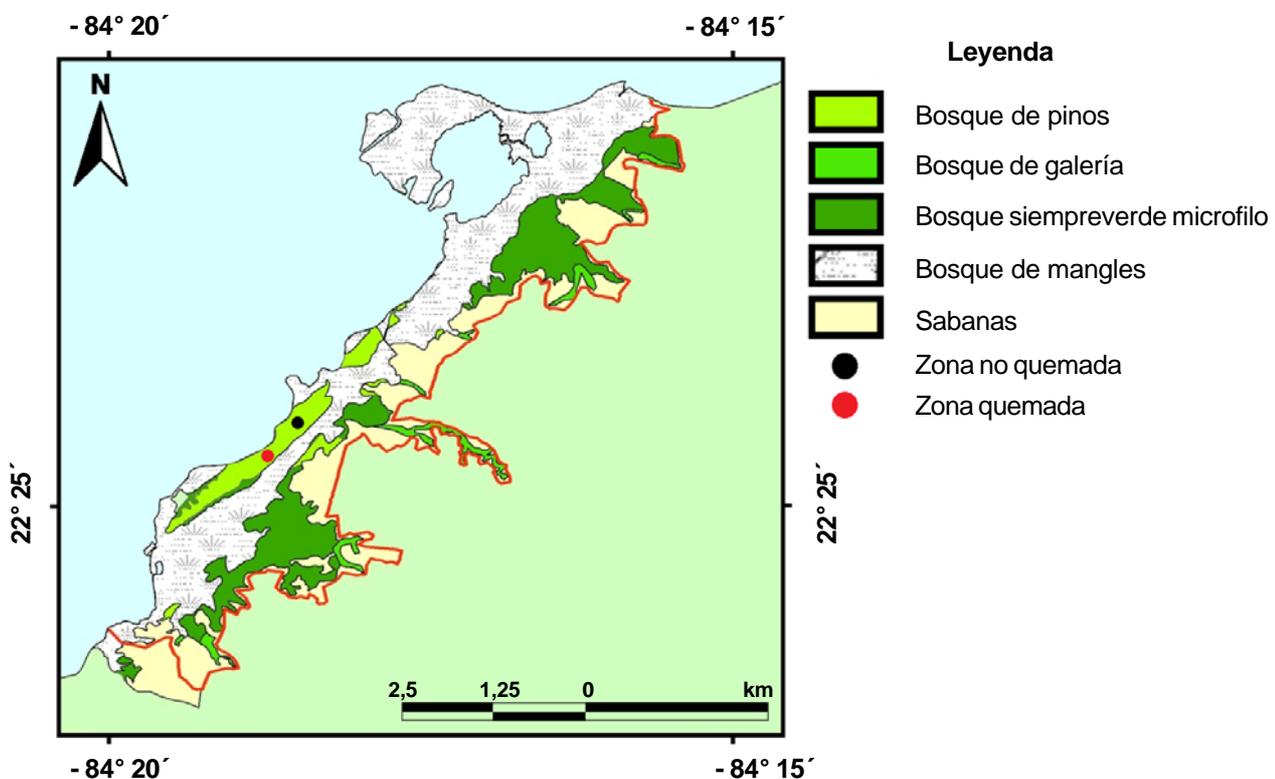


Fig. 1. Mapa de formaciones vegetales de la Reserva Ecológica Los Pretiles, Mantua, Pinar del Río, Cuba. (Fuente: Novo & al. 2011).

Fig. 1. Vegetation map of the Ecological Reserve Los Pretiles, Mantua, Pinar del Río, Cuba. (Source: Novo & al. 2011).

La zona no quemada se caracteriza por un estrato arbóreo abierto formado por *Pinus tropicalis* Morelet y un estrato arbustivo compuesto por *Chrysobalanus icaco* L., *Acoelorrhapha wrightii* (Griseb. & H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc., *Clusia rosea* Jacq., *Lyonia ekmanii* Urb., *L. lucida* (Lam.) K. Koch, *Tabebuia lepidophylla* (A. Rich.) Greenm., *Hypericum nitidum* Lam., *H. styphelioides* subsp. *styphelioides*, *Morella cerifera* (L.) Small y *Byrsonima pinetorum* Griseb. El estrato herbáceo es denso y rico en especies de gramíneas, ciperáceas y ericacauláceas; se presentan algunas lianas herbáceas como *Metastelma linearifolium* A. Rich. y *Cassytha filiformis* L. Por otra parte, la zona quemada se caracteriza por tener los estrato arbóreo y arbustivo abiertos, el primero formado por *P. tropicalis* y el segundo por gran número de *A. wrightii* e *H. styphelioides* subsp. *styphelioides*. El estrato herbáceo es denso y domina *Xyris mantuensis* Urquiola & Kral, mientras que como trepadora se destaca la abundancia de *C. filiformis*.

