

Criterios metodológicos para evaluaciones sobre ecología de epífitas vasculares. Una revisión crítica.

Methodological criteria for assessments of vascular epiphytes ecology. A critical review.

Jorge Ferro Díaz

Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales, ECOVIDA

jferro@ecovida.cu; jorge.ferro2011@gmail.com

Fecha de recepción: 11 de agosto de 2016

Fecha de aceptación: 22 de octubre de 2016

RESUMEN: Las epífitas vasculares conforman comunidades que en el caso de los ecosistemas forestales representan una parte importante de la biodiversidad de los bosques donde se insertan. Su investigación es objeto de interés creciente en la comunidad científica y debido a ello múltiples trabajos se publican al respecto. Considerando la variedad de condiciones y ambientes, las propuestas metodológicas que están disponibles son amplias, razón por la que el presente trabajo muestra de forma organizada, una revisión y análisis de algunas de las metodologías disponibles para evaluaciones ecológicas de epífitas vasculares, incluyendo aplicaciones desarrolladas por el autor, con el propósito de ofrecer los principales criterios y recomendaciones que se pueden seguir en cualquier programa de investigación y monitoreo de estas comunidades, teniendo en cuenta el interés creciente de gestores y administradores de áreas protegidas para considerar a las mismas como reales o potenciales objetos de conservación en dichas áreas. Los aspectos en que se presenta esta revisión metodológica consideran cuatro puntos clave, a saber: a) Categorías de epífitas a considerar; b) Registro y muestreo de epífitas; c) Las mediciones de hospederos, y d) Otros elementos y criterios ambientales. Tales componentes se documentan y ejemplifican, con ilustraciones pertinentes al criterio analizado.

Palabras claves: epífitas vasculares, metodología ecológica, forofitos, ecología vegetal

ABSTRACT: The vascular epiphytes conform communities that represent an important part of the forest biodiversity in case of the forest ecosystems where these plants are inserted. The epiphyte researches are being object of growing interest in the scientific community and due to it, a lot of works are published in this respect. Considering the variety of environments and conditions, the methodological proposals that are available are wide, reason for which the present work shows of organized form, a revision and analysis of some of the available methodologies for ecological evaluations on vascular epiphytes. It include some applications developed by the author, with the purpose of offering the main approaches and recommendations that can be applied in any monitoring and research program of these communities. The main observations keep in mind the growing interest of agents and administrators of protected areas, in term to consider to the same ones as real or potential conservation objects in these areas. Four key points present the aspects considered in this methodological revision, that is: a) Epiphytes categories to consider; b) Register and epiphytes sampling; c) The phorophytes mensuration, and d) Other elements and

environmental approaches. Such components are documented and they exemplify, with pertinent illustrations to the analyzed approach.

Keywords: vascular epiphytes, ecological methodology, phorophytes, vegetable ecology

INTRODUCCIÓN

La Biología ha sido siempre una disciplina preocupada por la conservación de la naturaleza, pero en los últimos años, y a tenor del impresionante deterioro de la diversidad biológica en nuestro planeta, ha tomado cuerpo la necesidad de fomentar aproximaciones multidisciplinarias al estudio científico de los problemas y soluciones relacionados con su conservación. Una de estas aproximaciones es la Biología de la Conservación, que es una disciplina de corte transversal, pues se fundamenta en los métodos científicos de otras para demostrar la necesidad de entender la ecología de las especies en problemas (Caughley & Gunn, 1996).

Graeme Caughley (1937 – 1994), uno de los que más impulso dio a esta reciente disciplina (Weber y Reyna, 1998), señala que la Biología de la Conservación tiene una dirección teórica y otra pragmática (Caughley, 1994).

¿Qué importancia tienen tales paradigmas hoy? Es posible resumirla en sus aportaciones para la aplicación de la conservación “in situ” y “ex situ”, promoviendo el perfeccionamiento de los diseños de proyectos para la conservación.

Un caso particular de atención acerca del mantenimiento de la biodiversidad es el de las comunidades dependientes, pues su estructuración y funcionamiento está muy estrechamente relacionada con las condiciones que les ofrece o limita la comunidad mayor que las contiene, lo cual es muy evidente en los ecosistemas forestales, que entre otras, brinda disponibilidad de nichos.

