

**PROTOCOLO DE MONITOREO DE EPÍFITAS VASCULARES PARA TÉCNICOS DEL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS
PROTEGIDAS DE CUBA**

Autor: Lucia Hechavarría Schwesinger. Instituto de Ecología y Sistemática, IES.

E-mail: lhechavarrias@ecologia.cu



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| <i>INTRODUCCIÓN</i> | 2 |
| <i>CONCEPTOS BÁSICOS: EPÍFITAS Y FORÓFITOS</i> | 4 |
| <i>ECOLOGÍA DE EPÍFITAS VASCULARES</i> | 5 |
| <i>ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO DE LAS EPÍFITAS VASCULARES</i> | 6 |
| LA UNIDAD DE MUESTREO | 7 |
| VARIABLES COMÚNMENTE EVALUADAS EN LOS MONITOREOS DE EPÍFITAS VASCULARES..... | 8 |
| <i>EJEMPLO DE DISEÑO DE ESTUDIO DE CAMPO: “COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE EPÍFITAS VASCULARES EN TRES VARIANTES DE BOSQUES SEMIDECIDUOS DE LA RESERVA ECOLÓGICA LOMAS DE BANAÓ”</i> | 12 |
| BIBLIOGRAFÍA CITADA..... | 15 |

INTRODUCCIÓN

Entre las sinusias que ocupan el dosel de los bosques tropicales, las epífitas vasculares constituyen las de mayor diversidad específica (Gentry y Dodson, 1987; Nieder y col., 1996-97), pues constituyen cerca del 10% de la flora vascular del planeta (aprox. 29.000 especies vasculares distribuidas en 876 géneros y 84 familias (Kress, 1986)). Esta forma de vida ha evolucionado varias veces de forma independiente al hábito terrestre y se manifiesta tanto en taxones primitivos como de reciente evolución, destacándose las familias Araceae, Bromeliaceae, Ericaceae, Gesneriaceae, Melastomataceae, Piperaceae, Orchidaceae, Rubiaceae y de los helechos las polipodiáceas (Kress, 1986; Benzing, 1987, 1990).

Las epífitas vasculares, como comunidad vegetal, son un sinucio florístico bien diferenciado fisonómicamente, y su ecología depende de la comunidad pluriestratificada en la cual se establece (macrohábitat), ya que dicha comunidad, por su elevado grado de organización, condiciona el microhábitat donde se desarrollan (Braun-Blanquet, 1979). Según este autor, la implantación de las comunidades epifíticas puede ser considerada como un indicador de hábitats estables y equilibrados. 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 y col., 1991). 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 (Larrea, 1997; Barthlott y col., 2001). La relación riqueza-abundancia resulta interesante en estas 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.

Desde el punto de vista funcional las epífitas se consideran pequeños ecosistemas dentro de los bosques tropicales. Estas plantas juegan un papel importante en la dinámica de nutrientes del ecosistema, ya que, por sus atributos fisiológicos, aumentan la eficiencia de la toma de nutrientes y agua de los forófitos (y por extensión del bosque), al ser capaces de adquirirlos directamente de la atmósfera. Por esta razón componen una parte importante de la biomasa del bosque, y en sus tejidos vivos o muertos hay gran cantidad de minerales, diferentes a los de los hospederos, que están inmovilizados por un período en el dosel y pasan al ecosistema por un mecanismo de “limpieza del dosel” cuando caen de las copas (Nadkarni, 1984). Además, contribuyen notablemente a la compartimentación del hábitat, ya que aumentan la disponibilidad de recursos tróficos y estructurales; inciden en el balance hídrico y recambio de nutrientes e incrementan la productividad en el ecosistema (Lowman y Nadkarni, 1995; Armbruster y col., 2002).

La distribución de las epífitas vasculares es Pantropical. La mayor riqueza se concentra en el Nuevo Mundo y Australasia, en bosques húmedos de elevaciones medias (Gentry y Dodson, 1987; Küper y col., 2004). No obstante, en bosques secos pueden encontrarse pocas especies pero muy abundantes, con adaptaciones específicas al xerofitismo (Ingram y col., 1996; Mondragón y col., 2004; Bernal y col., 2005).

En Cuba las epífitas comprenden el 7,7% de la flora vascular cubana, distribuidas fundamentalmente en los bosques pluviales y nublados de los principales macizos montañosos del país y de manera especial, en la región oriental (Cuéllar, 2001). La mayor riqueza de especies y endémicos se distribuye entre las angiospermas con el 5.3% de total de taxones infragenéricos cubanos. Orchidaceae y Bromeliaceae constituyen las principales familias de angiospermas epífitas en el archipiélago (Hechavarria y col. 2002). Desde el punto de vista ecológico pueden destacarse los trabajos realizados en la Península de Guanahacabibes, en Cuba occidental (Paredes, 1995; Ferro 2004, Ferro y Delgado 2005); en las alturas cársicas de Guamuha (Hechavarria 2003, 2008, 2016); en los macizos montañosos de la región oriental (Oquendo y Reyes, 1998; Cuéllar, 2001) y en las terrazas cársicas de la costa suroriental (Cuéllar, 2008).

Debido a la importancia que este fenómeno merece dentro del ecosistema, ya existe un Simposio Internacional sobre Biología y Conservación de Epífitas, realizado en el Marie Selby Botanical Garden (Sarasota, Estados Unidos), se estableció un plan de acción dirigido fundamentalmente a involucrar directa o indirectamente en el trabajo de conservación a instituciones, científicos y personas en general de países tropicales,

desarrollar una comunicación activa entre éstos, incrementar la participación gubernamental de los países donde hay epífitas y se estén llevando a cabo investigaciones y programas de educación ambiental relacionados con regulaciones de colecta y comercialización de estas plantas, e incrementar los fondos privados y gubernamentales para la investigación, educación y protección directa de estas plantas en sus hábitats. De forma general, se concluyó que es importante para la conservación de las epífitas incrementar los conocimientos botánicos, ecológicos y hortícolas de estas especies (Nadkarni, 1992).