Taxon objeto de estudio

Hypericum styphelioides A. Rich. subsp. *styphelioides* (Figura 2A) es un arbusto de hasta 2 m de altura conocido como hierba de verraco (Alain 1953). Las hojas son opuestas, ± apretadas formando cuatro hileras a lo largo del tallo, ± fuertemente coriáceas (Robson 1987). Las flores son amarillas, pentámeras, de 15-50(-70) mm de diámetro, 1 o 2 terminales en las ramas (Figura 2B), con las hojas cercanas casi involucrales. Los sépalos son persistentes y los pétalos poseen la base gradualmente inequilátera, unguiculada y gruesa. Los estambres son numerosos y se disponen círculos con los filamentos libres (Richard 1845). El fruto es una cápsula 5-valvar multi-seminal, más pequeña que los sépalos y con los 5 estilos persistentes en el ápice (Alain 1953). Respecto a las restantes subespecies, Robson (1987) distingue *H. styphelioides* subsp. *styphelioides* por la presencia de hojas oblanceoladas a estrechamente obovadas, ± densamente imbricadas, rectas (vs. hojas estrechamente elípticas a estrechamente oblongas, no imbricadas y a menudo curvadas en *Hypericum styphelioides* subsp. *clarensense* Lippold), con 7-11 venas basales y glándulas no prominentes (vs. 5-7 venas basales y glándulas prominentes en *Hypericum styphelioides* subsp. *moaense* Lippold).

Estructura poblacional

En el pinar sobre arenas cuarcíticas de la Reserva Ecológica Los Pretiles se realizó un muestro sistemático por parcelas cuadradas de 6,25 m² (2,5 m x 2,5 m), espaciadas cada 10 m entre sí en el sentido horizontal y paralelo a la línea de costa y cada 15 m en el sentido vertical perpendicular a la línea de costa a la línea de costa. Se establecieron 15 parcelas: 9 en la zona no quemada y 6 en la zona quemada. El mayor número de parcelas establecidas en la zona no quemada se debe a



Fig. 2. *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides*. A. Hábito (Foto: J. A. García-Beltrán). B. Rama con flor (Foto: R. Pérez).

Fig. 2. *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides*. A. Hábit (Photo: J. A. García-Beltrán). B. Branch with flower (Photo: R. Pérez).

la mayor área que ocupa respecto a la zona quemada, con el objetivo de lograr una representatividad equivalente de las áreas a comparar.

En cada parcela se contó el número de individuos y a cada uno se le midió: altura de la planta, diámetro basal, altura a la primera rama, diámetro y longitud así como cantidad de ramificaciones (bifurcaciones) de la primera rama y área de la copa (Figura 3). Para el cálculo de esta última se asumió el área de la elipse y se obtuvo por medio de la multiplicación de los diámetros mayor y menor de la copa del arbusto. Se registró la presencia de botones,

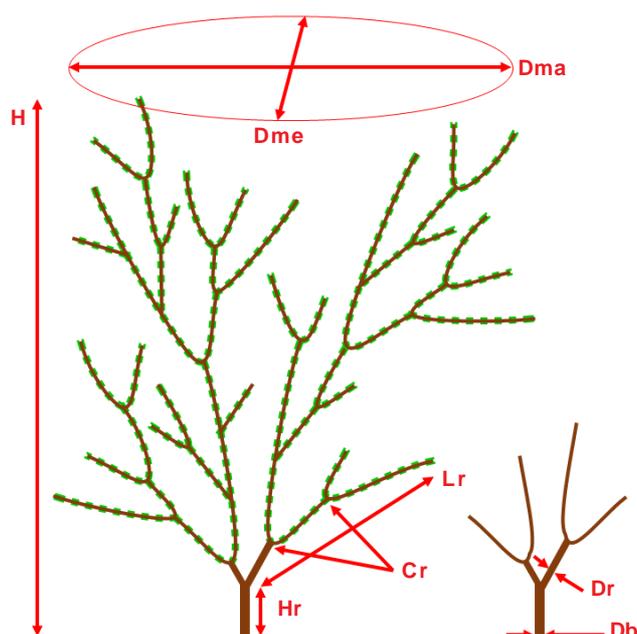


Fig. 3. Variables evaluadas en los individuos de *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides*. H: Altura de la planta, Db: Diámetro basal, Hr: Altura a la primera rama, Dr: Diámetro de la primera rama, Lr: Longitud de la primera rama, Cr: Cantidad de ramificaciones de la primera rama, Dma: Diámetro mayor de la copa, Dme: Diámetro menor de la copa.

Fig. 3. Variables evaluated in individuals of *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides*. H: Height of the plant, Db: Basal diameter, Hr: Height to the first branch, Dr: Diameter of the first branch, Lr: Length of the first branch, Cr: Number of branches of the first branch, Dma: Larger diameter of the crown, Dme: Minimum diameter of the crown.

flores y frutos en los individuos. Estos parámetros se midieron con una cinta métrica ($\pm 0,1$ cm) excepto el diámetro basal y diámetro de la primera rama, que se determinaron con un pie de rey ($\pm 0,05$ cm).

