

Requerimientos de microhábitat de las epífitas vasculares en la zona de conservación de la Reserva Florística Manejada Lomas de Galindo, Mayabeque, Cuba

Microhabitat requirements of vascular epiphytes in the conservation zone of the Managed Floristic Reserve Lomas de Galindo, Mayabeque, Cuba

Luis Granado Pérez^{1†} y José Angel García-Beltrán^{1,*}

RESUMEN

El epifitismo constituye el modo de vida del 5% de la flora vascular cubana y los estudios sobre requerimientos de microhábitat por parte de las epífitas se han concentrado en ecosistemas boscosos. De esta forma, existe desconocimiento acerca de la ecología de las epífitas en matorrales xeromorfos espinosos sobre serpentina. Estos ecosistemas constituyen sitios de gran importancia por su riqueza florística y alto endemismo. En este estudio se caracterizó la composición de la sinusia de epífitas vasculares y se evaluó la influencia de las variables del microhábitat sobre su abundancia en el cuabal Lomas de Galindo. La sinusia de epífitas estuvo representada por cuatro especies de *Tillandsia*, con dominancia numérica de *T. recurvata*. Todas resultaron holoepífitas y no evidenciaron especificidad entre las especies utilizadas como forófito. El área del forófito y el diámetro de la copa mostraron los mayores valores de correlación con el número de individuos epífitos. La distribución horizontal de las epífitas sobre el forófito mostró mayor afinidad de estas por las ramas internas, debido a su mayor grosor y a las más drásticas condiciones actuantes sobre las ramas externas. Sin embargo, la distribución vertical no evidenció un patrón de segregación entre las especies, probablemente debido al estrecho gradiente microclimático vertical que caracteriza las formaciones arbustivas.

Palabras clave: ecosistemas serpentínicos, forófito, *Tillandsia*

ABSTRACT

Epiphytism constitutes 5% of Cuban vascular flora and microhabitat requirements studies by epiphytes have been made in forest ecosystems. Thus, there is poor knowledge about the ecology of epiphytes in xeromorphic thorn scrub on serpentine. These ecosystems are sites of great importance for its floristic richness and high endemism. In this study the composition of the synusia of vascular epiphytes was characterized and influence of microhabitat on abundance was evaluated in the Lomas de Galindo cuabal. The epiphytic synusia was represented by four species of *Tillandsia*, with numerical dominance of *T. recurvata*. All were holoepiphytes and showed no specificity between the species used as phorophyte. However, the area of phorophyte and crown diameter showed the highest values of correlation with the number of epiphytic individuals. The horizontal distribution of epiphytic on phorophyte showed higher affinity for these internal branches, due to its greater thickness and to the most drastic you condition on the external branches. Nevertheless, the vertical distribution did not show a pattern of segregation among species, probably due to the narrow vertical gradient microclimate that characterizes the shrub formations.

Keywords: serpentine ecosystems, phorophyte, *Tillandsia*

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

INTRODUCCIÓN

El epifitismo constituye el modo de vida de alrededor de 29 000 especies de plantas vasculares (Gentry & Dodson 1987), las cuales crecen sobre la superficie de otras plantas sin parasitarlas o sobre tejidos vegetales muertos (Barkman 1958, Benzing 1990). En Cuba, el 5% de la flora vascular es epífita en cualquiera de sus variantes (Hechavarría & al. 2002), distribuidas fundamentalmente en los bosques pluviales y nublados de los principales complejos orográficos del país (Cuéllar 2001). En dichas formaciones vegetales las epífitas alcanzan su mayor diversidad, al incluir representantes de 14 familias (Hechavarría & al. 2002).

La diversidad de epífitas no se evidencia exclusivamente a nivel taxonómico. La notable variabilidad morfológica,

ecológica y fisiológica de las epífitas vasculares responde a la presencia de microgradientes ambientales en función de la especie de forófito y el tipo de ecosistema donde se desarrolla (Callaway & al. 2002, Granados-Sánchez & al. 2003). Dicha variación se manifiesta en las adaptaciones al microhábitat específico y en los mecanismos para garantizar los recursos fundamentales (Benzing 1990).

Los estudios sobre requerimientos de microhábitat por parte de epífitas vasculares se han concentrado principalmente en bosques húmedos continentales (García-Franco 1996, Freiberg & Freiberg 2000). Sin embargo, en ecosistemas insulares han sido poco tratados (Mondragón & al. 2004). En Cuba, a pesar de la gran riqueza de epífitas en su flora, la mayoría de los trabajos han abordado solamente su estudio taxonómico (Hechavarría 2003). A la vez, son importantes los trabajos en complejo de vegetación de mogote (Hechavarría 2003), en bosque semideciduo

¹Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana, Cuba.

*Autor para correspondencia (email: joseangel@rect.uh.cu).

notófilo (Ferro 2004), en bosque semideciduo micrófilo y matorral xeromorfo costero (Cuéllar 2008) como los principales estudios referentes a la ecología de epífitas vasculares.