En Cuba se está llevando a cabo trabajos comunitarios con el fin de promover la conservación de las epífitas vasculares en el macizo montañoso Guamuhaya. En esta región, las epífitas vasculares son consideradas como plantas parásitas por la mayoría de los campesinos. Las usan con fines ornamentales, medicinales, ritual religioso y forraje, pero no reconocen los servicios ecosistémicos que estas plantas por sí brindan, excepto el de belleza escénica. Por eso son recolectadas indiscriminadamente para comercializar en Trinidad, principal polo turístico del centro de Cuba. Basados en esta realidad se ideó el proyecto investigativo “Las epífitas vasculares del macizo montañoso Guamuhaya”, en tres fases: 1) diseño de la estrategia local para su conservación; 2) diagnóstico del conocimiento ecológico local y educación ambiental y 3) empoderamiento local para el uso sostenible de las epífitas vasculares, actualmente en ejecución. La riqueza de epífitas vasculares en Guamuhaya comprende 258 especies de 24 familias, 11% son especies amenazadas. El plan de acción para su conservación incluye cinco objetivos: 1) evaluar el conocimiento ecológico local; 2) evaluar el estado de las poblaciones; 3) incorporar a las especies amenazadas como objetos de conservación en áreas protegidas; 4) desarrollar el protocolo para el monitoreo; 5) fomentar el empoderamiento local. En Comunidad La 23, Alturas de Trinidad como iniciativa local, liderada por su grupo gestor, se está fomentando un jardín de epífitas, en terrenos de un microvertedero informal donde hemos extendido experiencias para el cultivo y propagación de estas especies y otros temas medioambientales para promover la convivencia y el uso de los recursos naturales en armonía con la conservación de la biodiversidad (Hechavarria, 2016).

CONCEPTOS BÁSICOS: EPÍFITAS Y FORÓFITOS

Epífitas: se denomina epífitas a los vegetales que viven sobre otras plantas, utilizándolas solamente como soporte y sin sacar de ellas su nutrimento Font Quer (1968).

Sabido es que el término “epífita”, considera a organismos (plantas o animales) que viven sobre plantas vivas o sobre tejidos muertos exteriores de una planta sin extraer agua o alimento de sus tejidos vivos (Barkman, 1958).

Forófito: árbol hospedero que sirve de soporte a las plantas epifíticas (Benzing 1990).

Este término básico fue propuesto inicialmente por Ochsner (1928), el cual ha sido de amplia utilización: el de “planta hospedero”, que se ha internacionalizado a partir de su empleo por Johansson (1974) como *phorophyte*, llegándose a generalizar su uso en nuestro idioma como forófito, tal como se aprecia en los trabajos de Gentry y Dodson (1987), Nieder y col. (1996-1997), Larrea (1997) y Wolf (1998).

ECOLOGÍA DE EPÍFITAS VASCULARES

La clásica monografía de Schimper (1888) inició el camino de los estudios sobre ecología de la sinusia epifítica, seguido de numerosos trabajos sobre la composición epifítica, patrones de distribución, adaptaciones, fisiología, biología reproductiva y ecología de estas comunidades (Madison, 1977; Kress, 1986; Gentry y Dodson, 1987a; Lüttge, 1989; Benzing, 1990).

Uno de los aspectos más registrados en la literatura especializada ha sido la composición de las comunidades de epífitas vasculares en los bosques pluviales tropicales continentales (Nadkarni y Ferrell-Ingram, 1992). Así, se encuentran trabajos en diversas áreas naturales o países de América Central y América del Sur (Todzia, 1986; Aguirre-León, 1992; Wolf, 1993; Ingram y col., 1996; Ibisch, 1996; Ibisch y col., 1996; Engwald y col., 2000; Freiberg y Freiberg, 2000; Hechavarría y col., 2002; Benavides y col., 2005) y en menor medida, en bosques de África y Australasia (Hosokawa, 1943, 1954; Sanford, 1968; Johansson, 1974; Wallace, 1981).

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). Por su parte, la estructura de la sinusia, su dinámica, distribución y preferencias de sustrato y microhábitats han sido estudiadas en bosques pluviales de diferentes localidades (Bennet, 1986; ter Steege y Cornelissen, 1989; Bøgh, 1992; Fontoura, 1995; Hietz y Hietz-Seifert, 1995a,b; Nadkarni y col., 1995; Zotz, 1997; Rudolph y col., 1998) y en forófitos específicos dentro del bosque (van Leeuwarden y col., 1990; Freiberg, 1996; Zotz, 1997; Valle y col., 2004; Zotz y Vollrath, 2002, 2003; Hernández-Rosas y Carlsen, 2003).

Entre las estrategias empleadas por las epífitas vasculares para la conquista exitosa del dosel se encuentran las múltiples relaciones interespecíficas planta-planta y planta-animal (Benzing, 1983). Las asociaciones con cianobacterias, líquenes y briófitos favorecen la retención de la humedad, los depósitos de humus y el enriquecimiento de sustratos propicios para la germinación de las semillas, así como la fijación de elementos esenciales como el nitrógeno (Bøgh, 1992; Kernan y Fowler, 1995; Hernández-Rosas, 2004). Sin embargo, esta relación no siempre es favorable para las epífitas vasculares, lo cual está en dependencia de las interacciones entre las epífitas propiamente, alelopatía e incluso

competencia exclusiva, sobrecrecimiento de los talos de líquenes foliosos que matan los estadios juveniles de orquídeas epífitas (Callaway y col., 2001; Zotz y Andrade, 2002).

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 y col., 2002; Mehltreter y col., 2005; Laube y Zotz, 2006). Reiterados en la bibliografía resultan también los estudios de interacción planta-animal dentro de las comunidades epifíticas (Blüthgen y col., 2000; Wittman, 2000; Frank y col., 2004). La acumulación de agua y detritos en las epífitas fitotelmáticas favorece el desarrollo de una fauna exclusiva y diversa (Frank, 1983). Estas asociaciones se manifiestan en las estrategias reproductivas 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 para la toma y fijación de nutrientes, fundamentalmente mediante asociaciones mirmeecófilas (Hernández-Rosas, 1999; Blüthgen y col., 2000).