La estructura etaria se ordenó por clases según el criterio de Quintana-Ascencio & al. (2003) modificado. En el presente estudio se consideraron 6 clases: (1) plántulas, individuos < 4 cm de altura y no ramificados; (2) juveniles, individuos > 4 cm y ramificados o no; (3) adultos vegetativos, individuos ≥ 8 cm y sin indicios de reproducción (botones, flores y frutos); (4) adultos reproductivos pequeños, individuos ≥ 8 cm y < 28 cm con indicios de reproducción; (5) adultos reproductivos medios, individuos > 28 cm y < 48 cm; y (6) adultos reproductivos grandes, individuos ≥ 48 cm de altura. Los límites de las fenofases juvenil y adulto se establecieron según la menor altura de un individuo ramificado y de un individuo con indicios de reproducción respectivamente, tal como sugiere Begoña (2002).

La densidad poblacional se determinó al dividir la media del número de individuos por parcelas entre el área de la misma ($6,25$ m²). De igual forma se prosiguió con las densidades por clases en cada zona, pero solo se tuvo

en cuenta el número de individuos por parcela de cada clase en cada zona. El patrón de distribución espacial de la especie se calculó mediante el Índice de Morisita estandarizado (I_p) (Krebs 1999).

Análisis de los datos

En todas las variables analizadas se comprobó la normalidad y la homogeneidad de varianza mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene, respectivamente. La comparación de las densidades de las clases de estado de los individuos de *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* entre las zonas no quemada y quemada se realizó mediante una prueba t de muestras independientes. Se realizó una correlación de Pearson entre todas las variables evaluadas y se consideró biológicamente significativa para $r > 0,7$. La comparación de las variables morfológicas de las tres clases de estado más representativas entre zonas también se realizó mediante una prueba t de muestras independientes. Los análisis estadísticos anteriores se realizaron en el programa *Statistica* v. 8.0. y se consideraron significativos para $p < 0,05$. Para la comparación de las densidades de las clases de estado se realizó un ajuste de Bonferroni y se asumió $p < 0,01$ debido a la posible relación entre las clases de una misma zona. El gráfico de la estructura poblacional se confeccionó en el programa *SigmaPlot* 10.0 y el Índice de Morisita estandarizado se calculó en el programa *Ecological Methodologic*v.2.

RESULTADOS

En la población *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* del pinar sobre arenas cuarcíticas de la Reserva Ecológica Los Pretiles en junio 2015 predominaron en general los adultos reproductivos medios (29,6 %) y pequeños (26,5 %) así como los vegetativos (24,1 %) (Figura 4). En la zona no quemada predominaron los adultos vegetativos (26,5 %) seguidos de los reproductivos pequeños (25,1 %), mientras en la zona quemada predominaron los adultos medios (44,1 %) (Figura 4). Existe un mayor número de adultos reproductivos medios en la zona quemada (72,4 %) respecto a la no quemada (27,6 %). No obstante, en la zona no quemada se concentran el 86,6% de las plántulas y juveniles, y no existió representación de plántulas en la zona quemada.

La densidad poblacional fue de $3,14 (\pm 2,18)$ individuos/m² y las respectivas densidades de las zonas no quemada y quemada no mostraron diferencias significativas (Tabla I). No obstante, la densidad de los individuos adultos reproductivos medios en la zona quemada resultó mayor respecto a la no quemada (Tabla I) y en el resto de las clases no se encontraron diferencias. En la población se evidenció un patrón de arreglo espacial agregado ($I_p = 0,5134$) e igual patrón se encontró tanto en la zona no quemada ($I_p = 0,5453$) como en la quemada ($I_p = 0,5020$).