En ecosistemas altamente xerofíticos, como los matorrales sobre serpentina, la ecología de las comunidades de epífitas no ha sido abordada. En Cuba, las serpentinas constituyen sitios de gran importancia por su riqueza florística y alto endemismo (58%) (López-Almirall 2013). Sin embargo, en estos ecosistemas las epífitas vasculares solo se encuentran representadas por algunas especies de orquídeas y bromeliáceas (Hietz & Hietz-Seifert 1995, Cardelús & *al.* 2006), debido a sus complejas adaptaciones para retener el agua (Bernal & *al.* 2005). En este sentido, la presente investigación se propone como objetivos: (1) caracterizar la composición de la sinusia de epífitas vasculares y (2) evaluar sus requerimientos de microhábitat en el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina de la zona de conservación de la Reserva Florística Manejada Lomas de Galindo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La Reserva Florística Manejada Lomas de Galindo se localiza en la provincia Mayabeque, Cuba. La reserva ocupa un área de 10,03 km² (Anónimo 2005) y se incluye en el subdistrito del Norte de la Habana-Matanzas, el cual forma parte del núcleo Canasí-Corral Nuevo correspondiente al distrito *Jarucoense*, sector *Havanicum* (Borhidi 1996). El relieve se caracteriza por la presencia de llanuras denudativas así como por pequeñas alturas de hasta 253 msm. El clima corresponde al tropical lluvioso de sabana, con una temperatura media anual de 24,7 °C, aproximadamente 82% de humedad relativa y 1 300 mm de precipitaciones anuales (Anónimo 2005). El estudio se desarrolló en agosto de 2013, en la “zona en las márgenes de los ríos” delimitada por González-Robledo & *al.* (2010), la cual se incluye en la zona de conservación del área protegida (Anónimo 2005).

La formación vegetal predominante en el área es el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina (Berazaín 1979), caracterizado por la presencia de un estrato arbustivo denso de 2 a 4 m de altura donde predominan: *Bucida molinetii* (M. Gómez) Alwan & Stace, *Catesbaea holacantha* Griseb., *Chamaecrista lineata* (Sw.) Greene, *Comocladia dentata* Jacq., *Maytenus buxifolia* (A. Rich.) Griseb., *Ouratea agrophylla* (Tiegh.) Urb., *Plumeria cubensis* Urb., *Tabebuia lepidota* (Kunth) Britton, *Guettarda calyptata* A. Rich., *Phyllanthus orbicularis* Kunth, *Coccoloba praecox* C. Wright ex Lindau, *Diospyros crassinervis* (Krug & Urb.) Standl, *Bourreria microphylla* Griseb. y *Pseudocarpidium ilicifolium* (A. Rich.) Millsp. (González-Robledo & *al.* 2010). Destaca

la abundancia de *Coccothrinax miraguama* (Kunth) Becc. y *Copernicia macroglossa* H. Wendl. ex Becc., especies emergentes que pueden alcanzar hasta 6 m de altura.

Composición y abundancia relativa de las epífitas vasculares

Se caracterizó a partir de un muestro sistemático mediante 15 parcelas de 5 x 5 m (25 m²), dispuestas a intervalos de 20 m, lo cual abarcó toda el área de trabajo. En cada parcela se identificaron las especies de epífitas vasculares, así como su variante de epifitismo según la clasificación propuesta por Benzing (1990). Dicha clasificación delimita funcionalmente las epífitas en cuatro grupos: (1) holoepífitas, aquellas que permanecen todo su ciclo de vida sobre el forófito; (2) hemiepífitas, las que son inicialmente terrestres y luego trepan (epífitas primarias) o que comienzan su ciclo de vida sobre el forófito y culminan en el suelo (epífitas secundarias); (3) epífitas facultativas, las que algunos individuos de la población son epífitas, mientras el resto son terrestres; y (4) epífitas accidentales, especies terrestres que ocasionalmente pueden llegar a germinar y alcanzar su madurez en la corteza de los árboles. Las epífitas con crecimiento masivo, típico de especies clonales fueron tratadas como un solo individuo, tal como propone Sandford (1968).

La abundancia relativa se consideró como el porcentaje de individuos de una especie respecto al total de las epífitas muestreadas. La constancia (C) de cada una de las especies epífitas se asumió como el porcentaje de parcelas donde se registró cada una, tal como propone Bodenheimer (1955). A partir estos valores, las especies se clasificaron en constantes (C > 50%), ocasionales (25% < C < 49,9%) y raras (C < 24,9%) (Bodenheimer 1955).

Requerimientos de microhábitat de las epífitas vasculares

En la presente investigación se asume el concepto de microhábitat propuesto por Morrison & *al.* (2012). Para evaluar los requerimientos del microhábitat de las epífitas vasculares se consideró el número de individuos por especie (abundancia) y su relación con las siguientes variables, las cuatro últimas referentes a la arquitectura del forófito: (1) especie forófito, para lo cual se recolectaron muestras que permitieron su posterior identificación en el Herbario “Johannes Bisse” del Jardín Botánico Nacional (HAJB) (2) rugosidad de su corteza: lisa, cuando la superficie era homogénea y carente de estrías, o rugosa, cuando la superficie presentó numerosas estrías de diversa profundidad (3) diámetro de la copa (4) diámetro del tronco, a 10 cm del suelo, excepto en los arbustos ramificados desde la base en los que se sumaron los diámetros de las ramas primarias a 10 cm del suelo

(5) diámetro de la primera rama a 25 cm del punto de ramificación

(6) área del forófito, la cual se calculó asumiendo el forófito como un cono invertido, tal como Cuéllar (2008), mediante la ecuación: $A_{\text{cono}} = (\pi r g) + (\pi r^2)$, donde r es el radio de la copa y g es la generatriz del cono delimitado por el forófito, que se calcula como $g = \sqrt{(r^2 + h^2)}$, donde h es la altura del forófito.

La altura del forófito y el diámetro de la copa se midieron con una cinta métrica (± 1 cm). El diámetro del tronco y de las ramas se midió con un pie de rey ($\pm 0,5$ mm). Todos los valores de longitud se expresaron en cm y los de superficie en cm^2 .