Gran cantidad de resultados científicos están disponibles acerca de la ecología de epífitas vasculares dentro de los sistemas que les sustentan, particularmente para el caso de los ecosistemas forestales; en muchos de estos es posible apreciar que existen diferencias en la diversidad de epífitas, y que éstas pueden estar relacionadas con el tipo de manejo del bosque, pues tales acciones provocan la modificación de las condiciones ambientales del dosel.

Siguiendo las generales ofrecidas, se demandan estudios de evaluación y seguimiento de estas comunidades, con las que se puede disponer además de información para asegurar su conservación, y cumplimiento de las diversas funciones que tienen en el ecosistema. En tal sentido se ofrece una amplia compilación de los aspectos básicos, con sus fundamentos, acerca de las principales recomendaciones metodológicas, las que posibilitarán tomar adecuadas decisiones acerca de que medir, y cómo medir, en interés de cualquier tipo de análisis derivado de una evaluación ecológica rápida, o un programa de monitoreo a corto, mediano y largo plazo.

Tal es el Objetivo de este documento, especificado para ofrecer los principales criterios y recomendaciones metodológicas a seguir en cualquier programa de investigación y monitoreo de comunidades de epífitas vasculares, a partir del interés creciente de considerar a las mismas como reales o potenciales objetos de conservación en áreas protegidas.

Las recomendaciones y criterios aquí plasmados, derivan no solo de las necesarias consultas bibliográficas, sino de la práctica sistemática del autor, durante varios años, estudiando aspectos diversos de la ecología de comunidades de epífitas vasculares, en diferentes contextos de ecosistemas del occidente cubano, con lo cual se brinda además la oportunidad de enriquecerlas en su aplicación rigurosa.

DESARROLLO

Métodos y procedimientos recomendados. Fundamentos para su aplicación.

Los aspectos que se abordarán consideran como lógica de su presentación, los fundamentos teóricos, con amplia referencia de las consultas bibliográficas y las aplicaciones prácticas realizadas; su tratamiento se estructurará a partir de la concepción de las diversas problemáticas que confluyen en estudios de comunidades de epífitas vasculares, las cuales son:

1. Categorías de epífitas a considerar
2. Registro y muestreo de epífitas
3. Las mediciones de hospederos

4. Otros criterios

1.- Conceptos básicos: epífitas y forofitos.

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, 1959).

Para el caso que se analiza, se refiere a las plantas vasculares que, en términos de estudios ecológicos, según lo que se encuentra difundido, han ocupado más a la comunidad científica, no obstante, también de las epífitas criptogámicas se registran abundantes trabajos.

Ochsner (1928) distinguió pseudoepífitas y epífitas reales; Barkman (1959) asumía diferencias entre epífitas obligadas y facultativas (preferentes, indiferentes y ocasionales); también se emplean los términos de holoepífitas --epífitas permanentes-- y hemiepífitas --epífitas temporales-- (Koskinen --1955-- en Barkman, 1959). También se han utilizado las categorías de epífitas y hemiepífitas (Benzing, 1990).

Siguiendo a Kress (1986), quien en su análisis sistemático de la distribución de epífitas vasculares propuso una clasificación en cuatro categorías que posibilitaran considerar una mayor cantidad de variantes, Ferro (2004) utilizó tales categorías para la evaluación de los efectos del aprovechamiento forestal sobre la comunidad de epífitas vasculares de la península de Guanahacabibes, las que se sugieren para tener un referente comparativo de una importante reserva forestal del occidente de Cuba. Las cuatro categorías de epífitas a considerar, como se aprecia en la **Fig. 1**, son:

1. Epífitas Verdaderas (Fig. 1A)
2. Epífita casual (Fig. 1B)
3. Semiepífitas trepadoras (Fig. 1C)
4. Hemiepífitas (Fig. 1D)



Figura 1. Tipos de epífitas consideradas en la investigación: A= Epífita verdadera, B= Epífita casual, C= Semiepífita trepadora y D= Hemiepífita

Otro 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 forofito, tal como se aprecia en los trabajos de Gentry & Dodson (1987), Nieder *et al.* (1996-1997), Larrea (1997) y Wolf (1998).

2.- Registro y muestreo de epífitas.