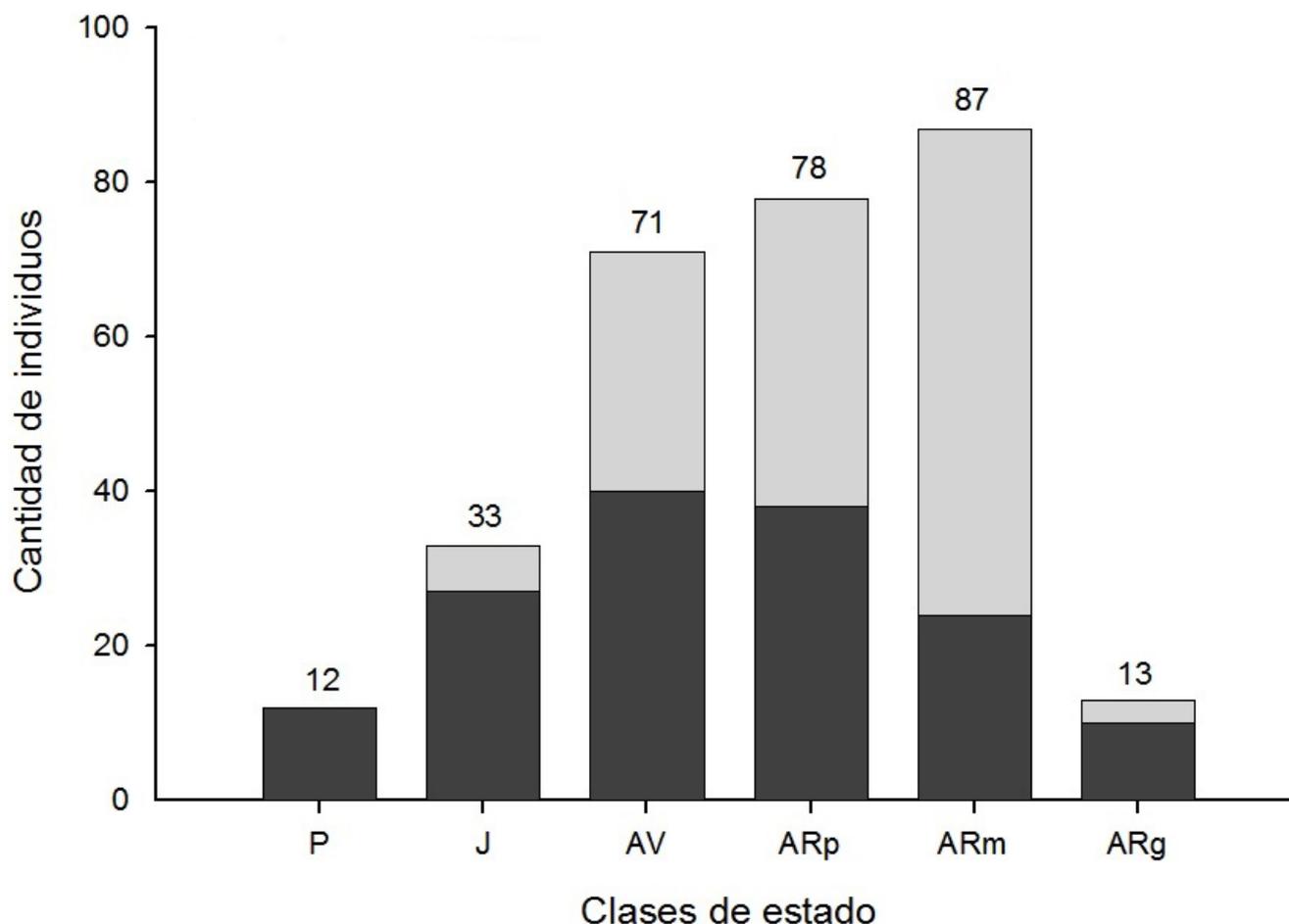


Fig. 4. Estructura poblacional de *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* en las zonas no quemada (gris oscuro) y quemada (gris claro) del pinar sobre arenas cuarcíticas de la Reserva Ecológica Los Pretiles, Mantua, Pinar del Río, Cuba, junio 2015. Encima de cada barra se muestra el número total de individuos de la clase. P: plántulas, J: juveniles, AV: adultos vegetativos, ARp: adultos reproductivos pequeños, ARm: adultos reproductivos medios, ARg: adultos reproductivos grandes.

Fig. 4. Population structure of *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* in unburned area (dark gray) and burned area (dear gray) of the pine forest on quartzite sands of the Ecological Reserve Los Pretiles, Mantua, Pinar del Río, Cuba, June 2015. Above each bar the total number of individuals of the class shown. P: seedlings, J: young, AV: vegetative adults, ARp: small reproductive adults, ARm: medium reproductive adults, Arg: tall reproductive adults.

TABLA I

Densidades por clases de estado de los individuos de *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* en la zona no quemada (NQ) (n=9) y quemada (Q) (n=6) del pinar sobre arenas cuarcíticas de la Reserva Ecológica Los Pretiles, Mantua, Pinar del Río, Cuba, junio 2015. (ind/m² ± DE): individuos/m² ± Desviación Estándar.

TABLE I

Density by class of performance of individuals *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* in unburned area (NQ) (n=9) and burned area (Q) (n=6) of pine forest on quartzite sands of the Ecological Reserve Los Pretiles, Mantua, Pinar del Río, Cuba, June 2015. (ind/m² ± DE): individuals/m² ± Standard Deviation.

Clases de estado	Densidad NQ (ind/m ² ± DE)	Densidad Q (ind/m ² ± DE)	t	p
Plántulas	0,21 ± 0,43	0,00 ± 0,00	1,1977	0,2524
Juveniles	0,48 ± 0,64	0,16 ± 0,20	1,1563	0,2683
Adultos vegetativos	0,71 ± 0,68	0,82 ± 0,37	-0,3734	0,7148
Adultos reproductivos pequeños	0,67 ± 1,10	1,06 ± 0,69	-0,7657	0,4574
Adultos reproductivos medios	0,42 ± 0,46	1,68 ± 1,10	-3,0559	0,0091
Adultos reproductivos grandes	0,17 ± 0,16	0,08 ± 0,13	1,1877	0,2561
Total	2,68 ± 2,59	3,81 ± 1,38	-0,9695	0,3499

TABLA II

Matriz de correlación entre las variables morfométricas evaluadas en los individuos de *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* (n=294) en el pinar sobre arenas cuarcíticas de la Reserva Ecológica Los Pretiles, Mantua, Pinar del Río, Cuba, junio 2015. Se muestran los valores de los coeficientes de correlación de Pearson (r) para cada par de variables y se destacan (*) los valores de $r > 0,7$.