Distribución horizontal y vertical de las epífitas vasculares en el forófito

La distribución horizontal de las epífitas en el forófito se caracterizó a partir de la división del mismo en dos secciones horizontales respecto a las ramas: (1) ramas externas, región desde el punto medio del radio de la copa hasta el punto más externo de la copa y (2) ramas internas, desde el centro de la copa hasta el punto medio del radio. En cada una de las secciones fue registrado el número de individuos epífitas de cada especie. Por otra parte, la distribución vertical de las epífitas en el forófito se caracterizó mediante la determinación de los mínimos y los máximos de alturas a los que se encontraban las especies epífitas respecto al suelo.

Análisis de datos

En todas las variables analizadas se comprobó la normalidad y homogeneidad de varianza mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene, respectivamente. Para determinar la relación entre la riqueza de especies y el número de epífitas por especie o individuos de forófito, así como entre el número de epífitas (abundancia) y las variables de arquitectura del forófito se desarrollaron correlaciones producto-momento de Pearson (Zar 1999). Las alturas (mínimas y máximas) a las que crecían las epífitas en cada uno de los forófitos se compararon mediante un ANOVA paramétrico de

clasificación simple. En los análisis estadísticos se asumió significación para $p < 0,05$ y se realizaron en el programa *Statistica* v.8.0. Para la confección de los gráficos se utilizó el programa *SigmaPlot* v.10.0.

RESULTADOS

Composición y abundancia relativa de las epífitas vasculares

La sinusia de epífitas vasculares en el área muestreada del matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina Lomas de Galindo estuvo representada por cuatro especies (Tabla I), todas pertenecientes al género *Tillandsia* de la familia *Bromeliaceae*. *Tillandsia recurvata* fue la más abundante con más del 80% de los individuos registrados (Tabla I). Todas las especies resultaron holoepífitas y constantes en las parcelas evaluadas (Tabla I).

Requerimientos de microhábitat de las epífitas vasculares

Las epífitas vasculares se encontraron colonizando 10 especies de forófitos, los cuales mostraron diferencias en cuanto a la riqueza de especies y al número de epífitas que albergaban (Figura 1). Los forófitos más abundantes en el área muestreada fueron *Tabebuia lepidota* y *Coccoloba praecox*, con 19 y 16 individuos respectivamente (Figura 1). Los individuos forófitos de mayor número de epífitas fueron de *Tabebuia lepidota* y *Maytenus buxifolia* (Figura 1). Se destacó una planta de *M. buxifolia* con un máximo de 131 epífitas de 3 de las 4 especies encontradas. El 50,8% de los individuos forófitos solo albergaron una especie epífita; de estos forófitos monocolonizados, el 40,6% soportaban *Tillandsia recurvata* y el 37,5% *T. flexuosa*.

Entre la riqueza de especies y el número de individuos de epífitas por especie de forófito existió alta asociación ($r=0,78$; $p=0,0073$) (Figura 2A); sin embargo, entre la riqueza y el número de epífitas por individuos de forófito la asociación resultó baja ($r=0,31$; $p=0,0015$) (Figura 2B). Todas las especies de la sinusia de epífitas, excepto un individuo de *Tillandsia fasciculata* encontrado sobre el suelo, prefirieron forófitos de corteza rugosa. Las variables

TABLA I

Especies de epífitas vasculares en el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina en la zona de conservación de la Reserva Florística Manejada Lomas de Galindo, Mayabeque, Cuba, agosto de 2013.

TABLE I

Vascular epiphytes species in the xeromorphic thorny scrub on serpentine in the conservation zone of the Managed Floristic Reserve Lomas de Galindo Mayabeque, Cuba.

Especie	Abundancia relativa (%)	Constancia (%)
<i>Tillandsia balbisiana</i> J.A. & J.H. Schult.	6,33	62,5
<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw.	3,70	87,5
<i>Tillandsia flexuosa</i> Sw.	9,50	62,5
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	80,47	75,0

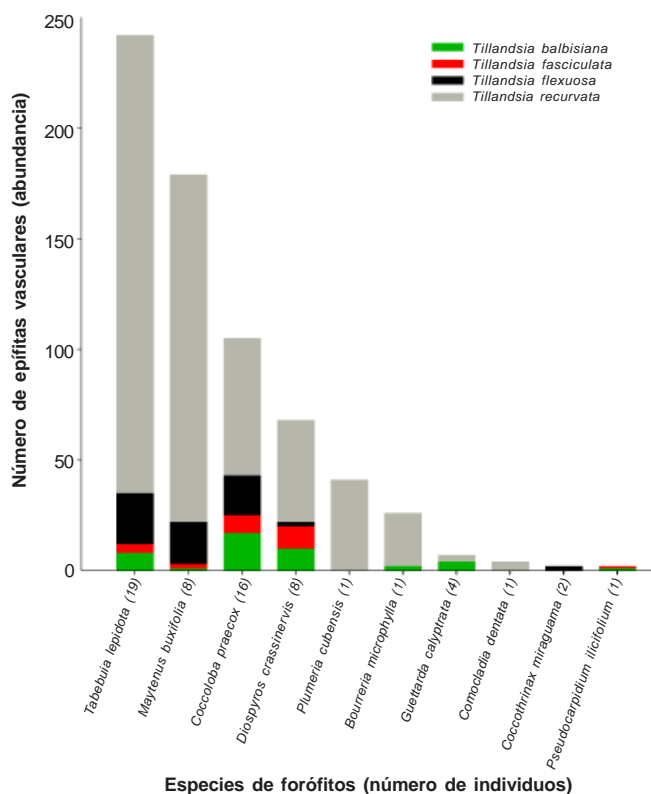


Fig. 1. Riqueza de especies y abundancia de epífitas vasculares por especie de forófito en el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina de la zona de conservación de la Reserva Florística Manejada Lomas de Galindo, Mayabeque, Cuba, agosto de 2013. Los números entre paréntesis corresponden al número de individuos por especie de forófito.