De reciente interés resulta la caracterización de la dinámica poblacional, parámetros demográficos de las epífitas vasculares y los factores que los afectan. Entre otros, se analizan el lento crecimiento vegetativo y la maduración tardía en relación con las especies no epifíticas; el comportamiento de las preferencias de microhábitat por grupos fenológicos de las especies; causas de mortalidad y tasas de regeneración y sucesión específica, así como las relaciones con el forófito y otras especies (Zotz, 2004, 2007; Bernal y col., 2005; Winkler y col., 2007). Las estrategias de biología reproductiva, polinización, dispersión y germinación de las semillas, (Zotz y Vollrath, 2002; Cascante, 2006); la dinámica de parámetros fisiológicos como la capacidad fotosintética, la tasa de crecimiento, el uso y absorción de nutrientes, y su modificación frente a diferentes tallas de las plantas o cambios microclimáticos también han sido objeto de estudio (Zotz y Tyree, 1996; Zotz, 1997, 2000a; Griffiths y Maxwell, 1999; Hietz y col., 1999; Zotz y col., 2001; Zotz y Andrade, 2002; Laube y Zotz, 2003; Graham y Andrade, 2004). En varios trabajos, se ha referido que las modificaciones en el tamaño de las especies afectan las tasas de intercambio gaseoso, el uso de nitrógeno y la capacidad fotosintética; así como el efecto de la fisiología de las epífitas en el balance hídrico y la reducción de la temperatura ambiente en la vegetación circundante (Zotz, 2000a,b; Helbsing y col., 2000; Zotz y Hietz, 2001; Zotz y col., 2001, 2002; Laube y Zotz, 2003).

ANÁLISIS DE LAS 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. Destaca el compendio de métodos para muestrear las epífitas en bosques lluviosos tropicales, teniendo en cuenta su diversidad taxonómica (Gradstein y col., 1996). En el cual se proponen metodologías

generales en cuanto al tamaño de muestra, los métodos de observación para identificar epífitas vasculares, así como su abundancia. Posteriormente, se complementa esta información mediante las propuestas metodológicas para el análisis de estructura y dinámica de las comunidades de epífitas vasculares en bosques montanos tropicales (Nieder y Zotz, 1998). En la misma se discuten sugerencias en cuanto a la distribución de las epífitas, el estudio de sus relaciones interespecíficas y las estrategias de historia natural de las especies, para lograr un acercamiento a su dinámica poblacional y comunitaria.

Cuello (1998) revisa 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, en bosques montanos. Sugiere 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 cobertura epifítica como medida de abundancia, el registro de la identidad de los forófitos y las características del sustrato. Posteriormente se publicó el protocolo estándar de muestreo rápido y representativo de la riqueza, abundancia y distribución vertical en el forófito, de las epífitas vasculares y no vasculares, excluyendo las epifilas, en bosques lluviosos tropicales (Gradstein y col., 2003).

Otros artículos proponen 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, en busca de un enfoque más integral y balanceado taxonómica y ecológicamente (Zotz y Hietz, 2001). Además, se refieren 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 (Zotz, 2004).

LA UNIDAD DE MUESTREO

La unidad de muestreo en estudios de comunidades de epífitas varía de acuerdo a la escala de la investigación y al tipo de vegetación donde se desarrolla la comunidad epifítica. Generalmente muestrear los forófitos es lo que ha primado en la mayoría de las investigaciones, variando el número de réplicas. En la Tabla 1, resumimos cómo se escogieron las unidades de muestreo y réplicas en algunos estudios clásicos de sinucios epifíticos.

Tabla 1. Unidades de muestra empleadas para el estudio de comunidades epifíticas.

| Unidad de muestra | Réplicas | Referencia |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| Todos los árboles DAP≥10cm | 10 parcelas de 10X10 m | Sudgen y Robins (1979) |

| | | |
|---|---|-----------------------------|
| Todos los árboles y arbustos DAP $\geq 1,25$ cm | 20 Transectos de 2 m de ancho y de longitud variable. | Catling y Lefkovitch (1989) |
| Todos los árboles DAP ≥ 5 cm | una parcela de 5X35m | Bøgh (1992) |
| Todos los árboles DAP ≥ 2.5 cm | 17 Transectos de 7,8m de ancho y de largo variable | Migenis y Ackerman (1993) |
| 12 Árboles | seleccionados al azar en 60 parcelas de 12X12m | Kelly <i>et al.</i> (1994) |
| 90 individuos de una especie específica de árbol | 1 Transecto con límites altitudinales | Larrea (1997) |
| Todos los árboles y arbustos | 3 parcelas de 25X25m | Ferro y col. (2000) |
| Todos árboles y arbustos con DAP $\geq 1,5$ cm | 1 parcela de 10X10m | Ferro y col. (2003) |
| Todos los árboles, arbustos y lianas con DAP > 4 cm | 1 parcela de 625m ² | Ferro (2004) |
| Todos los árboles y arbustos | 3 parcelas de 180m ² | Hechavarria (2008) |
| Todos los árboles y arbustos | 8 parcelas de 180m ² | Cuéllar (2008) |

VARIABLES COMÚNMENTE EVALUADAS EN LOS MONITOREOS DE EPÍFITAS VASCULARES

- 1. Composición específica 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.
- 2. Variantes de epifitismo:** proponemos se siga la clasificación de las epífitas según la naturaleza de uso del forófito (Kress 1986, Benzing, 1990; Hechavarria y col. 2002).
 - **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.

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, espacialmente independiente, es considerado como un individuo (Sanford, 1968).

5. **Constancia:** presencia de las epífitas vasculares por formaciones vegetales. Se cuantificó para cada especie según la clasificación de Bodenheimer (1955): $C = \frac{pm}{Pm} \times 100$

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 proponen evaluar las siguientes variables:

6. **Forófito:** especie hospedera que es colonizada por epífitas.