H: Altura de la planta, Db: Diámetro basal, Hr: Altura a la primera rama, Dr: Diámetro de la primera rama, Lr: Longitud de la primera rama, Cr: Cantidad de ramificaciones de la primera rama, Ac: Área de la copa.

TABLE II

Correlation matrix between morphometric variables evaluated in individuals of *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* (n=294) in the pine forest on quartzite sands of the Ecological Reserve Los Pretiles, Mantua, Pinar del Río, Cuba, June 2015. The values of the Pearson correlation coefficients (r) for each pair of variables are displayed and highlighted (*) the values of $r > 0.7$.

H: Height of the plant, Db: Basal diameter, Hr: Height to the first branch, Dr: Diameter of the first branch, Lr: Length of the first branch, Cr: Number of branches of the first branch, Ac: Area of the crown.

Variabes	H	Db	Hr	Dr	Lr	Cr	Ac
H	-						
Db	0,72*	-					
Hr	0,27	0,15	-				
Dr	0,61	0,64	0,21	-			
Lr	0,87*	0,74*	0,21	0,71*	-		
Cr	0,70*	0,59	0,19	0,65	0,83*	-	
Ac	0,73*	0,65	0,07	0,48	0,71*	0,66	-

TABLA III

Variabes morfológicas analizadas en la población de *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* en las zonas no quemada (NQ) y quemada (Q) del pinar sobre arenas cuarcíticas de la Reserva Ecológica Los Pretiles, Mantua, Pinar del Río, Cuba, junio 2015. Se destacan (*) los valores de $p < 0,05$.

H: Altura de la planta, Db: Diámetro basal, Hr: Altura a la primera rama, Dr: Diámetro de la primera rama, Lr: Longitud de la primera rama, Cr: Cantidad de ramificaciones de la primera rama, Ac: Área de la copa, DE: Desviación estándar.

TABLE III

Morphological variables analyzed in the population of *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* in unburned area (NQ) and burned area (Q) of the pine forest on quartzite sands of the Ecological Reserve Los Pretiles, Mantua, Pinar del Río, Cuba, June 2015. The values of $p < 0.05$ are highlighted (*).

H: Height of the plant, Db: Basal diameter, Hr: Height to the first branch, Dr: Diameter of the first branch, Lr: Length of the first branch, Cr: Number of branches of the first branch, Ac: Area of the crown, DE: Standard deviation.

Clases de estado	Variabes	NQ ($\bar{x} \pm DE$)	Q ($\bar{x} \pm DE$)	t	p
Adultos vegetativos (n _{NQ} =40) (n _Q =31)	H (cm)	12,85 ± 5,86	14,38 ± 5,16	-1,1486	0,2546
	Db (cm)	0,31 ± 0,22	0,29 ± 0,18	0,3898	0,6978
	Hr (cm)	1,54 ± 2,15	1,74 ± 1,99	-0,3941	0,6946
	Dr (cm)	0,11 ± 0,17	0,08 ± 0,06	0,8917	0,3756
	Lr (cm)	3,60 ± 5,02	5,25 ± 5,10	-1,3606	0,1780
	Cr	0,20 ± 0,60	0,41 ± 0,80	-1,3069	0,1955
	Ac (cm ²)	52,69 ± 190,52	42,18 ± 65,93	0,2933	0,7701
Adultos reproductivos pequeños (n _{NQ} =38) (n _Q =40)	H (cm)	18,67 ± 5,79	20,03 ± 4,12	-1,2036	0,2324
	Db (cm)	0,64 ± 0,33	0,49 ± 0,25	2,2022	0,0306 *
	Hr (cm)	2,72 ± 1,91	1,72 ± 1,68	2,4423	0,0169 *
	Dr (cm)	0,24 ± 0,21	0,20 ± 0,14	0,9909	0,3248
	Lr (cm)	8,69 ± 5,67	10,47 ± 6,32	-1,3002	0,1974
	Cr	0,78 ± 1,09	0,70 ± 1,01	0,3741	0,7093
	Ac (cm ²)	161,73 ± 247,09	182,87 ± 144,02	-0,4645	0,6435
Adultos reproductivos medios (n _{NQ} =24) (n _Q =63)	H (cm)	37,72 ± 5,73	35,73 ± 4,70	1,6647	0,0996
	Db (cm)	1,07 ± 0,38	0,93 ± 0,45	1,2933	0,1993
	Hr (cm)	2,70 ± 2,55	1,76 ± 2,60	1,5238	0,1312
	Dr (cm)	0,62 ± 0,42	0,35 ± 0,20	3,9281	0,0001 *
	Lr (cm)	26,77 ± 10,51	22,29 ± 8,53	2,0475	0,0436 *
	Cr	3,66 ± 2,63	2,38 ± 1,65	2,7277	0,0077 *
	Ac (cm ²)	1 074,09 ± 940,03	1 060,07 ± 775,516	0,0709	0,9435

