

CAPÍTULO

7

EPÍFITAS VASCULARES



Vriesea sp.

EPÍFITAS VASCULARES

LUCIA HECHAVARRIA SCHWESINGER¹
 JORGE FERRO DÍAZ²

1. Instituto de Ecología y Sistemática
 2. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales



Sinucio de epífitas © L. Regalado

INTRODUCCIÓN

Las epífitas son plantas que viven sobre otras plantas sin sacar de ellas sus nutrientes (Benzing, 1990). Como comunidad vegetal son un sinucio florístico bien diferenciado fisonómicamente y su ecología depende de la vegetación en la que se establece (Braun-Blanquet, 1979). Este tipo de plantas constituyen cerca del 10 % de la flora vascular del planeta (aprox. 29 000 especies), distribuidas en 876 géneros y 84 familias, destacándose: Araceae, Bromeliaceae, Ericaceae, Gesneriaceae, Melastomataceae, Piperaceae, Orchidaceae y Rubiaceae y entre los helechos Polypodiaceae (Kress, 1986; Benzing, 1990). La distribución de las epífitas vasculares es pantropical. La mayor riqueza se concentra en los bosques húmedos del Neotrópico y Australasia (Gentry y Dodson, 1987; Küper *et al.*, 2004).

Las epífitas vasculares juegan un papel funcional importante en la dinámica de nutrientes del ecosistema, ya que al adquirirlos directamente de la atmósfera aumentan la eficiencia en la captación de nutrientes y agua. Por otra parte, representan una parte importante de la biomasa del bosque y en sus tejidos hay gran cantidad de minerales que pasan al suelo cuando caen de las copas y se descomponen (Nadkarni, 1984). De manera general, las epífitas incrementan la productividad del ecosistema al incidir en el balance hídrico y

en el recambio de nutrientes (Lowman y Nadkarni, 1995; Armbruster *et al.*, 2002).

Este grupo de plantas es considerado un micro-ecosistema, ya que contribuyen a la compartimentación del hábitat, aumentando la disponibilidad de recursos tróficos y estructurales. La acumulación de agua y detritos en las epífitas favorece el desarrollo de una fauna exclusiva y diversa (Frank, 1983). Estas asociaciones se manifiestan en las estrategias reproductoras de las epífitas y sus mecanismos especie-específicos de polinización y dispersión (Gentry y Dodson, 1987). Los miembros de esta sinusia contribuyen a la formación de sustratos aéreos más eficientes en la toma y fijación de nutrientes, fundamentalmente mediante asociaciones con hormigas (Hernández-Rosas, 1999; Blüthgen *et al.*, 2000). Las epífitas, reconocidas como recursos forestales no madereros, además de brindar servicios al ecosistema, son usadas como plantas ornamentales, medicinales, religiosas, alimento para animales y como especies bioindicadoras de la calidad del hábitat (Hechavarría, 2016).

En Cuba las epífitas comprenden el 7,7 % de la flora vascular (Fig. 7.1) (Cuéllar, 2001). La mayor riqueza de especies y endémicos se encuentra entre las angiospermas y representan el 5,3 % de total de táxones infragenéricos cubanos. Estas se incluyen en 14 familias, aunque la mayor diversidad se concentra en

Orchidaceae y Bromeliaceae (Tabla 7.1). El endemismo es bajo, siendo la familia Orchidaceae la de mayor riqueza en los géneros *Pleurothallis*, *Lepanthes* y *Encyclia*. Entre los helechos y plantas afines 15 familias tienen representantes epifíticos, siendo las familias Grammitidaceae, Hymenophyllaceae y Polypodiaceae las de mayor riqueza de especies (Cuéllar, 2001).

Estas plantas habitan en la mayoría de las formaciones vegetales de nuestro país, diferenciándose los sinucios epifíticos de acuerdo a su estructura y composición (Fig. 7.2). La riqueza de especies aumenta a partir de los 500 m de altitud y alcanza los valores máximos en los bosques pluviales montanos y nublados de los macizos montañosos orientales, donde se registran hasta el momento 490 especies, el 89,9 % del total de epifitas vasculares de Cuba (Tabla 7.2). El macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, con 309 especies es el de mayor riqueza y en la Sierra Maestra hay registradas 286 especies, limitadas a la Cordillera del Turquino y áreas de la Gran Piedra (Cuéllar, 2001). En el macizo montañoso Guamuhaya hay registradas 271 especies, pertenecientes a 88 géneros y

Tabla 7.1. Familias de epifitas vasculares mejores representadas en Cuba

Familia	Géneros epifíticos	% especies epifíticas
Grammitidaceae	1	100
Hymenophyllaceae	2	100
Lomariopsidaceae	5	100
Polypodiaceae	9	100
Vittariaceae	4	100
Orchidaceae	52	71,7
Bromeliaceae	9	81,9
Piperaceae	1	20,0
Cactaceae	4	15,7
Araceae	2	36,0
Moraceae	1	15,2
Rubiaceae	3	1,3
Marcgraviaceae	1	75,0
Clusiaceae	1	10,5
Begoniaceae	1	14,2

23 familias (Hechavarría, 2016). De manera general este carismático grupo de plantas ha sido poco estudiado en Cuba. Entre las regiones donde se han estudiado las epifitas se encuentran la Península de Guanahacabibes

Tabla 7.2. Representación de géneros epifíticos comunes por formaciones vegetales (Borhidi, 1996).