Fig. 1. Species richness and abundance of vascular epiphytes by phorophyte species in the xeromorphic thorny scrub on serpentine in the conservation zone of the Managed Floristic Reserve Lomas de Galindo Mayabeque, Cuba, August 2013. The numbers in parentheses are the number of phorophyte individuals by species.

de arquitectura del forófito mostraron una correlación positiva respecto al área del forófito y el diámetro de la copa (Tabla II).

Distribución horizontal y vertical de las epífitas vasculares en el forófito

Los individuos epífitos se distribuyeron tanto en las regiones externas de las ramas como en las internas (Figura 3A). No obstante, el 58,8% de los individuos cuantificados crecían en las ramas internas. *Tillandsia fasciculata*, *T. balbisiana* y *T. recurvata* fueron más abundantes en las regiones internas en las especies utilizadas como forófitos, mientras que *T. flexuosa* fue más abundante en las regiones externas (Figura 3A). Por otra parte, la distribución vertical de las epífitas en el forófito no mostró un patrón de segregación entre las especies y las alturas alcanzadas no resultaron diferentes ($F=2,57$; $p=0,0552$) (Figura 3B).

DISCUSIÓN

Composición y abundancia relativa de la sinusia de epífitas vasculares

La baja riqueza de epífitas vasculares encontrada en esta investigación (Tabla I) coincide el criterio de Benzing (1987), quien sostiene que la riqueza de epífitas disminuye notoriamente en áreas xerofíticas. Particularmente el alto xerofitismo en el área, las altas temperaturas, la elevada iluminación, la limitada disponibilidad de agua y el suelo derivado de rocas ultrabásicas (rico en metales pesados), podrían imponer restricciones para el desarrollo de una rica sinusia de epífitas vasculares. Al respecto, la presencia en el área de estudio de suelos poco fértiles (Coleman & Alexander 2003) se relaciona con la riqueza de epífitas, tal como plantean Gentry & Godson (1987),

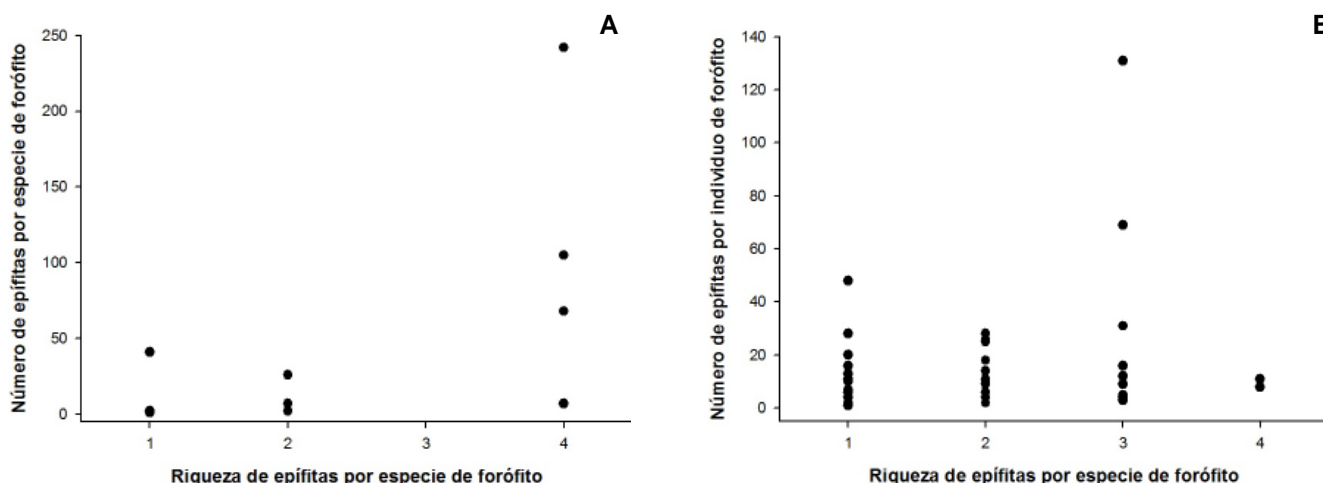


Fig. 2. Correlación entre la riqueza y el número de epífitas por especie de forófito (A) y por individuos de forófito (B) en el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina de la zona de conservación de la Reserva Florística Manejada Lomas de Galindo, Mayabeque, Cuba, agosto de 2013.

Fig. 2. Correlation between species richness and number of epiphytes by phorophyte species (A) and individuals phorophyte (B) in the xeromorphic thorny scrub on serpentine in the conservation zone of the Managed Floristic Reserve Lomas de Galindo Mayabeque, Cuba, August 2013.

TABLA II

Correlación entre el número de individuos epífitos y las variables de arquitectura del forófito en el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina de la zona de conservación de la Reserva Florística Manejada Lomas de Galindo, Mayabeque, Cuba, agosto de 2013.