La carencia de métodos estandarizados de muestreo es una de las mayores restricciones para los estudios de la diversidad epifítica (Cuello, 1998).

Las epífitas no han sido sujetos ideales para estudios ecológicos cuantitativos, en parte porque su hábitat no se presta para muchos de los métodos comúnmente usados para registros y análisis de datos ecológicos concernientes a las plantas enraizadas en el suelo directamente (Sudgen & Robins, 1979).

En primera instancia, hay que reconocer que tres diferentes métodos de observación han sido aplicados en el registro de la flora epifítica, los cuales se realizan según los criterios propuestos por Johansson (1974) y que son: (a) observaciones directas, (b) observaciones a distancia, y (c) observaciones ocasionales.

Una combinación de estos tres tipos es recomendada (Cuello, 1998); el acceso al follaje puede hacerse con diferentes técnicas de escalado (Perry, 1978) y usando frecuentemente binoculares para asegurar mejor visión de las epífitas en las ramas más altas.

Las formas tradicionales de determinar la abundancia o presencia no son particularmente convenientes para el caso de la mayoría de las epífitas. Las plantas simpodiales, con su multiplicación vegetativa, representan un problema especial (Cuello, 1998). Estas plantas frecuentemente forman densos "macollos" o agrupaciones de rizomas y tallos mezclados con plantas inmaduras, lo que hace muy difícil determinar el número de individuos de plantas que están presentes (Johansson, 1974).

El término "*stand*", que asumiendo una de sus acepciones al traducirlo del inglés, pudiera tomarse como conjunto, fue usado por Sanford (1968) para registrar individuos presentes de plantas epífitas bien diferentes de sus coespecíficos.

2.1.- La unidad de muestreo

Un problema muy concreto es el referido a la unidad de muestreo en estudios de comunidades de epífitas, encontrándose diferentes escalas espaciales: el hospedero (**Fig. 2A**) o alguna unidad de área (**Fig. 2B**)-(Cuello, 1998). Una revisión de algunos estudios refleja lo expuesto sobre la unidad de muestreo utilizada, de lo cual se expone una síntesis en **Tabla 1**.

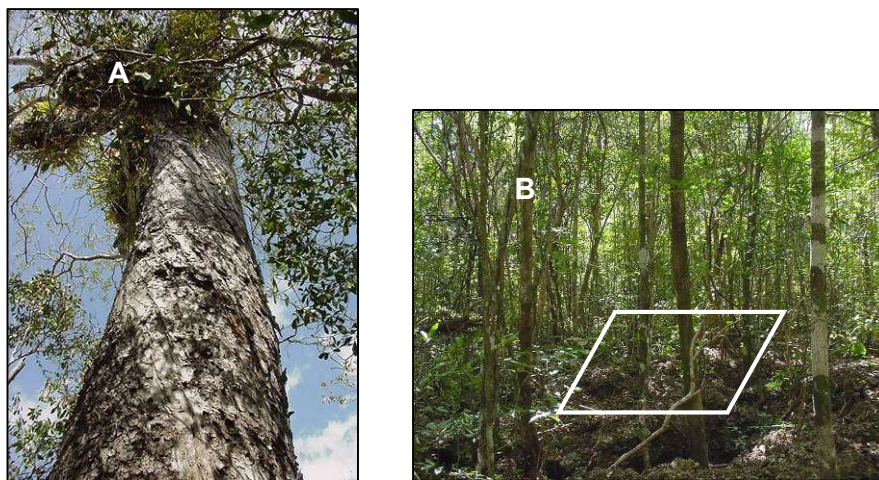


Figura 2. Posibles unidades de muestreo más comúnmente usadas en estudios de ecología de epífitas vasculares (A-el árbol u hospedero –tallo o copa-; B- el área -la parcela o el transecto-)

Tabla 1. Resumen de diseño de algunos estudios publicados sobre ecología de epífitas vasculares (modificado de Cuello, 1998).