7. **Abundancia de 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). Para determinar el tipo de corteza del forófito sugerimos la clasificación propuesta por Trockenbrodt (1990):

- Corteza Lisa (anillada o apretada)
- Corteza Fisurada
- Corteza Agrietada
- Corteza Escamosa
- Corteza exfoliada

La mayoría de las investigaciones realizadas en resumen a dos estados básicos la textura de la corteza de los forófitos (Migenis y Ackerman 1993; Hechavarria 2003, 2008; Ferro 2004, Ferro y Delgado 2005):

- Corteza Lisa: Corteza completamente lisa o con pequeñas escamas pero con patrón regular liso.
- Corteza rugosa (en cualquiera de sus variantes): Corteza con agrietamiento o fisurado.

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

- **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 1.30m 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 (Zotz 2007; Freiberg 1996; Fontoura 1995; Catling y *col.* 1986; Griffiths y Smith 1983; Johansson 1974; Benzing y Renfrow 1971; Pittendrigh 1948), 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.

- 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 órdenes superiores (twigs)

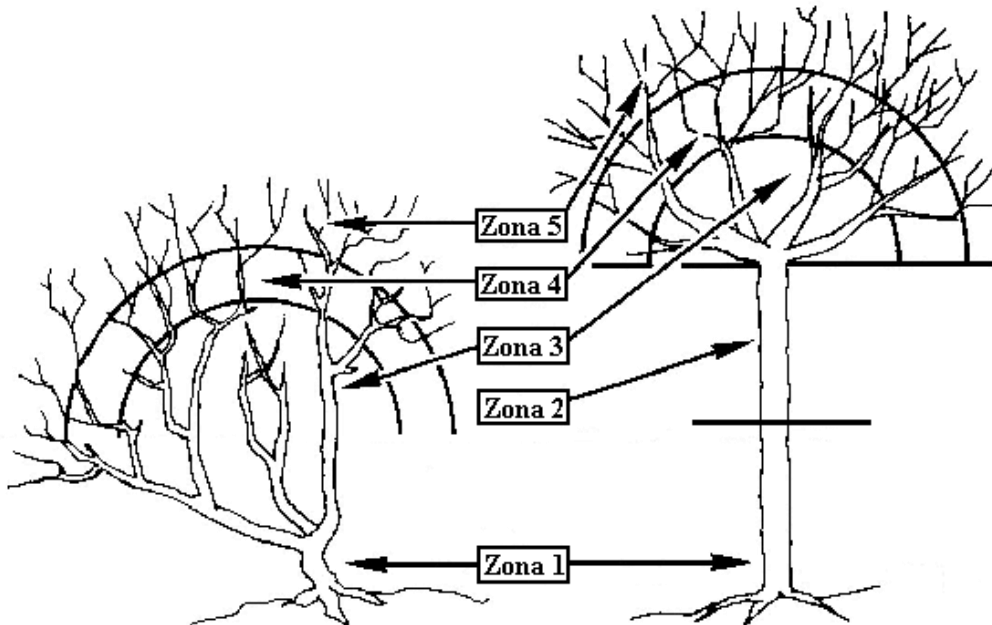


Figura 1: Patrón de distribución vertical de las epífitas. Zona 1: mitad inferior del tronco; Zona 2: mitad superior del tronco; Zona 3: ramas primarias; Zona 4: ramas secundarias; Zona 5: ramas terciarias y de demás órdenes superiores. Tomado y

modificado de Johansson (1974) y Bøgh (1992).

Teniendo en cuenta que el sinucio epifítico es dependiente de la estructura de la vegetación que lo hospeda, considerado como macrohábitat, se proponen la evaluación de variables que caractericen la estructura y composición de la vegetación en la cual se desarrolla el sinucio epifítico.

11. Altura media del dosel (apreciación cualitativa): Se estima la altura promedio del estrato dominante.

12. Cobertura del dosel: El porcentaje de cobertura se determinó según James y Shugart (1970), observando a través de un cilindro plástico de 43 mm de diámetro dividido en su extremo distal en cuatro cuadrantes. Se hicieron cinco observaciones, una cada cinco metros a lo largo de la parcela, para un total de 35 puntos que luego fueron promediados. Este parámetro se midió en época de seca.

13. Densidad del sotobosque: Las mediciones se hacen en época de seca a tres alturas: DS1= 0- 0.3 m, DS2= 0.3- 1.0 m y DS3= 1.0- 2.0 m; y utilizando un panel de densidad (James y Shugart 1970) contándose los cuadros del panel que estuvieran cubiertos en más de un 50% de su área. 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 (DAP): Las especies, arbóreas o arbustivas, son separadas por clases (Migenis y Ackerman 1993), utilizando una cinta diamétrica de 10 m. En el caso de los arbustos, estrato predominante en la cima, este parámetro se midió en el punto de ramificación, para evitar la pérdida de información y hacer estadísticamente comparable los datos tomados.

- Clase 1: $\emptyset < 2.5$ cm

- Clase 2: $2.6 < \emptyset < 4.0$ cm

- Clase 3: $4.1 < \emptyset < 6.0$ cm

- Clase 4: $6.1 < \emptyset < 10.0$ cm

- Clase 5: $10.1 < \emptyset < 16.0$ cm

- Clase 6: $\emptyset > 16.1$ cm

Para comprobar si la variación del número de forófitos con respecto a no forófitos es lineal a medida que aumenta el diámetro se propone el Análisis de Regresión Lineal no paramétrico, teniendo en cuenta el porcentaje de árboles por clases diamétricas.

Para establecer las diferencias entre las unidades de muestreo en cuanto a clases de DAP y

en cuanto a tipos de corteza se propone usar el test estadístico no paramétrico Prueba G Triple, teniendo en cuenta la proporción de árboles con y sin epífitas.

Para analizar qué influencia tiene cada parámetro evaluado en la riqueza de especies epífitas por unidad de muestreo, se realiza el test estadístico de correlación no paramétrico Correlación por rangos de Spearman.

EJEMPLO DE DISEÑO DE ESTUDIO DE CAMPO: "COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE EPÍFITAS VASCULARES EN TRES VARIANTES DE BOSQUES SEMIDECIDUOS DE LA RESERVA ECOLÓGICA LOMAS DE BANAÑO".