Todas las variables analizadas mostraron correlación, tanto biológica ($r > 0,7$) como estadísticamente ($p < 0,05$) significativa, con a la altura de la planta y/o la longitud de la primera rama así como de estas entre sí, excepto la altura a la primera rama que no mostró correlación con el resto de las variables (Tabla II). El diámetro basal y la altura a la primera rama en los adultos reproductivos pequeños así como el diámetro de la primera rama, su longitud y cantidad de ramificaciones en los adultos reproductivos medios resultaron significativamente mayores en la zona no quemada del pinar (Tabla III).

DISCUSIÓN

El predominio de tres de las clases de adultos (reproductivos pequeños, medios y vegetativos) indica que la población de *Hypericum sthyphelioides* subsp. *sthyphelioides* lleva tiempo establecida y se encuentra envejecida, según el criterio de Primack & al. (2001). Por otra parte, la mayor concentración de reproductivos medios en la zona quemada (Figura 4, Tabla I) pudiera estar dado por una explosión poblacional posterior al fuego, ocurrida en un pasado reciente, tal como constataron Quintana-Ascencio & al. (1998) para *H. cumulicola*. Según el criterio de Zedler & Zammit (1989) y Moore (1996), el fuego estimula la germinación y el establecimiento pues enriquece temporalmente el sustrato ya que libera los nutrientes y consume materia orgánica en las capas más superficiales, aumenta las propiedades para retener el agua y elimina químicos orgánicos mediante la destrucción de simbiontes microbianos. Adicionalmente, el fuego elimina arbustos competentes, remueve líquenes (Hawkes & Menges 1995) y destruye agentes alelopáticos que afectan la germinación y la supervivencia (Hunter & Menges 2002).

Sin embargo, las clases que no sufrieron incremento post-fuego, es decir, aquellas inferiores a los adultos reproductivos medios muestran una menor representatividad en la zona quemada respecto a la no quemada. Tal situación pudiera deberse a la reducción de los niveles de nutrientes posterior al fuego, producto de su lixiviación (Imeson & al. 1992, Certini 2005, McIntosh & al. 2005), la cual está favorecida respecto a sustratos no quemados donde la materia orgánica permite una mayor estabilidad de los nutrientes.

En la población estudiada el 15,3 % de los individuos son plántulas o juveniles (Figura 4), lo que indica un adecuado estado de conservación (Primack & al. 2001). Este resultado evidencia la capacidad de la población de automantenerse en el tiempo y su adaptación a las condiciones presentes en el ecosistema de arenas cuarcíticas de la Reserva Ecológica Los Pretiles. No obstante, la escasa representatividad en la zona quemada indica que el reclutamiento en esta parte de la población se ha visto afectado. Ello pudiera estar dado en primer lugar a la escasez de nutrientes posterior al fuego, determinado

fundamentalmente por la lixiviación explicada anteriormente y por el incremento de las poblaciones de hierbas, arbustos y líquenes, tal como refieren Menges & Kohfeldt (1995) en el hábitat de *Hypericum cumulicola*. En segundo lugar, la alta densidad de individuos adultos de *H. sthyphelioides* subsp. *sthyphelioides* en la zona quemada del pinar (Tabla 1) así como de estas poblaciones que presumiblemente se han recuperado del fuego, hacen suponer que el espacio pudiera constituir otra limitante para el establecimiento de las plántulas.

La densidad poblacional resultó notablemente alta, mayor a la referida para *Hypericum cumulicola* en un periodo de incremento poblacional, un año posterior al fuego en Florida, Estados Unidos (Quintana-Ascencio & al. 2003). Las densidades de los individuos de *H. sthyphelioides* subsp. *sthyphelioides* en las zonas no quemada y quemada resultaron similares (Tabla I). Ello concuerda con el criterio de Quintana-Ascencio & al. (2003), quienes plantean que las poblaciones nunca sometidas a incendios presentaban similar densidad respecto a aquellas que llevaban alrededor de 10 años sin quemar. Según estos autores, *H. cumulicola* responde ante el fuego con una explosión poblacional en el primer año posterior al incendio, sin embargo una década después se evidencia una disminución que se corresponde con el restablecimiento poblacional. Situación similar resulta evidente en la población de *H. sthyphelioides* subsp. *sthyphelioides* en el pinar sobre arenas cuarcíticas de Los Pretiles. El incremento de nutrientes posterior al fuego probablemente condicionó una explosión poblacional en la zona quemada, que puede ser inferida a partir de la densidad notablemente mayor de adultos reproductivos medios respecto a la zona no quemada (Tabla I). Posterior a dicha explosión, la reducción continua de nutrientes referida con anterioridad debió condicionar reclutamientos de menor número de individuos en cada generación, lo cual se evidencia en las similares densidades entre ambas zonas analizadas para las clases por debajo de los adultos reproductivos medios.