Formaciones vegetales	Altitud	Géneros de especies de epifíticas comunes
Manglares	0 – 30	<i>Tillandsia</i> , <i>Catopsis</i> , <i>Selenicereus</i> , <i>Encyclia</i> , <i>Broughtonia</i> , <i>Tolumnia</i> .
Complejo de vegetación de costa arenosa y rocosa y matorral xeromorfo costero y subcostero	0 – 10	<i>Guzmania</i> , <i>Tillandsia</i> , <i>Selenicereus</i> , <i>Vanilla</i> .
Bosque siempreverde y semideciduo	0 – 600	<i>Tillandsia</i> , <i>Catopsis</i> , <i>Guzmania</i> , <i>Hohenbergia</i> , <i>Epidendrum</i> , <i>Encyclia</i> , <i>Polystachya</i> , <i>Oncidium</i> , <i>Tolumnia</i> , <i>Cyrtopodium</i> , <i>Ionopsis</i> , <i>Vanilla</i> , <i>Peperomia</i> , <i>Ficus</i> , <i>Clusia</i> , <i>Anthurium</i> , <i>Philodendron</i> , <i>Selenicereus</i> , <i>Rhipsalis</i> .
Bosque de galería	0 – 600	<i>Tillandsia</i> , <i>Catopsis</i> , <i>Guzmania</i> , <i>Hohenbergia</i> , <i>Epidendrum</i> , <i>Encyclia</i> , <i>Polystachya</i> , <i>Peperomia</i> , <i>Ficus</i> , <i>Clusia</i> , <i>Anthurium</i> , <i>Philodendron</i> , <i>Selenicereus</i> , <i>Rhipsalis</i> .
Bosque de pino	0 – 600	<i>Tillandsia</i> , <i>Catopsis</i> , <i>Vanilla</i> , <i>Tolumnia</i> .
Sabanas	0 – 600	<i>Tillandsia</i> , <i>Vriesea</i> , <i>Werahaia</i> , <i>Anthurium</i> , <i>Encyclia</i> , <i>Ficus</i> , <i>Clusia</i> .
Complejo de vegetación de mogotes	0 – 900	<i>Tillandsia</i> , <i>Vriesea</i> , <i>Hohenbergia</i> , <i>Racinaea</i> , <i>Encyclia</i> , <i>Epidendrum</i> , <i>Domingoa</i> , <i>Pleurothallis</i> , <i>Coelia</i> , <i>Peperomia</i> , <i>Anthurium</i> , <i>Selenicereus</i> .
Cuabal y charrascal	0 – 600	<i>Tillandsia</i> , <i>Catopsis</i> , <i>Vanilla</i> , <i>Encyclia</i> , <i>Broughtonia</i> , <i>Epidendrum</i>
Bosque Pluvial montano y bosque nublado	500 – 1974	<i>Pleurothallis</i> , <i>Lepanthes</i> , <i>Encyclia</i> , <i>Epidendrum</i> , <i>Campylocentrum</i> , <i>Maxillaria</i> , <i>Dichaea</i> , <i>Dilomilis</i> , <i>Lepanthopsis</i> , <i>Tillandsia</i> , <i>Catopsis</i> , <i>Aechmea</i> , <i>Vriesea</i> , <i>Peperomia</i> , <i>Pilea</i> , <i>Marcgravia</i> , <i>Anthurium</i> , <i>Philodendron</i> , <i>Pinguicula</i> , <i>Ficus</i> , <i>Clusia</i> , <i>Columnea</i> , <i>Psychotria</i> , <i>Hillia</i> , <i>Schradera</i> , <i>Schlegelia</i> , <i>Begonia</i> .



Figura 7.1. Diversidad de epífitas vasculares presentes en Cuba. A. Polypodiaceae: *Pleopeltis polypodioides*, B. Araceae: *Philodendron lacerum*, C. Bromeliaceae: *Tillandsia depeana*, D. *Catopsis floribunda*, E. Cactaceae: *Rhipsalis baccifera*, F. Orchidaceae: *Polystachia extintoria*, G. Marcgraviaceae: *Marcgravia rectiflora*, H. Piperaceae: *Peperomia quadrifolia*. © L. Regalado (A), © M. Cañizares (B - H).

(Paredes, 1995, Ferro 2004, Ferro y Delgado 2005), las alturas cársicas de Guamuhaia (Hechavarría, 2008, 2016), los macizos montañosos de la región oriental (Oquendo y Reyes, 1998, Cuéllar, 2001) y las terrazas cársicas de la costa suroriental (Cuéllar, 2008).

METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO DE LAS EPÍFITAS VASCULARES

Las metodologías empleadas para el estudio de las comunidades epifíticas se han estandarizado con la finalidad de comparar resultados. Se destaca el compendio de métodos para muestrear las epífitas en bosques lluviosos tropicales propuesto por Gradstein *et al.* (1996) teniendo en cuenta su diversidad taxonómica. En este compendio se propusieron metodologías para estimar el tamaño de muestra, así como los métodos de observación para identificar y estimar la abundancia

de epífitas. Posteriormente, Nieder y Zotz (1998) complementaron estas metodologías con propuestas para el análisis de la estructura y dinámica de las comunidades de epífitas vasculares en bosques montañosos. Estos autores incorporaron criterios relacionados con la distribución de las epífitas, sus relaciones interespecíficas y las estrategias de historia natural para lograr un acercamiento a su dinámica poblacional y comunitaria.