El presente ejemplo sigue la metodología propuesta por Feinsinger (2004), siguiendo las pautas del ciclo de indagación.

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

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

¿Qué se compara? Variantes de bosques siempreverdes: secundario con tratamiento silvicultural, secundario sin tratamiento silvicultural y conservado sin tratamiento silvicultural

¿Qué se mide? Abundancia y composición de epífitas vasculares

Se seleccionarán al menos tres parches de bosques semideciduos 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 DAP mayores de 10 cm. El número de árboles a muestrear (unidad de muestreo) se definirá mediante la curva de unidad de muestreo mínima (Fig.2), dependerá del punto de inflexión de la curva, donde la misma alcanza la meseta, en este caso hipotético son 4 los árboles a muestrear.

Curva de No. de muestra mínima

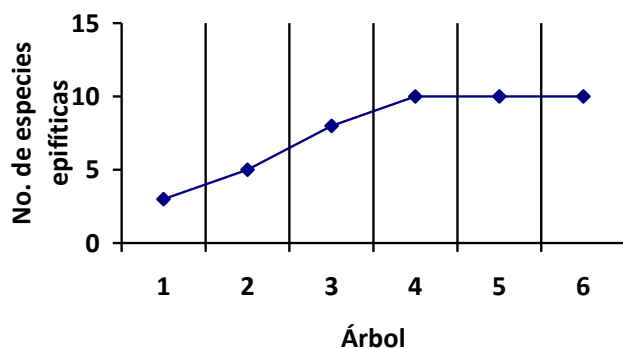


Figura 2. Ejemplo de curva de unidad de muestreo mínima.

Planillas de campo:

Tabla 1: Composición y abundancia de especies epifíticas por especie forófito en parche de Bosque Semidecduo sin tratamiento silvicultural.

| Forófito | Especie epifítica | Abundancia de Especie epifítica |
|-----------------|--------------------------|--|
| | | |
| | | |

Por cada parche se tomarán los datos de igual manera, para un total de tres tablas por variantes de bosques siempreverdes, que es lo que estamos comparando.

Tabla 2: Composición y abundancia de epifitas vasculares por variantes de bosques semidecduos

| Especie epifítica | BSD-Secundario con tratamiento silvicultural | | | BSD-Secundario sin tratamiento silvicultural | | | BSD-natural sin tratamiento silvicultural | | |
|--------------------------|---|----------|----------|---|----------|----------|--|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | | | | | | | | | |

Análisis de los datos recolectados: Para caracterizar la composición de las comunidades de epífitas vasculares en cada unidad de muestreo y para fácil análisis de la información se propone la confección de curvas de abundancia relativa (Feinsinger 2004; Fig. 4).

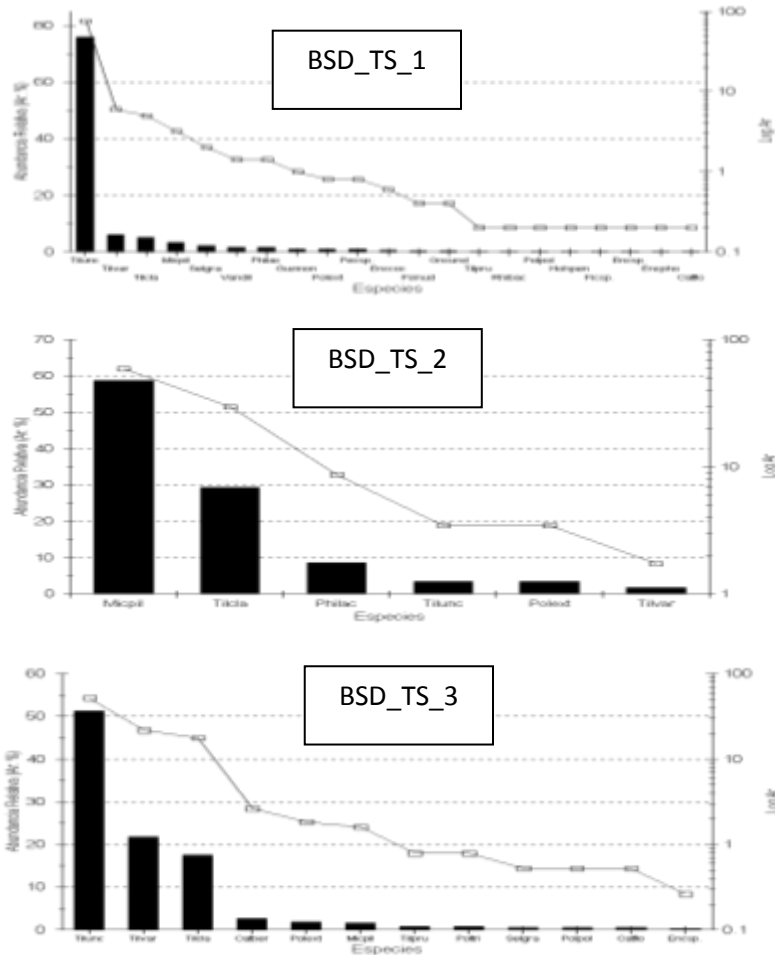


Figura 3. Curvas de rango/abundancia de la flora epifítica en las réplicas de Bosques semidecíduos con tratamiento silvicultural (BSD-TS-1; BSD-TS-2 BSD-TS-3).