TABLE II

Correlation between the number of epiphytic individuals and architecture phorophyte variables in the xeromorphic thorny scrub on serpentine in the conservation zone of the Managed Floristic Reserve Lomas de Galindo Mayabeque, Cuba, August 2013.

Variables	Coefficiente de correlación (r)	Nivel de significación (p)
Área del forófito	0,5213	0,00002
Diámetro de la copa	0,4094	0,0011
Diámetro del tronco	0,3067	0,0162
Diámetro de las ramas	0,2734	0,0300

quienes consideran que el desarrollo de comunidades de epífitas menos diversas en suelos pobres debido principalmente a la menor complejidad de estratos en la vegetación que sustentan. Por otra parte, la altitud en estrecha relación con la humedad relativa determinan un gradiente de riqueza de epífitas que aumenta de forma proporcional a la altitud (Benzing 1990, Hietz & Hietz-Seifert 1995, Cardelús & al. 2006). De este modo, los resultados obtenidos eran de esperar al tener en cuenta la altitud que alcanzan las Lomas de Galindo en comparación con otras formaciones de altitud y riqueza de epífitas considerablemente mayores. No obstante, la baja riqueza de epífitas vasculares no implica necesariamente baja abundancia de individuos (García-Franco 1996), tal como se obtuvo en este estudio.

La dominancia del género *Tillandsia* en el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina estudiado coincide con los resultados obtenidos en otros ecosistemas secos como el complejo de vegetación de mogotes (Hechavarría 2003), el matorral xeromorfo costero y el bosque semi-decíduo micrófilo (Cuéllar 2008). Ello pudiera estar asociado a la marcada adaptación al xerofitismo producto de mecanismos morfofisiológicos para el almacenamiento de agua, tales como la succulencia foliar, la formación de cisternas, la presencia de cutículas gruesas en sus hojas (Zotz & Andrade 2002), la baja relación estomas/tricomas y la presencia de metabolismo ácido crasuláceo (plantas CAM) (Zotz & Tyree 1996, Helbsing & al. 2000). Al respecto, se refiere por primera vez en Lomas de Galindo la presencia de *T. recurvata*, lo cual contrasta con los trabajos de flora y vegetación realizados en el área por Berzaín (1979, 1981) y González-Robledo & al. (2010).

La dominancia de *Tillandsia recurvata* (Tabla I) evidencia su éxito en ecosistemas secos. Ello concuerda con los resultados de Bernal & al. (2005) y Cuéllar (2008), quienes encontraron altas abundancias de esta especie en lugares donde la comunidad de arbustos es diversa y compacta. Según Caldiz & al. (1993), ello se debe a dos factores fundamentales: la disponibilidad de hábitats adecuados y la proximidad entre los forófitos potenciales. En este sentido, la presencia de forófitos con rasgos adecuados para la colonización, según Bennet (1986) y Bernal & al. (2005) favorecen una mayor abundancia de epífitas vasculares.

Los índices de constancia registrados para las cuatro especies de epífitas (Tabla I) pudieran indicar la acción homogénea de los factores geolitológicos y bioclimáticos en el cuabal de Lomas de Galindo, los cuales

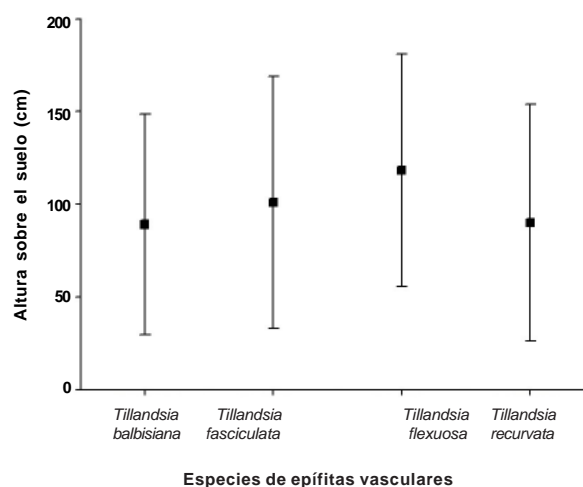
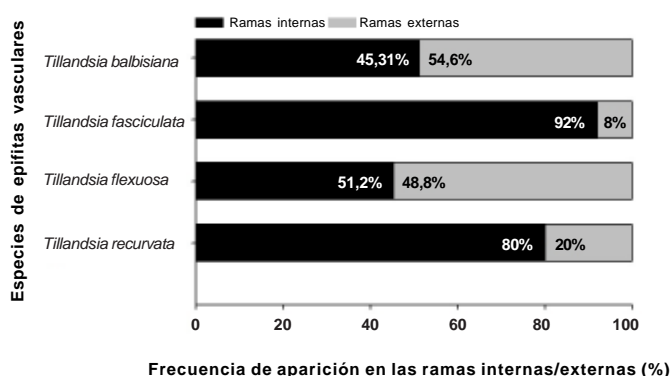


Fig. 3. Distribución horizontal (A) y vertical según la altura sobre el suelo (B) de las epífitas vasculares en el forófito en el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina de la zona de conservación de la Reserva Florística Manejada Lomas de Galindo, Mayabeque, Cuba, agosto de 2013.

Fig. 3. Horizontal distribution (A) and vertical distribution according to the height above the ground (B) of vascular epiphytes in the phorophyte in the xeromorphic thorny scrub on serpentine in the conservation zone of the Managed Floristic Reserve Lomas de Galindo Mayabeque, Cuba, August 2013.

determinan la composición de la vegetación e inciden sobre las especies que componen la sinusia de epífitas. Además, los valores de constancia obtenidos indican la eficiencia de los mecanismos de dispersión por el viento en estas especies, lo cual les permite colonizar grandes áreas y las convierte en componentes típicos de esta formación vegetal.