Cuello (1998) hace una revisión de las metodologías precedentes para estimar parámetros ecológicos de la sinusia de epífitas vasculares como riqueza, abundancia, cobertura, tipos ecológicos, distribución espacial en el forófito y el tamaño de muestra. Este autor sugirió la combinación de varios métodos de observación para asegurar la correcta identificación de las especies, el uso de los parches para el conteo de individuos y de la cobertu-



Figura 7.2. Sinusia de epífitas en diferentes formaciones vegetales: A. bosque de galería en Reserva Ecológica Alturas de Banao, Sancti Spiritus, B. matorral xeromorfo costero, Playa Verraco, Santiago de Cuba, C. bosque pluvial montano en la cima de Pico Cristal, Holguín y D. cuabal La Coca, La Habana. © M. Cañizares (A, D), © A. E. Reyes (B), © I. Ventosa (C)

ra epifítica como medida de abundancia, el registro de la identidad de los forófitos y las características del sustrato.

Posteriormente, Gradstein *et al.* (2003) publicaron un protocolo estándar de muestreo rápido y representativo de la riqueza, abundancia y distribución vertical en el forófito, excluyendo las epífilas (generalmente briofitas que habitan en el la superficie de las hojas). Otros artículos han propuesto rutas a seguir en futuras investigaciones sobre ecología de la sinusia. Entre ellos, es destacable la revisión sobre ecofisiología y aspectos demográficos de las epífitas vasculares realizada por Zotz *et al.* (2001). Así como las consideraciones sobre estudios de dinámica poblacional mediante observaciones a largo plazo enfocados hacia las tasas de crecimiento, reclutamiento, relaciones de la talla con parámetros fisiológicos, mortalidad y la dinámica de las sucesiones epifíticas propuestas por Zotz (2004).

MÉTODOS DE INVENTARIOS

La unidad de muestreo en los estudios de comunidades de epífitas se puede hacer en base a diferentes escalas espaciales: el hospedero (Fig. 7.3A) o alguna unidad de área (Fig. 7.3B) (Cuello, 1998). Johansson (1974) sugirió que una comparación ideal debe ser realizada en base a las mismas especies y tamaño de los árboles hospederos debido a que con frecuencia se encuentra una fuerte correlación entre el forófito y su flora epifítica. También ha sido sugerido que árboles individuales pueden ser considerados como “situación isla” para las plantas epifitas, ya que el número de epífitas puede estar positivamente correlacionado con las dimensiones del follaje (Yeaton y Gladstone, 1982).

El muestreo en base al área puede proporcionar más ventajas a la hora de organizar diseños que permitan hacer comparaciones, y preferentemente en muestras cuadradas con tamaños pequeños a intermedios, siendo la propuesta de Sudgen y Robins (1979) de 100 m² una buena opción en base a toda la comunidad que puede encontrarse por hospederos (Cuello, 1998). Un elemento que pudiera contribuir



Figura 7.3. Unidades de muestreo más comunes en los estudios de ecología de epífitas vasculares; A. el tallo y la copa del árbol hospedero o forófito y B. la parcela o transecto (B) © J. Ferro.

a reforzar lo anterior es que la determinación del cociente epifítico, el cual se calcula en base a la comparación del tamaño de las áreas colonizadas por las epífitas (Gentry y Dodson, 1987, Rauer, 1995, Nieder *et al.*, 1996-1997) y este indicador podría ser importante para análisis regionales para la conservación y el manejo.

Las epífitas se deberán inventariar y monitorear de acuerdo al tipo de investigación que se diseñe. En la época de lluvia se facilita la identificación *in situ* de las especies, pues la mayo-

ría están florecidas. Las variables comúnmente evaluadas en los inventarios y monitoreos de epífitas vasculares son:

1. *Composición de las comunidades de epífitas vasculares.* Para identificar las especies, se utiliza el método de observación directa y a distancia (Johansson, 1974, Cuello, 1998). Siempre que sea necesario se sugiere el uso de binoculares. Basados en la composición de especies del sinucio epifítico se han nombrado asociaciones fitosociológicas en comunidades de epífitas vasculares (Catling y Levkovitch, 1989, Navarro, 2001, Hernández-Rosas y Carlsen, 2003), aunque no todos los autores apoyan este enfoque (Benzing, 1990).

2. *Variantes de epifitismo.* Se puede emplear la clasificación de las epífitas según la naturaleza de uso del forófito (Kress, 1986, Benzing, 1990, Hechavarría *et al.*, 2002) que incluye las siguientes categorías:

- * Holoepífitas, aquellas que permanecen todo su ciclo de vida sobre el forófito (epífitas obligadas o verdaderas)
- * Hemiepífitas, las especies que pasan parte de su ciclo de vida sobre el forófito (primarias y secundarias)
- * Epífitas casuales o facultativas, especies en las que algunos individuos de la población son epífitas mientras el resto son terrestres, y en cualquier caso completan su ciclo de vida.
- * Semi-epífita trepadora, planta que trepa por el árbol hospedero empleando raíces adventicias y en algún momento de su desarrollo logra independizarse de la tierra.