A partir de las curvas de rango-abundancia se puede mostrar:

- Composición y abundancia de epífitas vasculares por variantes de Bosques semidecíduos que se comparan
- Especie forófito con mayor riqueza de especies epifíticas
- Especie forófito más colonizada por las epífitas vasculares
- Similitud entre las variantes de bosque semidecíduos comparadas de acuerdo a la composición y abundancia de especies epifíticas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

| |
|---|
| Aguirre-León, E. 1992. Vascular epiphytes of Mexico: a preliminary inventory. <i>Selbyana</i> 13: 72-76. |
| Armbruster, P., R.A. Hutchinson y P. Cotgreave. 2002. Factors influencing community structure in a South American tank bromeliad fauna. <i>Oikos</i> 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. <i>Plant Ecol.</i> 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. <i>Biodiv. Conserv.</i> 14: 739-758. |
| Bennet, B. 1986. Patchiness, diversity and abundance relationships of vascular epiphytes. <i>Selbyana</i> 9: 70-75. |
| Benzing, D. H. y A. Renfrow. 1971. The biology of the atmospheric bromeliad <i>Tillandsia circinnata</i> Schlecht. I. The nutrient status of populations in South Florida. <i>Am. J. Bot.</i> 58: 857- 873. |
| Benzing, D.H. 1981. Bark surfaces and the origin and maintenance of diversity among angiosperm epiphytes: a hypothesis. <i>Selbyana</i> 5: 248-255. |
| Benzing, D.H. 1983. Vascular epiphytes: a survey with special reference to their interactions with other organisms. 11-24 pp. En Sutton, S.L., T.C. Whitmore y A.C. Chadwick (Eds.) <i>Tropical rain forest: Ecology and Management</i> . Brit. Ecol. Soc., Oxford. |
| Benzing, D.H. 1987. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptive diversity. <i>Ann. Miss. Bot. Gard.</i> 74(2): 183-204. |
| Benzing, D.H. 1990. <i>Vascular epiphytes: General biology and related biota</i> . Cambridge Univ. Press, New York. 354 pp. |
| Bernal, R., T. Valverde y L. Hernández-Rosas. 2005. Habitat preference of the epiphyte <i>Tillandsia recurvata</i> (Bromeliaceae) in a semidesert environment in Central Mexico. <i>Can. J. Bot.</i> 83: 1238-1247. |
| Blüthgen, N., M. Verhaagh, W. Goitía y N. Blüthgen. 2000. Ant nests in tank bromeliads – an example of non-specific interaction. <i>Insectes Soc.</i> 47: 313-316. |

| |
|---|
| Bodenheimer, F. 1955. Précis d' ecologie anamale. Ed. Payet, Paris. 315 pp. |
| Bøgh, A. 1992. Composition and distribution of the vascular epiphyte flora of an Ecuadorean 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 <i>Tillandsia usneoides</i> . Oikos 94(3): 433-441 |
| Cascante, A.M. 2006. Establishment, reproduction and genetics of epiphytic bromeliad communities during premontane forest succession in Costa Rica. Tesis Doctoral. Universidad de Amsterdam, Holanda. |
| Catling, P. M., V. R. Brownel 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. Levkovitch. 1989. Associations of vascular epiphytes in a Guatemalan cloud forest. Biotropica 21: 35-40. |
| Cuéllar Araújo, N. 2008. Ecología de epífitas vasculares en dos formaciones vegetales de la Reserva Ecológica Siboney-Juticí, Santiago de Cuba. Tesis en opción al Título de Maestro en Ciencias Botánicas, Mención Sistemática de Plantas Superiores. Universidad de La Habana-Jardín Botánico Nacional, La Habana. |
| 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. |
| 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. |
| Engwald, S., V. Schmit-Neuerburg y W. Barthlott. 2000. Epiphytes in rain forests of Venezuela - diversity and dynamics of a biocenosis. En Breckle, S.W., B. Schweizer, U. Arndt (Eds.): Results of worldwide ecological studies. Proceedings of the 1 st Symposium by the A.F.W Schimper-Foundation - from H. and E. Walter - Hoheneim, Oktober 1998.- Stuttgart-Hohenheim, Verlag Günter Heimbach. 425-434 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. 2003. Algunos problemas teórico – metodológicos para investigaciones en ecología de epífitas vasculares. Memorias del VI Simposio de Botánica. Instituto de Ecología y Sistemática y Jardín Botánico Nacional. CITMA. C. Habana. 7 pp. |
| Ferro, J. 2004. Efectos del aprovechamiento forestal sobre la estructura y dinámica de la comunidad de epífitas vasculares del bosque semidecídulo notófilo de la Península de Guanahacabibes, Cuba. Tesis Doctoral en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río. Cuba. |
| Ferro, 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 Bisse <i>in memoriam</i> ". |
| Font Quer, P. 1968. Diccionario de Botánica. Edición Revolucionaria. La Habana. |
| Fontoura, T. 1995. Distribution patterns of five Bromeliaceae genera in Atlantic rain forest, Rio de Janeiro, Brasil. <i>Selbyana</i> 16(1): 79-93. |
| Frank, J.H. 1983. Bromeliad phytotelmata and their biota, especially mosquitoes. En: Frank, J.H. y L.P. Lounibos (Eds). <i>Phytotelmata: Terrestrial plants as hosts for aquatic insect communities</i> . Plexus, Medford, N.J., 101-128. |
| Frank, J.H., S. Sreenivasan, P.J. Benschhoff, 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 <i>Tillandsia</i> (Bromeliales: Bromeliaceae) in Sarasota County, Florida. <i>Florida Ent.</i> 87(2): 176-185. |
| Freiberg, M. 1996. Spatial distribution of vascular epiphytes on three emergent canopy trees in French Guiana. <i>Biotropica</i> 28: 345-355. |
| Freiberg, M. y E. Freiberg. 2000. Epiphyte diversity and biomass in the canopy of lowland and montane forests in Ecuador. <i>J. Trop. Ecol.</i> 16: 673-688. |