Respecto al arreglo espacial, el patrón agregado encontrado en *Hypericum sthyphelioides* subsp. *sthyphelioides*, tanto a nivel poblacional como en ambas zonas, concuerda con los criterios de Odum (1972) y Hutchings (1997). Dichos autores plantean que este es el patrón más común en las poblaciones naturales. Ello se debe a la existencia de micrositios determinados donde las semillas encuentran las condiciones favorables para germinar y sobrevivir (Barbour & al. 1987). De este modo, los sitios desfavorables para el establecimiento no son colonizados. Al respecto, la distribución de sitios favorables en el pinar sobre arenas cuarcíticas de Los Pretiles pudiera estar determinado en gran medida la existencia de zonas con mayor iluminación, las cuales favorecen el desarrollo de estas plantas.

Por otra parte, las clases de estado para ser apropiadas deben ser reconocibles en el campo y poseer significado ecológico (Elzinga & al. 1998). Según Gatsuk & al. (1980), la ontogenia de las plantas puede ser dividida en períodos basados en la aparición o extinción de la función reproductiva, y en la mayoría de las especies la supervivencia, el crecimiento y la fecundidad es afectada por el tamaño del individuo (Menges 1990). Por ello, la delimitación de las clases de estado en este estudio combina el criterio reproductivo y el morfológico de tamaño. En este sentido, la correlación existente entre la altura y la mayoría de las variables morfométricas evaluadas en *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides*, valida su empleo como criterio morfológico para la estructuración por clases de estados en futuros estudios poblacionales en la especie.

La presencia en promedio de adultos reproductivos medios de menores dimensiones de la primera rama (diámetro, longitud y cantidad de ramificaciones), así como de adultos reproductivos pequeños de menor diámetro basal y altura a la primera rama en la zona quemada del pinar (Tabla III) podría estar determinado por las condiciones del hábitat posterior al fuego. En estos individuos el crecimiento pudo verse afectado respecto a los individuos de la zona no quemada debido al decremento de los nutrientes en el suelo. Ello contrasta con el criterio de Quintana-Ascencio & Morales-Hernández (1997), quienes plantean que el fuego favorece el crecimiento de *Hypericum cumulicola* y especies herbáceas presentes en su hábitat. No obstante, la similitud encontrada en las dimensiones de los adultos vegetativos de ambas zonas podrían indicar la recuperación de los niveles de nutrientes en la zona quemada del pinar, dado fundamentalmente por la acumulación de materia orgánica. De este modo, es adecuado esperar similares resultados al comparar los individuos de las clases por debajo de los adultos vegetativos, lo cual no se realizó debido al bajo número de individuos en estas clases.

CONCLUSIONES

Los incendios en el pinar sobre arenas cuarcíticas de la Reserva Ecológica Los Pretiles provocaron en la población de *Hypericum styphelioides* subsp. *styphelioides* una explosión poblacional inmediatamente posterior al fuego, pues favoreció la germinación de las semillas y el reclutamiento de las plántulas. Sin embargo, a largo plazo tuvo efectos negativos sobre el establecimiento de nuevos individuos y su crecimiento en tamaño, restableciendo el equilibrio del ecosistema.

AGRADECIMIENTOS

A los trabajadores de la Reserva Ecológica Los Pretiles, en especial a Noel Hernández, Pablo (Nano) Hernández y Zoila Esquivel. Al Centro Nacional de Áreas Protegidas,