3. *Riqueza de especies.* Número de especies epifíticas en cada muestra. La relación riqueza-abundancia resulta interesante para comparaciones, pues dan la medida de los cambios sufridos dentro de la comunidad, igualmente deben tenerse en cuenta las variaciones en la preferencia de microhábitats.

4. *Abundancia de epífitas.* Número de individuos por especie epífita. En las epífitas vasculares es muy común el modo de crecimiento clonal, por lo que un parche o colonia, es-

cialmente independiente, es considerado como un individuo (Sandford, 1968).

5. *Constancia.* Presencia de las epífitas vasculares por formaciones vegetales o tipos de hábitats. Se cuantifica para cada especie según la clasificación de Bodenheimer (1955):

$$C = (pm / Pm) \times 100$$

donde: *C* es constancia, *pm* es el número de parcelas en las que aparece la especie y *Pm* es el número total de parcelas. La clasificación permite distinguir las especies en *Constantes* $C > 50\%$, *Ocasionales* $25\% < C < 50\%$ y *Raras* $C < 25\%$.

Teniendo en cuenta al árbol hospedero con sus condiciones específicas como el microhábitat de las epífitas, se recomienda evaluar las siguientes variables:

6. *Forófito.* Especie hospedera arbórea o arbustiva que es colonizada por epífitas. La relación planta-planta más estudiada hasta el momento es la que establece la epífita con su planta portadora, sus preferencias de microhábitats, sustratos y patrones de distribución en el forófito (Callaway *et al.*, 2001, Mehlterter *et al.*, 2005, Laube y Zotz, 2006).

7. *Abundancia por forófito.* Número de individuos por especie forófito.

8. *Rugosidad de la corteza del forófito.* Las propiedades de la corteza afectan a las epífitas por diferentes vías, a través de: (1) relieve y hábito de crecimiento, (2) estructura o porosidad y (3) composición química (Johansson, 1974; Benzing, 1981). La mayoría de las investigaciones realizadas se resumen a dos estados básicos de la textura de la corteza de los forófitos: lisa y rugosa (Migenis y Ackerman, 1993; Hechavarría, 2003, 2008). Ferro (2004) probó una metodología para documentar la propuesta que especifica detalles que argumentan los fundamentos de dichas categorías:



Figura 7.4. Tipos de corteza de forófitos de epífitas vasculares: A. Corteza lisa de *Bursera simaruba*, B. Corteza medianamente rugosa de *Cordia sebestena*, C. Corteza rugosa de *Cedrela odorata*. © J. Ferro.

* Lisa: corteza completamente lisa o con pequeñas escamas pero con patrón regular liso (Fig. 7.4A).

* Medianamente rugosa: corteza con agrietamiento o fisurado ligero cuyas hendiduras son poco profundas (< 2,5 mm) y escasamente separadas (< 1,5 mm) (Fig. 7.4B).

* Rugosa: corteza cuyo agrietamiento o fisurado tiene hendiduras más profundas ($\geq 2,5$ mm) y más separadas ($\geq 1,5$ mm) (Fig. 7.4C).

9. *Arquitectura del forófito*. Se refiere a la morfología general del forófito, que influye en el anclaje de las plantas, siendo más favorables las ramas y copas semiabiertas, ya que permiten el paso de luz a estratos arbóreos menos altos (Migenis y Ackerman, 1993). Entre las

variables a registrar en el campo se pueden incluir:

- * Altura del forófito: se puede medir utilizando un clinómetro o estimar utilizando como referencia la longitud de un objeto conocido.
- * Radio de la copa: se mide partiendo del punto de ramificación hacia el límite externo de la copa.
- * Diámetro del tronco a la altura del pecho: diámetro del tronco a la altura de 1,30 m aproximadamente.
- * Número de ramas: se cuentan las ramas primarias a partir de la ramificación del tallo.

10. *Distribución o zonación vertical de las epífitas en el forófito*. La forma en que las comunidades epifíticas se estratifican dentro del forófito está muy relacionada con los requerimientos de humedad e iluminación de las diferentes especies, siendo las zonas más viejas del forófito (centro de la copa y ramas de mayor diámetro) las que albergan el mayor número de especies. En el caso de los arbustos forófitos se sugiere la zonificación propuesta por Bøgh (1992) (Fig. 7.5). De manera general se pueden distinguir hasta cinco zonas:

- * Zona 1. Desde la base del tronco hasta los 3 m de altura.
- * Zona 2. El resto del tronco desde los 3 m hasta el nacimiento de las primeras ramas.
- * Zona 3. El primer tercio (basal) del largo de las ramas.

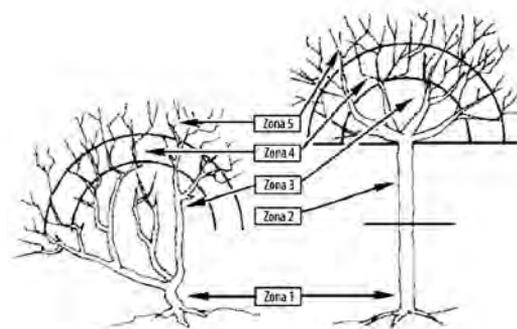


Figura 7.5: Patrón de distribución vertical de las epífitas. Zona 1: mitad inferior del tronco, Zona 2: mitad superior del tronco, Zona 3: ramas primarias, Zona 4: ramas secundarias, Zona 5: ramas terciarias y de demás órdenes superiores; modificado de Johansson (1974) y Bøgh (1992).