Requerimientos de microhábitat de las epífitas vasculares

De las especies que constituyeron forófitos, *Tabebuia lepidota*, *Maytenus buxifolia*, *Coccoloba praecox* y *Diospyros crassinervis* poseen las características óptimas que favorecen el establecimiento, germinación y desarrollo de las epífitas, pues mostraron la mayor riqueza y número de epífitas, de acuerdo con los criterios de Dejean & al. (1995) y Kernan & Fowler (1995). Entre estas características destacan la rugosidad de la corteza, el diámetro de las ramas y las alturas de los forófitos, según Krömer & Gradstein (2003).

Sin embargo, las especies de epífitas vasculares encontradas no mostraron especificidad por los forófitos, lo cual podría estar determinado por las restricciones que impone este tipo de ecosistemas en el proceso de colonización. En este sentido, la estrategia de establecimiento es generalista, es decir, todos los espacios disponibles con características mínimas indispensables son colonizados, más allá de la identidad del forófito (Callaway & al. 2002). Estos resultados confirman la rareza de la especificidad de hospedero propuesta por Benzing (1990) y la tendencia de las epífitas a habitar en más de una especie de forófito.

Por otra parte, dicha estrategia generalista podría explicar la asociación existente entre la riqueza y el número de individuos de epífitas por especie de forófito (Figura 2A). No obstante, los altos niveles de insolación y la mayor incidencia del viento que caracteriza esta formación vegetal podrían provocar el desarrollo de poblaciones muy numerosas. Otro aspecto que pudieran determinar este resultado es la complejidad en la arquitectura de los forófitos, lo cual aumenta la probabilidad de que las comunidades de epífitas sean más numerosas y estables (Engwald & al. 2000).

La asociación entre la riqueza y la abundancia de epífitas por individuos de forófito resultó baja (Figura 2B), con un coeficiente de correlación ($r=0,31$) similar al obtenido por Cuéllar (2008) para matorral xeromorfo costero ($r_s=0,32$) y menor respecto al de bosque semidecídulo micrófilo ($r_s=0,54$). Este análisis evidencia la semejanza existente en la relación riqueza-abundancia de epífitas por individuos de forófito en las formaciones arbustivas. Sin embargo, es menor respecto a las formaciones boscosas, lo cual está dado por la mayor altura del dosel y la mayor humedad de los bosques respecto a los matorrales.

Todas las especies de epífitas prefirieron los forófitos con corteza rugosa. Este tipo de corteza ofrece condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo de las epífitas vasculares, pues retiene sustrato, agua y nutrientes con mayor facilidad (Mehltreter & al. 2005). Adicionalmente, la rugosidad de la corteza favorece una dispersión exitosa pues permite un anclaje más eficiente de las semillas de estas especies (Krömer & al. 2007). En el área en estudio, el predominio de este tipo de corteza pudiera ser una respuesta a la constante insolación y consecuente desecación a la que es sometida la vegetación (Gullison & Nissan 1999).

Las variables correlacionadas respecto al número de individuos epífitos fueron el área del forófito y el diámetro de la copa (Tabla II), lo que concuerda con Zotz & Vollrath (2003) y Bernal & al. (2005), quienes destacan su importancia en el proceso de colonización de los forófito por parte de las epífitas. El área del forófito podría estar directamente relacionada con una mayor capacidad de albergar individuos de epífitas, lo cual aumentaría la abundancia de estas, tal como demostró Bernal & al. (2005) para *Tillandsia recurvata*. Por otro lado, dadas las condiciones de elevada insolación en ecosistemas serpentinícolas y la consecuente alta tasa de evotranspiración (Zotz & Hietz 2001), un mayor diámetro de copa podría influir en la exclusión de los microhábitats más expuestos al sol. De este modo, se establece preferencia por aquellos microhábitats menos expuestos en forófitos con copas de mayor diámetro.

Por otra parte, el diámetro del tronco y de las ramas, a pesar de no resultar correlacionadas podrían ser influyentes en el establecimiento de la comunidad de epífitas y su abundancia, tal como plantea Hietz (1997). El predominio del estrato arbustivo en la vegetación serpentinícola y el consecuente predominio de ramas delgadas podrían estar relacionados con una menor abundancia de epífitas en el forófito, debido a la inestabilidad del soporte. Esto último conllevaría a su ruptura y de este modo afectaría el crecimiento y desarrollo de las epífitas en el forófito, aunque potencialmente podrían continuar su desarrollo sobre en el suelo. Ello pudiera explicar la baja relación existente entre el número de individuos epífitos y el diámetro de las ramas, así como el predominio de individuos de tallas pequeñas sobre aquellos de tallas mayores, como ocurre en las formaciones boscosas (Cuéllar 2008).

Distribución horizontal y vertical de las epífitas vasculares en el forófito

La mayor afinidad de las epífitas por las ramas internas pudiera estar determinada por la disminución en el grosor de las ramas hacia la periferia de la copa y por las condiciones más drásticas en las ramas externas del forófito. En este sentido, los vientos, la insolación y el consecuente aumento de la temperatura así como la

acción mecánica de las precipitaciones afectan la supervivencia de las epífitas en las ramas externas respecto a las internas. Además, la caída de las ramas externas, las cuales son más susceptibles a los disturbios ambientales, podría explicar la mayor abundancia de epífitas en las ramas internas del forófito (Cuéllar 2008). Particularmente, *Tillandsia fasciculata* mostró su mayor abundancia en las ramas internas del forófito, tal como encontró Cuéllar (2008) en los ecosistemas secos de la Reserva Ecológica Siboney-Juticé, Santiago de Cuba. Ello está fundamentalmente determinado por el elevado peso de estas plantas debido a su elevada capacidad de almacenamiento de agua y al mayor tamaño de sus semillas, respecto a las restantes especies encontradas, por lo que precisan de mayor superficie para la fijación (Cascante, 2006).