Referencia	Método de muestreo	Área de muestra	Región de estudio
Grubb <i>et al.</i> , 1963	Todos los árboles dentro de una parcela de 61 X 7,6 m	463 m ²	Cordillera de Guacraurcu, Ecuador.
Sudgen & Robins, 1979	Todos los árboles con $D_{1,30} \geq 10$ cm dentro de una parcela de 10 X 10 m	100 m ²	Serranía de Macuira, Colombia.
Catling & Lefkovitch, 1989	Todos los árboles y arbustos con $D_{1,30} \geq 1,25$ cm dentro de veinte transectos de 2 m de ancho y sin límite fijo de extensión.	-----	Sierra de las Minas, Guatemala.
Wolf, 1989; 1993	El follaje de cuatro árboles a diferentes niveles de elevación.	-----	Bosques montanos de Colombia.
Bfgh, 1992	Todos los árboles con $D_{1,30} \geq 5$ cm en una parcela de 5 X 35 m.	175 m ²	Bosques montanos al sur del Ecuador.
Migenis & Ackerman, 1993	Todos los árboles con $D_{1,30} \geq 2.5$ cm en 17 transectos de 7,8 m de ancho y de largo variable	-----	Bosque experimental de Luquillo, Puerto Rico.

Kelly <i>et al.</i> , 1994	12 árboles seleccionados dentro de un área de 60 parcelas de 12 X 12 m	----- (144 m ²)	Bosque montano en Mérida, Venezuela.
Larrea, 1997	90 individuos de una especie de árbol en un transecto altitudinal sin límites fijos	-----	Sierra Azul, Napo, Ecuador
Ferro <i>et al.</i> , 2000	Todos los árboles y arbustos dentro de tres parcelas de 25 X 25 m	625 m ²	Península de Guanahacabibes, Cuba
Ferro <i>et al.</i> , 2003	Todos árboles y arbustos con D _{1,30} ≥ 1,5 cm dentro de una parcela de 10 m X 10 m	100 m ²	Ciénaga de Lugones, Península de Guanahacabibes, Cuba
Ferro, 2004	Todos los árboles, arbustos y lianas con D _{1,30} > 4 cm dentro de parcelas de 625 m ²	625 m ²	Península de Guanahacabibes, Cuba

Johansson (1974) sugirió que una comparación ideal debe ser conformada a base de las mismas especies y tamaño de los árboles hospederos en diferentes localidades debido a que frecuentemente se encuentra una fuerte correlación entre el forofito y su flora epifítica. También ha sido sugerido que árboles individuales pueden ser considerados como “situación isla” para las plantas epífitas, ya que el número de epífitas puede estar positivamente correlacionado con las dimensiones del follaje (Yeaton & Gladstone, 1982).

En la Tabla 1 se aprecia que no han existido criterios similares ni metodologías estándares de muestreo para el caso de los estudios en ecología de epífitas. En general, se aprecia que diferentes tamaños de muestra han sido empleados, algunos en parcelas rectangulares o cuadradas, con variables tamaños para las mismas (Grubb *et al.*, 1963; Sudgen & Robins, 1979; Bfgh, 1992; Ferro *et al.*, 2000, Ferro, 2004, etc.), o a lo largo de transectos paralelos o ubicados al azar (Gentry & Dodson, 1987; Catling & Lefkovitch, 1989; Larrea, 1997).

En general, se ha considerado que 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 &

Robins (1979) de 100 m², una buena opción en base a la consideración de toda la comunidad que puede encontrarse por hospederos (Cuello, 1998).

Un elemento que pudiera contribuir a reforzar lo anterior, es que la determinación de Cociente epifítico se hace en base a la utilización de áreas en la comparación (Gentry & Dodson, 1987; Rudolph, 1995; Rauer, 1995; Nieder *et al*; 1996-1997). Como se sabe, este indicador es importante para análisis regionales, principalmente con intereses de conservación y manejo.

4.3 Unidades ecológicas de un forofito (Zonación vertical)

Las unidades ecológicas desde el suelo hasta la copa del árbol se fundamentan en la variación microclimática que se produce en tal sentido (**Fig. 3**).