* Zona 4. El tercio medio del largo de las ramas.

* Zona 5. El último tercio o exterior del largo de las ramas.

Teniendo en cuenta que el sinucio epifítico es dependiente de la estructura de la vegetación que lo hospeda, se proponen la evaluación de variables que caractericen la estructura y composición de la vegetación en la cual se desarrolla en cuanto a:

11. *Altura media del dosel.* Altura promedio del estrato dominante.

12. *Cobertura del dosel.* El porcentaje de cobertura se puede determinar según James y Shugart (1970), observando el dosel a través de un cilindro plástico de 43 mm de diámetro dividido en su extremo distal en cuatro cuadrantes. Se deben hacer un mínimo de cinco observaciones cada cinco metros a lo largo de la parcela, para un total de 35 puntos que luego son promediados. Este parámetro se debe medir en época de seca y de lluvia.

13. *Densidad del sotobosque.* Las mediciones se pueden hacer durante la época de seca a tres alturas: 0- 0,3 m; 0,3 – 1,0 m y 1,0- 2,0 m utilizando un panel de densidad y contando los cuadros del panel (10 × 10 cm) que tengan cubiertos más de un 50 % de su área (James y Shugart, 1970). Las mediciones se hacen a intervalos de distancias dentro de la unidad de muestreo. Las dos primeras mediciones se realizan desde la posición de cuclillas para evitar el paralelismo.

14. *Densidad de plantas.* Número de individuos por especie no epifítica por unidad de área muestreada (ind/m²).

15. *Diámetro del tronco a la altura de 1,30 m* ($D_{1,30}$). Este parámetro se medirá utilizando una cinta diamétrica, en su defecto una cinta métrica, calculando el diámetro a partir del perímetro medido. $\text{Diámetro} = \text{Perímetro} / \pi$, a la altura del pecho, aproximadamente 1,30 m. En el caso de los arbustos, este parámetro se mide en el punto de ramificación, para evitar así la pérdida de información y hacer estadísticamente comparable los datos

tomados. Los valores obtenidos se podrán procesar estadísticamente si son agrupados por clases (Migenis y Ackerman, 1993). Las clases diamétricas se establecerán en dependencia de las características estructurales de cada formación vegetal evaluada y su estado al momento de las mediciones. Por ejemplo, en complejo de vegetación de mogote, en la Reserva Ecológica Lomas de Banao, las clases diamétricas establecidas por Hechavarría (2008) fueron:

- Clase 1: $D_{1,3} < 2,5$ cm
- Clase 2: $2,6 < D_{1,3} < 4,0$ cm
- Clase 3: $4,1 < D_{1,3} < 6,0$ cm
- Clase 4: $6,1 < D_{1,3} < 10,0$ cm
- Clase 5: $10,1 < D_{1,3} < 16,0$ cm
- Clase 6: $D_{1,3} > 16,1$ cm

DISEÑO DE MUESTREO

La fragmentación de los hábitats trae consigo alteraciones de la cobertura del dosel, la estructura de la vegetación y de las variables microclimáticas del bosque como el incremento de la luminosidad y la disminución de la humedad (Saunders *et al.*, 1991). La implantación de las comunidades epifíticas puede ser considerada como un indicador de hábitats estables y equilibrados. El restablecimiento de las comunidades epifíticas está en dependencia de la adaptabilidad de cada especie o familia. En este sentido, las orquídeas y bromeliáceas poseen características favorables para el xerofitismo, lo que les permite sobrevivir en ecosistemas degradados, mientras helechos y aráceas son más abundantes en bosques naturales. De esta forma, se modifica el valor de importancia de las familias según los niveles de alteración del bosque (Barthlott *et al.*, 2001).

Debido a la sensibilidad que las epífitas manifiestan al grado de conservación de los bosques, en composición y abundancia de especies, proponemos diseñar un muestreo sencillo, basado en la comparación de la riqueza y abundancia de especies, entre diferentes tipos de manejo o grados de conservación de un tipo de formación vegetal. Para el diseño del muestreo se propone usar el ciclo de indaga-

ción propuesto por Feinsinger (2004), basado en una secuencia lógica de cómo abordar el diseño de estudio de campo para la biología de la conservación de las epífitas vasculares. A continuación se presenta, a modo de ejemplo, cómo pueden ser inventariados y comparados tres diferentes áreas de bosque en la Reserva Ecológica Lomas de Banao.

1. *Inquietud*. Saber si la composición y abundancia de epífitas vasculares varía en bosques semidecuidos con diferentes grados de conservación.

2. *Pregunta*: ¿Cómo varía actualmente la composición y abundancia de epífitas vasculares en árboles con diámetro a la altura del pecho ($D_{1,30} \geq 1,30$ m) mayores a 10 cm entre tres variantes de bosque semidecuido en la Reserva Ecológica Lomas de Banao?

3. *¿Qué se compara?* Tres variantes de bosques semidecuidos: 1. secundario con tratamiento silvicultural, 2. secundario sin tratamiento silvicultural y 3. conservado sin tratamiento silvicultural.

4. *¿Qué se mide?* Riqueza y abundancia de especies de epífitas vasculares.

5. *Muestreo*: Se seleccionarán al menos tres parches de bosques semidecuidos donde se presenten las tres variantes que se comparan (réplicas). Dentro del área o superficie seleccionada dentro de cada bosque se seleccionarán al azar árboles con $D_{1,30}$ mayores de 10 cm. El número de árboles a muestrear se definirá mediante la curva de área mínima y dependerá del punto de inflexión de la curva.