a Planta! – Iniciativa para la conservación de la flora cubana, a WFN *Whitley Fund for Nature*, al Jardín Botánico Nacional y a la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana por su contribución con esta investigación. A Duniel Barrios y Luis Granado por la revisión crítica del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, R. & Paretas, J. J. 2011. Incendios forestales. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba.
- Alain. 1953. Flora de Cuba 3. Dicotiledóneas: Malpighiaceae a Myrtaceae. *Contr. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio "De La Salle"* 13:1-502.
- Barbour, M. G., Burk, J. H. & Pitts, W. D. 1987. *Terrestrial plant ecology*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. California, Estados Unidos.
- Begoña, M. 2002. Inventario y seguimiento en poblaciones de especies amenazadas. pp. 27-42. En: Bañares, A. (coord.) *Biología de la conservación de plantas amenazadas*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid, España.
- Berazaín, R., Areces, F., Lazcano, J. C. & González, L. R. 2005. Lista roja de la flora vascular cubana. *Doc. J. Bot. Atlántico (Gijón)* 4: 1-86.
- Cejas, F. & Herrera, P. 1995. El endemismo vegetal en las sabanas de arenas blancas (Cuba Occidental). *Fontqueria* 42: 229-242.
- Certini, G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 143: 1-10.
- Davis S.D., Heywood, V.H., Herrera-MacBryde, O., Villa-Lobos, J. & Hamilton, A.C. 1997. *Centres of plant diversity. A guide and strategy for their conservation*. Volumen 3: The America's World Wildlife Fund, Washington D.C., Estados Unidos.
- Elzinga, C. L., Salzer, D. W. & Willoughby, J. W. 1998. *Measuring and Monitoring Plant Populations*. Bureau of Land Management. California, Estados Unidos.
- Gatsuk, L. E., Smirnova, O. V., Vorontzova, L. I., Zauginova, L. B., & Zhukova, L. A. 1980. Age stages of plants of various growth forms: a review. *J. Ecol.* 68: 675-696.
- González-Torres, L.R., Palmarola, A., Bécquer, E. R., Berazaín, R., Barrios, D. & Gómez, J. L. 2013. Las 50 plantas más amenazadas de Cuba. *Bissea* 7 (número especial 1): 4-107.
- Hawkes, C. V. & Menges, E. S. 1995. Density and seed production of a Florida endemic, *Polygonella basiramia*, in relation to time-since-fire and open sand. *Am. Midland Nat.* 133:138-148.
- Hunter, M. E. & Menges, E. S. 2002. Allelopathic effects and root distribution of *Ceratiola ericoides* on seven rosemary scrub species. *Am. J. Bot.* 89:1113-1118.
- Hutchings, M. J. 1997. The structure of plant population. pp. 325-358. En: Crawley, M. J. (ed.) *Plant Ecology*. 2nd Ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford, United Kingdom.
- Imeson A. C., Verstraten, J. M., van Mulligen, E. J. & Sevink, J. 1992. The effects of fire and water repellence on infiltration and runoff under Mediterranean type forest. *Catena* 19:345-361.

Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. Addison-Welsey Educational Publisher. California, Estados Unidos.

Martínez, B. 2006. Uso de quemas prescritas en bosques naturales de *Pinus tropicalis* Morelet en Pinar del Río. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río.

McIntosh, P. D., Laffan, M. D. & Hewitt, A. E. 2005. The role of fire and nutrient loss in the genesis of the forest soils of Tasmania and southern New Zealand. *Forest Ecol. Management* 220: 185-215.

Menges, E.S. 1990. Population viability analysis for an endangered plant. *Conserv. Biol.* 4(1): 52-62.

Menges, E.S. & Kohfeldt, N. 1995. Life history strategies of Florida scrub plants in relation to fire. *Bull. Torrey Bot. Club* 122: 282-297.

Moore, P. D. 1996. Fire damage soil our forest. *Nature* 384: 282-297.

Noble, I. R. & Slatyer, R. O. 1980. The use of vital attributes to predict successional changes in plant communities subject to recurrent disturbances. *Vegetatio* 43:5-21.

Novo, R., Suarez, N., Ulloa, S.Y., Corvea, J.L., Perera, S., Acosta, Z., González-Oliva, L., López, M.L. & Palacios M.E. 2011. Plan de manejo Reserva Ecológica Los Pretiles. Empresa Nacional para la Protección de la Flora y Fauna. Pinar del Río, Cuba.

Odum, E. P. 1972. *Fundamentals of ecology*. W. B. Saunders Company. Philadelphia, Estados Unidos.

Primack, R. B., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. & Massardo, F. (2001) *Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica. México D.F, México.

Quintana-Ascencio, P. F. & Morales-Hernández, M. 1997. Fire-mediated effects of shrubs, lichens and herbs on the demography of *Hypericum cumulicola* in patchy Florida scrub. *Oecologia* 122: 267-271.

Quintana-Ascencio, P.F., Dolans, R.W. & Menges, E.S. 1998. *Hypericum cumulicola* demography in unoccupied and occupied Florida scrub patches with different time-since-fire. *J. Ecol.* 86: 640-651.

Quintana-Ascencio, P.F., Menges, E.S. & Weekley, C.W. 2003. A fire-explicit population viability analysis of *Hypericum cumulicola* in Florida rosemary scrub. *Conserv. Biol.* 17(2): 433-449.

Richard, A. 1845. Fanerogamia ó plantas vasculares, 1-2. En: De la Sagra, R. Historia física, política y natural de la Isla de Cuba. Parte 2. Historia natural. Vol. 10. Paris, Francia.

Robson, N. K. B. 1987. Studies in the genus *Hypericum* L. (Guttiferae) 7. Section 29. *Brathys* (part 1). *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Bot.)* 16(1):1-106.

Whelan, R. J. 1995. *The ecology of fires*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Zedler, P.H. & Zammit, C. A. 1989. A population-based critique of concepts of change in the chaparral. pp. 78-83. En: Keeley, S. C. (Ed.) *The California Chaparral: Paradigms Re-examined*. The Natural History Museum of Los Angeles County. Los Angeles, Estados Unidos.