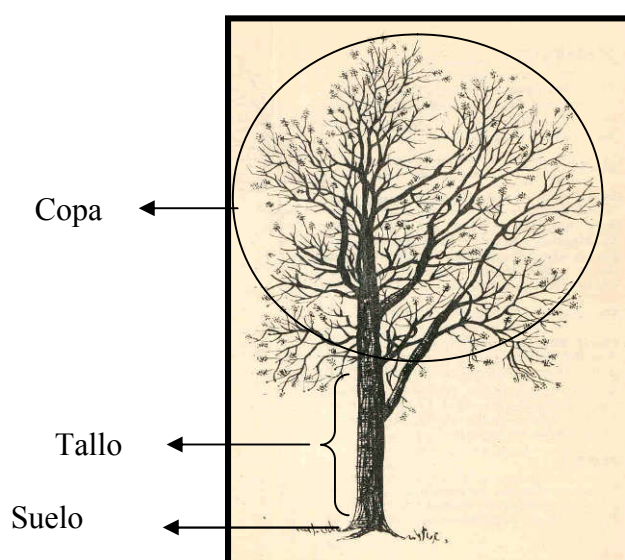


Figura 3. Distribución esquemática de unidades ecológicas de la arquitectura de un posible hospedero.

Varias clasificaciones se han establecido para sistematizar, en unidades ecológicas, las zonas de un árbol; así tenemos que es reconocida como la primera subdivisión de los diferentes hábitats de un árbol, la propuesta por Van Oye (1924) que distinguió las siguientes (**Fig. 4**):

1. La copa (región coronaria)
2. La base de la copa (región subcoronaria)
3. La parte media del tronco (región mediana)
4. La parte submediana del tronco (región submediana)
5. La base del árbol (región basal)

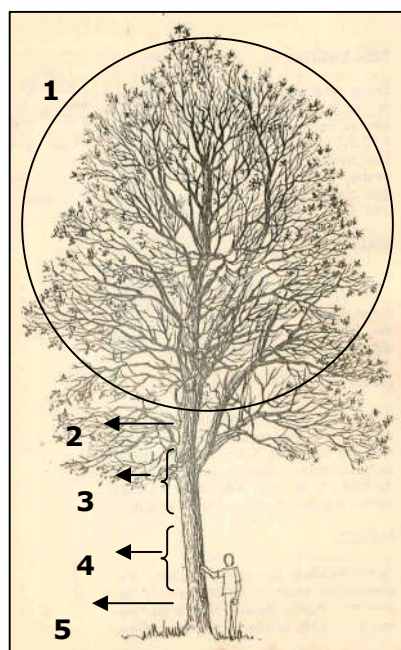


Figura 4. Unidades ecológicas de un hospedero, según Van Oye (1924)

Frey y Ochsner (1926) citados en Barkman (1959), y Ochsner (1928), distinguieron las mismas zonas y usaron los mismos términos que propuso Van Oye (1924), pero omitiendo la Región submediana; erróneamente estas zonas han sido siempre adscritas a Ochsner (Barkman, 1959). Más adelante, Tyszkiewicz (1935) citado por Barkman (1959) distinguió cinco zonas en la estructura vertical de un árbol y examinó su relación con la vegetación epifítica: Inferior, Media, Superior, Terminal y Ramas

En un análisis realizado en bosques húmedos de Africa occidental, Johansson (1974) tomando elementos de todas ellas, propuso la más seguida “zonación forofítica” de los últimos años (**Fig. 5**), que contempla 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

Zona 4: El tercio medio del largo de las ramas

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

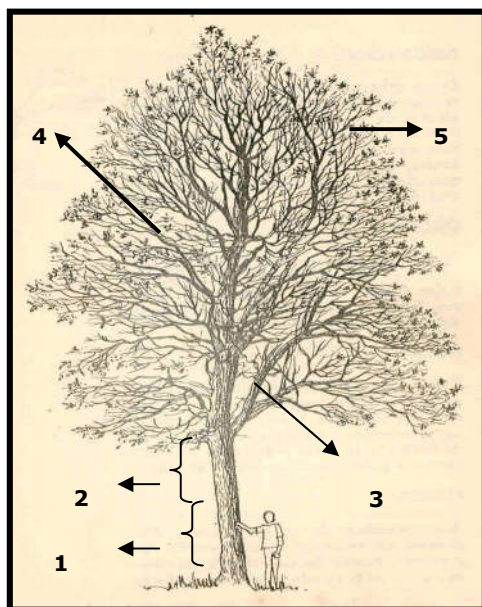


Figura 5. Zonación forofítica según la propuesta de Johansson, 1974.