6. *Procesamiento de los datos*. Para caracterizar la composición de las comunidades de epífitas vasculares en cada unidad de muestreo y para facilitar el análisis de la información se propone la confección de curvas de abundancia relativa (Feinsinger, 2004). A partir de los gráficos de las curvas de rango-abundancia se puede mostrar:

- Composición y abundancia de epífitas vasculares por variantes de bosques semidecuidos que se comparan

- Especie forófito con mayor riqueza de especies epifíticas

- Relación especie específica epífita-forófito

- Similitud entre las variantes de bosque semidecuidos comparadas de acuerdo a la composición y abundancia de especies epifíticas.

7. *Reflexión sobre los resultados*. Este es el paso en que se desarrollan las conclusiones del trabajo y las recomendaciones basados en los resultados obtenidos.

En general se puede resumir que el análisis de las comunidades de epífitas vasculares es relevante para comprender aspectos funcionales del ecosistema que las contiene; son excelentes indicadores de estados y dinámicas, a la vez que son especies claves para el mantenimiento de ensamblajes de su fauna asociada. Para el desarrollo de estudios efectivos de epífitas vasculares, varios son los aspectos que deben centrar estas investigaciones, entre los que resaltan la unidad de muestreo.

El Anexo 7.1 resume las unidades de muestreo y áreas de estudio en algunos estudios de epífitas vasculares. Las evaluaciones en base a unidades de área son recomendables para análisis multivariados de mayor alcance, tanto para el enfoque ecosistémico, como el paisajístico. Otro aspecto clave lo constituye el tipo de epífita a considerar, asumiendo que los grupos que usan un mayor tipo de microhábitats podrían ser mejores indicadores de biodiversidad. Otras variables de análisis relacionadas con el forófito también son importantes, como es el caso de su arquitectura, dimensiones y la distribución zonal vertical. De la misma forma, considerar otros factores asociados a la formación vegetal podrían aportar datos necesarios para documentar los procesos que afectan a la propia estructura y dinámica de las comunidades evaluadas.

LITERATURA CITADA

- Armbruster, P., R. A. Hutchinson y P. Cotgreave. 2002. Factors influencing community structure in a South American tank bromeliad fauna. *Oikos* 96: 225-234.
- Barkman, J. J. 1958. *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. Van Gorkum: Holland.
- Barthlott, W., V. Schmit-Neuerburg, J. Nieder y S. Engwald. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145-156.
- Benavides, A. M., A. J. Duque, J. F. Duivenvoorden, A. Vasco y R. Callejas. 2005. A first quantitative census of vascular epiphytes in rain forests of Colombian Amazonia. *Biodiversity Conservation* 14: 739-758.
- Benzing, D. H. y A. Renfrow. 1971. The biology of the atmospheric bromeliad *Tillandsia circinnata* Schlecht. I. The nutrient status of populations in South Florida. *American Journal of Botany* 58: 857-873.
- Benzing, D. H. 1981. Bark surfaces and the origin and maintenance of diversity among angiosperm epiphytes: a hypothesis. *Selbyana* 5: 248-255.
- Benzing, D. H. 1990. *Vascular epiphytes: General biology and related biota*. Cambridge. Univ. Press, New York. 354 pp.
- Blüthgen, N., M. Verhaagh, W. Goitia y N. Blüthgen. 2000. Ant nests in tank bromeliads – an example of non-specific interaction. *Insectes Sociaux* 47: 313-316.
- Bodenheimer, F. 1955. *Précis d'écologie animale*. Ed. Payet, Paris. 315 pp.
- Borhidi, A. 1996. *The phytogeography and vegetation ecology of Cuba*. 2nd Edition. Akadémiai Kiadó. Budapest. 870 pp.
- Bøgh, A. 1992. Composition and distribution of the vascular epiphyte flora of an Ecuadorian montane rainforest. *Selbyana* 13: 25-34.
- Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades naturales vegetales*. H. Blume Ediciones, Datura, España: 185-197.
- Callaway, R. M., K.O. Reinhart, S. C. Tucker y S. C. Pennings. 2001. Effects of epiphytic lichens on host preference of the vascular epiphyte *Tillandsia usneoides*. *Oikos* 94 (3): 433-441.
- Catling, P. M., V. R. Brown y L. P. Lefkovitch. 1986. Epiphytic orchids in a Belizean grapefruit orchard: distribution, colonization and association. *Lindleyana* 1: 194-202.
- Catling, P. M. y L. P. Lefkovitch. 1989. Associations of vascular epiphytes in a Guatemalan cloud forest. *Biotropica* 21: 35-40.
- Cuéllar Araújo, N. 2001. Caracterización del epifitismo vascular en la Región Oriental de Cuba. Tesis en opción al Título de Licenciado en Ciencias Biológicas. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.
- Cuéllar Araújo, N. 2008. *Ecología de epífitas vasculares en dos formaciones vegetales de la Reserva Ecológica Siboney-Juticé, Santiago de Cuba*. Tesis de Maestría en Ciencias Botánicas, Mención Sistemática de Plantas Superiores. Universidad de La Habana-Jardín Botánico Nacional, La Habana.
- Cuello, N. L. 1998. A review of sampling procedures for the study of vascular epiphytic species diversity in Neotropical montane forests. *Herbario Universitario PORT, Programa de Recursos Naturales Renovables, UNELLEZ-Guanare, Venezuela*. 11 pp.
- Feinsinger, P. 2004. *Diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 242 pp.
- Ferro Díaz, J. O. Borrego Fernández, A. Díaz Cordero. 2000. Ecología de orquídeas epífitas de la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes, Cuba. *Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología*, Universidad de San Agustín, Arequipa, Perú, 123 - 126 pp.
- Ferro Díaz, J.; N. Ferro Díaz y F. Delgado Fernández. 2003. La comunidad de epífitas vasculares de Ciénaga Lugones, Península de Guanahacabibes, Cuba. Pp. 291-302. En: *Humedales de Iberoamérica* (J. J. Neiff, Ed.). CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.
- Ferro Díaz, J. 2004. Efectos del aprovechamiento forestal sobre la estructura y dinámica de la comunidad de epífitas vasculares del bosque semidecídúo notófilo de la Península de Guanahacabibes, Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río, Cuba, 108 pp.
- Ferro Díaz, J. y J. Delgado. 2005. Biología de la conservación de epífitas vasculares, patrones de cambios sucesionales e indicadores ambientales de manejo en la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes, Pinar del Río. *Memorias del IX Encuentro de Botánica "Johannes Bissein memoriam"*.
- Frank, J. H. 1983. Bromeliad phytotelmata and their biota, especially mosquitoes. Pp. 101-128. En: *Phytotelmata: Terrestrial plants as*