| |
|--|
| Gentry, A. y C. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. <i>Ann. Missouri Bot. Gard.</i> 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. <i>Ecotropica</i> 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. <i>Selbyana</i> 24(1): 105-111. |
| Graham, E.A. y J.L. Andrade. 2004. Drought tolerance associated with vertical stratification of two co-occurring epiphytic bromeliads in a tropical dry forest. <i>Amer. J. Bot.</i> 91(5): 699–706. |
| Griffiths, H. y J. A. C. Smith. 1983. Photosynthetic pathways of the Bromeliaceae of Trinidad. Relations between life-forms, habitat preferences and the occurrence of CAM. <i>Oecología</i> 60: 176- 184. |
| Griffiths, H. y K. Maxwell. 1999. In memory of C.S. Pittendrigh: Does exposure in forest canopies relate to photoprotective strategies in epiphytic bromeliads? <i>Funct. Ecol.</i> 13: 15-23. |
| Hechavarría, L., R. Oviedo y B. K. Holst. 2002. Epiphytic Angiosperms of Cuba. <i>Selbyana</i> 23 (2): 224-244. |
| Hechavarría, 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. |
| Hechavarría, L. 2008.14. Epifitismo vascular en dos alturas cársicas de la Reserva Ecológica Alturas de Banao, Sancti Spíritus, Cuba Central. <i>Acta Botánica Cubana</i> No. 200. 8 Pp. |
| Hechavarría L. 2016. Conservación de las epífitas vasculares en Guamuhaya. <i>Bissea</i> 10 (NE 1): 84. |
| Helbsing, S., M. Riederer y G. Zotz. 2000. Cuticles of vascular epiphytes: Efficient barriers for water loss after stomatal closure? <i>Ann. Bot.</i> 86: 765-769. |
| Hernández-Rosas, J. y M. Carlsen. 2003. Estructura de las sinusias de plantas del dosel en un portador (<i>Eschweilera parviflora</i> , Lecythidaceae) del bosque húmedo tropical del Alto Orinoco, Estado Amazonas, Venezuela. <i>Ecotrópicos</i> 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. <i>Ecotrópicos</i> 12(1): 33-48. |
| Hernández-Rosas, J. 2004. Características del sustrato de plantas del dosel de un bosque húmedo tropical de tierras bajas (Alto Orinoco, Venezuela). <i>Ecología. Acta Cient. Venez.</i> 55: 35-43. |
| Hietz, P. 1999. Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment. Conference presentation, International Conference on Biodiversity and Bioresources: conservation and utilization, 23-27 November, 1997. Phuket, Thailand. Http: //www.iupac.org/symposia/proccedings/phucket97/hietz.html . |
| Hietz, P. y U. Hietz-Seifert. 1995a. Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in central Veracruz, México. <i>J. Veg. Sci.</i> 6: 487-498. |
| Hietz, P. y U. Hietz-Seifert. 1995b. Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, México. <i>J. Veg. Sci.</i> 6: 719-728. |
| Hosokawa, T. 1943. Studies on the life forms of vascular epiphytes and the epiphyte flora of Ponape, Micronesia (I). <i>Trans. Nat. Hist. Soc. Taiwan</i> 33: 35-55. |
| Hosokawa, T. 1954. On the <i>Camptosperma</i> forests of Kusaie in Micronesia with special reference to the community units of epiphytes. <i>Vegetatio</i> 5: 351-360. |
| Ibisch, P.L., A. Boegner, J. Nieder y W. Barthlott. 1996. How diverse are Neotropical epiphytes? An analysis based on the Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. <i>Ecotropica</i> 2: 13-28. |
| Ibisch, P.L. 1996. Neotropische Epiphytendiversität—das Beispiel Bolivien. <i>Archiv Naturwissenschaftlicher. Dissertationen</i> , Band 1. Martina Galunder Verlag, Wiehl. 357 pp. |
| Ingram, S.W., K. Ferrel-Ingram y N.M. Nadkarni. 1996. Floristic composition of vascular epiphytes in a cloud forest, Monteverde, Costa Rica. <i>Selbyana</i> 17: 88-103. |
| James, F. C. y H. Shugart. 1970. A quantitative method of habitat description. <i>Audobon Field Notes</i> 24: 727- 736 |
| Johansson, D.R. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. <i>Acta Phytogeogr. Suecica</i> 59: 1-129. |
| Kelly, D.L.; V.J. Tanner; E.M. Nic Lughadha & V. Kapos (1994): Floristic and biogeography of a rain forest in the Venezuelan Andes. <i>Journal of Biogeography</i> 21:421-440 |

| |
|--|
| Kernan, C. y N. Fowler. 1995. Differential substrate use by epiphytes in Corcovado National Park, Costa Rica: a source of guild structure. <i>J. Ecol.</i> 83: 65-73. |
| Kress, W.J. 1986. The systematic distribution of vascular epiphytes: an up date. <i>Selbyana</i> 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. <i>J. Biogeogr.</i> 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. En: Mena, P.A. y col. (Eds.) <i>Estudios Biológicos para la Conservación, Eco-Ciencia, Quito</i> 321-346. |
| Laube, S. y G. Zotz. 2003. Which abiotic factors limit vegetative growth in a vascular epiphyte? <i>Funct. Ecol.</i> 17: 598-604. |
| Laube, S. y G. Zotz. 2006. Neither host-specific nor random: vascular epiphytes on three tree species in a Panamanian lowland forest. <i>Ann. Bot.</i> 97: 1103-1114. |
| Lowman, M. y N.M. Nadkarni. 1995. <i>Forest canopies: a review of research on this biological frontier.</i> London. |
| Lüttge, U. (Ed.) 1989. <i>Vascular plants as epiphytes.</i> Springer-Verlag, Berlin. |
| Madison, M. 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. <i>Selbyana</i> 2: 1-13. |
| Mehltreter, K., A. Flores-Palacios y J.G. García-Franco 2005. Host preferences of low-trunk vascular epiphytes in a cloud forest of Veracruz, Mexico. <i>J. Trop. Ecol.</i> 21: 651-660. |
| Migenis, L.E. y J.D. Ackerman. 1993. Orchid-phorophyte relationships in a forest watershed in Puerto Rico. <i>J. Trop. Ecol.</i> 9: 231-240. |
| Mondragón, D., R. Durán, I. Ramyrez y T. Valverde. 2004. Temporal variation in the demography of the clonal epiphyte <i>Tillandsia brachycaulos</i> (Bromeliaceae) in the Yucatan Peninsula, Mexico. <i>J. Trop. Ecol.</i> 20: 1-11. |
| Nadkarni, N. M. 1984. Epiphyte biomass and nutrient of a neotropical Elfin Forest. <i>Biotropica</i> 16 (4): 249- 256. |
| Nadkarni, N. M. 1992. The conservation of epiphytes and their management I: summary of a discussion at The International Symposium on the Biology and Conservation of Epiphytes. <i>Selbyana</i> 13: 140- 142. |