Por otra parte, la distribución vertical en el forófito no difirió entre las especies de epífitas encontradas (Figura 3B), lo cual era de esperar pues en formaciones arbustivas el gradiente microclimático vertical es más estrecho debido a la baja altura que alcanzan las plantas. En este sentido, existe una reducción de la disponibilidad de microhábitats diferentes en el rango de altura respecto a formaciones boscosas. En estas últimas, el eje vertical sufre variaciones con la altura en parámetros microclimáticos como evaporación, temperatura, humedad del aire, así como el arrastre de nutrientes y detritos desde la copa hacia la base (Ter Steege & Cornelissen 1989). La escasa altura de las plantas en los matorrales impide la gradación de los niveles de intensidad luminosa, lo que se traduce en una incidencia equitativa de la misma. De este modo, no se establece selección diferencial de microhábitats, tal como sostiene Reyes & Forkaders (2004).

CONCLUSIONES

La baja riqueza de epífitas vasculares y su elevada abundancia en el matorral xeromorfo espinoso sobre serpentina de la zona de conservación de la Reserva Florística Manejada Lomas de Galindo evidencian las restricciones impuestas por los ecosistemas serpentinícolas para el desarrollo de la sinusia de epífitas. Por su parte, la baja especificidad epífita-forófito está determinada en gran medida por la estrategia generalista de establecimiento de las epífitas, en la que todos los espacios disponibles con características mínimas indispensables pueden ser colonizados, más allá de la identidad del forófito. Respecto a la distribución horizontal, la disminución en el grosor de las ramas hacia la periferia de la copa y las condiciones ambientales más drásticas en las ramas externas pudo determinar la mayor abundancia de las epífitas por las ramas internas del forófito. Mientras que el estrecho gradiente microclimático vertical propio de formaciones arbustivas impidió el desarrollo de segregaciones entre las alturas alcanzadas por las especies epífitas.

AGRADECIMIENTOS

A Duniel Barrios, José Luis Gómez y Rosalina Berazaín por la revisión crítica y constructiva del manuscrito. A Eldis Bécquer y Banessa Falcón por su apoyo en la identificación de las especies de forófitos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo. 2005. Plan de Manejo Reserva Florística Manejada Lomas de Galindo. Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna. La Habana, Cuba.
- Barkman, J. J. 1958 *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. Van Gorkum. Holland
- Bennet, B. 1986. Patchiness, diversity and abundance relationships of vascular epiphytes. *Selbyana* 9: 70-75.
- Benzing, D. H. 1987. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptive diversity. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 74(2): 183-204.
- Benzing, D. H. 1990. *Vascular epiphytes: General biology and related biota*. Cambridge. Univ. Press. New York, USA.
- Berazaín, R. 1979. La Vegetación serpentinícola de "Lomas de Galindo", Canasí, Habana. Tesis de Doctorado. Universidad de La Habana.
- Berazaín, R. 1981. Sobre el endemismo de la flórua serpentinícola de Lomas de Galindo, Canasí, Habana. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 2(1): 29-47.
- Bernal, R., Valverde, T. & Hernández-Rosas, L. 2005. Habitat preference of the epiphyte *Tillandsia recurvata* (Bromeliaceae) in a semidesert environment in Central Mexico. *Can. J. Bot.* 83: 1238-1247.
- Bodenheimer, F. 1955. *Précis d'écologie anamale*. Ed. Payet. Paris, Francia.
- Borhidi, A. 1996. The phytogeography and vegetation ecology of Cuba. 2nd Ed. Akadémiai Kiadó, Budapest, Hungría.
- Caldiz, D. O., Belgrano, J., Fernández, V. L. & Andía, I. 1993. Survey of *Tillandsia recurvata* L. preference, abundance and its significance for natural forests. *For. Ecol. Manage.* 57: 161-168.
- Callaway, R. M., Reinhart, K. O., Moore, G. W., Moore, D. J. & Pennings, S.C. 2002. Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia* 132: 221-230.
- Cardelús, C. L., Colwell, R. K. & Watkins Jr., J. E. 2006. Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. *J. Ecol.* 94: 144-156.
- Cascante, A. M. 2006. Establishment, reproduction and genetics of epiphytic bromeliad communities during premontane forest succession in Costa Rica. Tesis Doctoral. Universidad de Amsterdam.
- Coleman, R. G. & Alexander, E. B. 2003. Geologic setting of the ultramafic floristic districts of Cuba. pp: 1-7. En: Boyd, R. S., Baker, A. J. M. & Proctor (ed.). Ultramafic rocks: their soils, vegetation and fauna. Proceedings of the Fourth International Conference on Serpentine Ecology. Science Review. St Albans, UK.
- Cuéllar, N. 2001. *Caracterización del epifitismo vascular de la Región Oriental de Cuba*. Trabajo de Diploma. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.