- hosts for aquatic insect communities* (Frank, J.H. y L.P. Lounibos, Eds). Plexus, Medford.
- Frank, J. H., S. Sreenivasan, P. J. Benshoff, M. A. Deyrup, G. B. Edwards, S. E. Halbert, A. B. Hamon, M. D. Lowman, E. L. Mockford, R. H. Scheffrahn, G. J. Steck, M. C. Thomas, T. J. Walker y W. C. Welbourn. 2004. Invertebrate animals extracted from native *Tillandsia* (Bromeliales: Bromeliaceae) in Sarasota County, Florida. *Journal of Tropical Ecology* 87 (2): 176-185.
- Freiberg, M. y E. Freiberg. 2000. Epiphyte diversity and biomass in the canopy of lowland and montane forests in Ecuador. *Journal of Tropical Ecology* 16: 673-688.
- Gentry, A. y C. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74 (2): 205-233.
- Gradstein, S. R., P. Hietz, R. Lücking, A. Lücking, J. M. Sipman, H. F. M. Vester, J. H. D. Wolf y E. Gardette. 1996. How to sample the epiphytic diversity of tropical rain forests. *Ecotropica* 2: 59-72.
- Gradstein, S. R., N. M. Nadkarni, T. Krömer, I. Holz y N. Nöske. 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. *Selbyana* 24 (1): 105-111.
- Hechavarria, L., R. Oviedo y B. K. Holst. 2002. Epiphytic Angiosperms of Cuba. *Selbyana* 23 (2): 224-244.
- Hechavarria, L. 2003. Ecología de epífitas vasculares de dos mogotes de la Reserva Ecológica Alturas de Banao, Sancti Spiritus. *Tesis de Maestría en Ciencias Botánicas*. Jardín Botánico Nacional. Universidad de La Habana. Cuba.
- Hechavarria, L. 2008. Epifitismo vascular en dos alturas cársicas de la Reserva Ecológica Alturas de Banao, Sancti Spiritus, Cuba Central. *Acta Botánica Cubana* 200: 1-8.
- Hechavarria L. 2016. Conservación de las epífitas vasculares en Guamuhaya. *Bissea* 10 (NE 1): 84.
- Hernández-Rosas, J. y M. Carlsen. 2003. Estructura de las sinusias de plantas del dosel en un portador (*Eschweilera parviflora*, Lecythidaceae) del bosque húmedo tropical del Alto Orinoco, Estado Amazonas, Venezuela. *Ecotrópicos* 16(1): 1-10.
- Hernández-Rosas, J. 1999. Diversidad de grupos funcionales de plantas del dosel de un bosque húmedo tropical del Alto Orinoco, Estado Amazonas, Venezuela. *Ecotrópicos* 12(1): 33-48.
- James, F. C. y H. Shugart. 1970. A quantitative method of habitat description. *Audobon Field Notes* 24: 727- 736
- Johansson, D. R. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytogeographica Suecica* 59: 1-129.
- Kelly, D. L., V. J. Tanner, E. M. NicLughadha y V. Kapos. 1994. Floristic and biogeography of a rain forest in the Venezuelan Andes. *Journal of Biogeography* 21:421-440
- Kress, W. J. 1986. The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. *Selbyana* 9: 2-22.
- Küper, W., H. Kreft, J. Nieder, N. Köster y W. Barthlott. 2004. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography* 31: 1477-1487.
- Larrea, M. 1997. Respuesta de las epífitas vasculares a diferentes formas de manejo del bosque nublado, bosque protegido Sierrazul, Zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Napo, Ecuador. Pp. 321-346. En: *Estudios Biológicos para la Conservación* (Mena, P.A. et al., Eds.). Eco-Ciencia, Quito.
- Laube, S. y G. Zotz. 2006. Neither host-specific nor random: vascular epiphytes on three tree species in a Panamanian lowland forest. *Annals of Botany* 97: 1103-1114.
- Lowman, M. y N. M. Nadkarni. 1995. *Forest canopies: a review of research on this biological frontier*. London.
- Mehlreter, K., A. Flores-Palacios y J. G. García-Franco. 2005. Host preferences of low-trunk vascular epiphytes in a cloud forest of Veracruz, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 21: 651-660.
- Migenis, L. E. y J. D. Ackerman. 1993. Orchid-epiphyte relationships in a forest watershed in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 9: 231-240.
- Nadkarni, N. M. 1984. Epiphyte biomass and nutrient of a neotropical Elfin Forest. *Biotropica* 16 (4): 249- 256.
- Nadkarni, N. M. y K. Ferrell-Ingram. 1992: A bibliography of biological literature on epiphytes: an update. *Selbyana* 13: 3-24.
- Nadkarni, N. M., T. J. Matelson y W. A. Haber. 1995. Structural characteristics and floristic composition of a Neotropical cloud forest, Monteverde, Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 11: 481-495.
- Navarro, G. 2001. Contribución al conocimiento fitosociológico de la vegetación de epífitas vasculares del centro y sur de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología* 10: 59-79.