| |
|---|
| Nadkarni, N.M., T.J. Matelson y W.A. Haber. 1995. Structural characteristics and floristic composition of a Neotropical cloud forest, Monteverde, Costa Rica. <i>J. Trop. Ecol.</i> 11: 481-495. |
| Nadkarni, N.M. y K. Ferrell-Ingram. 1992: A bibliography of biological literature on epiphytes: an update. <i>Selbyana</i> 13: 3-24. |
| Navarro, G. 2001. Contribución al conocimiento fitosociológico de la vegetación de epífitos vasculares del centro y sur de Bolivia. <i>Rev. Bol. Ecol.</i> 10: 59-79. |
| Nieder, J., P. L. Ibish y W. Barthlott. 1996- 97. Diversidad de epífitas _una cuestión de escala_. <i>Revista Jar. Bot. Nac. Uni. Habana.</i> 17- 18: 59- 61. |
| Nieder, J. y G. Zotz. 1998. Methods of analyzing the structure and dynamics of the vascular epiphyte communities. <i>Ecotropica</i> 4: 33-39. |
| Oquendo, T. y J.C. Reyes. 1998. Estudio eco-florístico del sinucio epifítico 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. Universidad de La Habana. |
| Pittendrigh, C.S. 1948. The bromeliad-Anopheles-malaria complex in Trinidad I. The bromeliad Flora. <i>Evolution</i> 2: 58-89. |
| Rudolph, D., G. Rauer, J. Nieder y W. Barthlott. 1998. Distribution patterns of epiphytes in the canopy and phorophyte characteristics in a western Andean rain forest in Ecuador. <i>Selbyana</i> 19: 27-33. |
| 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. <i>J. Ecol.</i> 56: 597- 705. |
| Saunders, A.D., J. Hobbs y C. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. <i>Conserv. Biol.</i> 5: 18-32. |
| Schimper, A.F.W. 1888. Die Epiphytische Vegetation Amerikas. <i>Bot. Mitt. Tropen</i> II, G. Fisher, Jena. |
| 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. <i>Biotropica.</i> 11(3):173-188. |

| |
|---|
| ter Steege, H. y J.H.C. Cornelissen. 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. <i>Biotropica</i> 21: 331-339. |
| Todzia, C. 1986. Growth habit, host tree species, and density of hemiepiphytes on Barro Colorado, Panamá. <i>Biotropica</i> 18: 22-27. |
| Trockenbrodt, M. (1990): Discusión de la terminología usada en la anatomía de la corteza. <i>IAWA Bull.</i> 11:141-166 pp. |
| Valle, V., T.B. Breier, O.V. Silva y M.A.R. Andrade. 2004. Distribuição especial de epífitas vasculares sobre um jequitibá-rosa na Serra do Teimoso, Bahia. Trabajo de curso. 6 pp. |
| van Leerdam, A., R.J. Zagat y E.J. Veneklaas. 1990. The distribution of epiphyte growth forms in the canopy of Colombian cloud forest. <i>Vegetatio</i> 87:59-71. |
| Wallace, B.J. 1981. The Australian vascular epiphytes: flora and ecology. PhD. Thesis, Univ. of New England, New South Wales. |
| Winkler, M., K. Hülber y P. Hietz. 2007. Population dynamics of epiphytic bromeliads: Life strategies and the role of host branches. <i>Bas. Appl. Ecol.</i> 8: 183-196. |
| Wittman, P.K. 2000. The animal community associated with canopy bromeliads of the lowland Peruvian Amazon rain forest. <i>Selbyana</i> 21(1,2): 48-51. |
| Wolf, J.H.D. (1998): Diversidad de epífitas vasculares Altos de Chiapas, México. Resumen electrónico México. URL: http://www.conabio.mex.org/issb060.htm |
| Wolf, J.H.D. 1993. Epiphyte communities of tropical montane rainforests in the northern Andes. <i>Phytocoenologia</i> 22: 1-103. |
| Zotz, G. 1997. Substrate use of three epiphytic bromeliads. <i>Ecography</i> 20: 264-270. |
| Zotz, G. 2000a. Size dependence in the reproductive allocation of <i>Dimerandra emarginata</i> , an epiphytic orchid. <i>Ecotropica</i> 6: 95-98. |
| Zotz, G. 2000b. Size-related intraspecific variability in physiological traits of vascular epiphytes and its importance for plant physiological ecology. <i>Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics</i> 3(1): 19-28. |
| Zotz, G. y B. Vollrath. 2002. Substrate preferences of epiphytic bromeliads: an experimental approach. <i>Acta Oecol.</i> 23: 99-102. |
| Zotz, G. y B. Vollrath. 2003. The epiphyte vegetation of the palm <i>Socratea exorrhiza</i> – correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. <i>J. Trop. Ecol.</i> 19: 81-90. |

| |
|---|
| <p>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. Breeckle, S.W., Schweizer, Birgit and A. Fangmeier (Eds). 119-127.</p> |
| <p>Zotz, G. 2007. Johansson revisited: the spatial structure of epiphyte assemblages. J. Veg. Sci. 18: 123-130.</p> |
| <p>Zotz, G. y J.L. Andrade. 2002. La ecología y fisiología de las epífitas y las hemiepífitas. Capítulo 12: 271-296. En: Guariguata M. y G. Katan (Eds.) Ecología y conservación de bosques neotropicales. Editorial Libro Universitario Regional, Costa Rica.</p> |
| <p>Zotz, G., P. Hietz, y G. Schmidt. 2001. Small plants, large plants: the importance of plant size for the physiological ecology of vascular epiphytes. J. Exp. Bot. 52 (363): 2051-2056.</p> |
| <p>Zotz, G. y M.T. Tyree. 1996. Water stress in the epiphytic orchid <i>Dimerandra emarginata</i> (G. Meyer) Hoehne. Oecologia 107: 151-159.</p> |
| <p>Zotz, G. y P. Hietz. 2001. The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. J. Exp. Bot. 52 (364): 2067-2078.</p> |