- Cuéllar, N. 2008. *Ecología de epífitas vasculares en dos formaciones vegetales de la Reserva Ecológica Siboney-Juticé, Santiago de Cuba*. Tesis de Maestría. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana.
- Dejean, A., Olmsted, I. & Snelling R. R. 1995. Tree epiphyte and relationship in the low inundated forest of Sian ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, México. *Biotropica* 27(1): 57-70.
- Engwald, S., Schmit-Neuerburg, V. & Barthlott, W. 2000. Epiphytes in rain forests of Venezuela - diversity and dynamics of a biocenosis. pp. 425-434. En: Breckle, S. W., Schweizer, B. & Arndt, U. (ed.). *Results of worldwide ecological studies. Proceedings of the 1st Symposium by the A.F.W Schimper-Foundation - from H. and E. Walter - Hoheneim, Oktober 1998. Stuttgart-Hoheneim*. Verlag Günter Heimbach.
- Ferro, J. 2004. *Efectos del aprovechamiento forestal sobre la estructura y dinámica de la comunidad de epífitas vasculares del bosque semidecíduo notófilo de la Península de Guanahacabibes, Cuba*. Tesis Doctoral. Universidad de Pinar del Río.
- Freiberg, M. & Freiberg, E. 2000. Epiphyte diversity and biomass in the canopy of lowland and montane forest in Ecuador. *J. Trop. Ecol.* 16: 673-688.
- García-Franco, J. C. 1996. Distribución de epífitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México. *Acta Bot. Mex.* 37: 1-9.
- Gentry, A. & Dodson, C. 1987. Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 74(2): 205-233.
- González-Robledo, A., Robledo, L. & Rodríguez, A. E. 2010. Flora y vegetación de Lomas de Galindo Canasí, La Habana. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 30-31: 39-50.
- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G. F., Hernández-García, M. Á. & Sánchez-González, A. 2003. Ecología de las plantas epífitas. *Rev. Chapingo Ser. Ciencias Forest. Amb.* 9(2): 101-111.
- Gullison, R. & Nissan, S. 1999. Evaluación de la factibilidad del modelado de los impactos del manejo forestal sobre la biodiversidad en la concesión Taruma. Documento técnico. USAID, Gobierno de Bolivia y Chemonics Internacional. Santa Cruz, Bolivia.
- Hechavarría, L. 2003. *Ecología de epífitas vasculares de dos mogotes de la Reserva Ecológica Alturas de Banao, Sancti Spíritus*. Tesis de Maestría. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana.
- Hechavarría, L., Oviedo R. & Holst, B. K. 2002. Epiphytic Angiosperms of Cuba. *Selbyana* 23(2): 224-244.
- Helbsing, S., Riederer, M. & Zotz, G. 2000. Cuticles of vascular epiphytes: Efficient barriers for water loss after stomatal closure? *Ann. Bot.* 86: 765-769.
- Hietz, P. 1997. Population dynamics of epiphytes in a Mexican humid montane forest. *J. Ecol.* 85: 767-775.
- Hietz, P. & Hietz-Seifert, U. 1995. Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in central Veracruz, México. *J. Veg. Sci.* 6: 487-498.
- Kernan, C. & Fowler, N. 1995. Differential substrate use by epiphytes in Corcovado National Park, Costa Rica: a source of guild structure. *J. Ecol.* 83: 65-73.
- Krömer, T. & Gradstein, S. R. 2003. Species richness of vascular epiphytes in two primary forest and fallows in the Bolivian Andes. *Selbyana* 24: 190-195.
- Krömer, T., Gradstein, S. R. & Acebey, A. 2007. Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. *Ecol. Bolivia* 42: 23-33.
- López-Almirall, A. 2013. Contribución al catálogo de flora cubana: endemismos de suelos derivados de ofiolitas. *Bot. Complut.* 37: 135-152.
- Mehlreter, K., Flores-Palacios, A. & García-Franco, J. G. 2005. Host preferences of low-trunk vascular epiphytes in a cloud forest of Veracruz, Mexico. *J. Trop. Ecol.* 21: 651-660.
- Mondragón, D., Durán, R., Ramyrez, I. & Valverde, T. 2004. Temporal variation in the demography of the clonal epiphyte *Tillandsia brachycaulos* (Bromeliaceae) in the Yucatan Peninsula, Mexico. *J. Trop. Ecol.* 20: 1-11.
- Morrison, M. L., Marcot, B., & Mannan, W. 2012. *Wildlife-habitat relationships: concepts and applications*. Island Press, USA.
- Reyes, J. C. & J. Forlkaders. 2004. Caracterización ecológica de la comunidad de epífitas vasculares en Cayo Sabinal, Camagüey. *V Taller de Biodiversidad*. BIOECO, Santiago de Cuba.
- Sanford, W. W. 1968. Distribution of epiphytic orchids in semidecuiduos tropical forest in Southern Nigeria. *J. Trop. Ecol.* 56, 697-705.
- Ter Steege, H. & Cornelissen, J. H. C. 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* 21(4): 331-339.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4th Ed. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA.
- Zotz, G. & Hietz, P. 2001. The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. *J. Exp. Bot.* 52: 2067-2078.
- Zotz, G. & Andrade, J. L. 2002. La ecología y fisiología de las epífitas y las hemiepífitas. Pp.271-296. En: Guariguata M. & Katan, G. (ed.). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Editorial Libro Universitario Regional. San Juan, Costa Rica.
- Zotz, G. & Tyree, M. T. 1996. Water stress in the epiphytic orchid *Dimerandra emarginata* (G. Meyer) Hoehne. *Oecologia* 107: 151-159.
- Zotz, G. & Vollrath, B. 2003. The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza* – correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. *J. Trop. Ecol.* 19: 81-90.