- Nieder, J., P. L. Ibish y W. Barthlott. 1996 - 97. Diversidad de epífitas una cuestión de escala. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 17- 18: 59- 61.
- Nieder, J. y G. Zotz. 1998. Methods of analyzing the structure and dynamics of the vascular epiphyte communities. *Ecotropica* 4: 33-39.
- Oquendo, T. y J. C. Reyes. 1998. Estudio eco-florístico del sinucioepifítico en el gradiente altitudinal Siboney-Gran Piedra, Santiago de Cuba. *Trabajo de Diploma*. Universidad de Oriente.
- Paredes, J. 1995. *Ecología de orquídeas epífitas en la Península de Guanahacabibes, Cuba*. Trabajo de Diploma. Facultad Forestal. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Sandford, W. W. 1968. Distribution of epiphytic orchids in Nigeria in relation to each other and to geographic location and climate, type of vegetation and tree species. *Journal of Ecology* 56: 597- 705.
- Sudgen, A.M. & R.J. Robins. 1979. Aspects of the ecology of vascular epiphytes in Colombian cloud forest, I. The distribution of the epiphytic flora. *Biotropica*. 11(3):173-188.
- Zotz, G. 2004. Long-term observation of the population dynamics of vascular epiphytes. En: *Results of worldwide ecological studies. Proceedings of the 2nd Symposium of the A.F.W. Schimper-Foundation* (S. W. Breeckle, B. Schweizer y A. Fangmeier, Eds.). 119-127.
- Zotz, G. 2007. Johansson revisited: the spatial structure of epiphyte assemblages. *Journal of Vegetation Science* 18: 123-130.
- Zotz, G., P. Hietz, y G. Schmidt. 2001. Small plants, large plants: the importance of plant size for the physiological ecology of vascular epiphytes. *Journal of Vegetation Science* 52 (363): 2051-2056.

Anexo 7.1. Resumen del diseño de algunos estudios publicados sobre ecología de epífitas vasculares.

Criterio de muestreo	Unidad de muestreo y área de estudio	Referencia
Todos los árboles $D_{1,30} \geq 10\text{cm}$	10 parcelas de 10×10 m. Bosque nublado, Serranía de Macuira, Colombia.	Sudgen y Robins (1979)
Todos los árboles y arbustos $D_{1,30} \geq 1,25\text{ cm}$	20 Transectos de 2 m de ancho y de longitud variable. Bosque nublado, Sierra de las Minas, Guatemala.	Catling y Lefkovich (1989)
Todos los árboles $D_{1,30} \geq 5\text{cm}$	una parcela de 5×35 m. Bosque montano, Ecuador.	Bøgh (1992)
Todos los árboles $D_{1,30} \geq 2,5\text{ cm}$	17 Transectos de 7,8 m de ancho y de largo variable. Bosque de galería, Bosque Experimental de Luquillo, Puerto Rico.	Migenis y Ackerman (1993)
12 Árboles	Seleccionados al azar en 60 parcelas de 12×12 m. Bosque montano, Mérida, Venezuela.	Kelly <i>et al.</i> (1994)
90 individuos de una especie específica de árbol	1 transecto con límites altitudinales. Bosque nublado, Sierra Azul, Napo, Ecuador.	Larrea (1997)
Todos los árboles y arbustos	3 parcelas de 25×25 m. Bosque semidecuido, Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba	Ferro <i>et al.</i> (2000)
Todos árboles y arbustos con $D_{1,30} \geq 1,5\text{ cm}$	1 parcela de 10×10 m. Bosque semidecuido, Ciénaga de Lugones, Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba.	Ferro <i>et al.</i> (2003)
Todos los árboles, arbustos y lianas con $D_{1,30} > 4\text{ cm}$	1 parcela de 625 m^2 . Bosque semidecuido, Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba	Ferro (2004)
Todos los árboles y arbustos	Complejo de Vegetación de mogotes, Banao, Sancti Spiritus, Cuba.	Hechavarría (2008)
Todos los árboles y arbustos	Matorral xeromorfo costero Siboney, Santiago de Cuba, Cuba.	Cuéllar (2008)



Tillandsia deppeana