Varios reportes más recientes, relativos a investigaciones en ecología de epífitas, utilizan esta zonación (Gentry & Dodson, 1987; Migenis & Ackerman, 1993; Nieder *et al.*, 1996, Larrea, 1997; Nieder & Zotz, 1997; entre otros).

Esta propuesta de Johansson (1974) es aceptada pues sintetiza las principales correlaciones que se han detectado en la distribución vertical de epífitas vasculares en diferentes estudios, pero siempre aplicada en bosques húmedos, principalmente de zonas montañosas, que permiten, por las alturas de sus árboles, obtener esas zonas a lo largo de la estructura vertical de los mismos.

Sin embargo, para bosques tropicales secos como los semidecíduos, generalmente de baja altura como los de la península de Guanahacabibes (Delgado *et al.*, 2000) y otros, es prácticamente imposible encontrar esa zonificación propuesta por Johansson (1974); Ferro *et al.* (2000) propusieron adaptaciones de las Zonas 1 y 2, las cuales son nuevamente empleadas para su confirmación en el bosque de ciénaga de Ciénaga Lugones en la propia Península (Ferro *et al.*, 2003), y más adelante en los estudios e Tesis doctoral (Ferro, 2004), con una particularización a las zonas del tallo como sigue (**Fig. 6**):

Zona 1: Desde la base del tallo (suelo) hasta la altura de 1,30 m donde se mide su diámetro.

Zona 2: Desde la altura de 1,30 m hasta la base de las primeras ramas

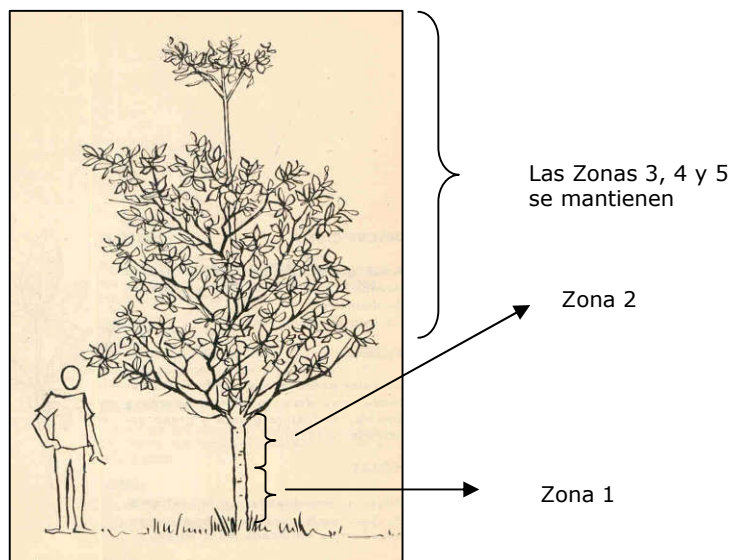


Figura 6. Adaptación propuesta por Ferro *et al.* (2000) de la zonación forofítica de Johansson (1974), para estudios de ecología de epífitas de bosques tropicales secos de baja altura en Cuba.

3.- Las mediciones de hospederos (forofitos)

3.1.- Corteza de los forofitos.

La corteza ha sido uno de los temas de discusión, respecto a su utilización como indicador en los estudios del epifitismo. Los debates se han centrado en las causas de su importante papel, pudiéndose extraer que hay dos elementos básicos: su estructura física (tipo de corteza) como sustrato de fijación, y su composición, como suministrador de los elementos químicos necesarios. Hiltzer (1925) citado por Barkman (1959) denegó la influencia de los factores químicos, y consideró las diferencias que produce el relieve de la corteza. Según él, una corteza lisa puede ser más fácilmente humedecida en su totalidad. Ochsner (1928) compartió esta opinión.

Felföldy (1941) citado por Barkman (1959) introdujo la consideración de la aspereza de la corteza, y los rangos para tipos de corteza lisa, como factores controladores de la distribución de la vegetación epifítica sobre sus forofitos, dividiéndolos en seis tipos. Rydzak (1953) citado por Barkman (1959) igualmente denegó la importancia de los factores químicos, y se

adscribió a las diferencias de relieve de la corteza: dureza, capacidad de humedecimiento, color, capacidad de emitir radiación, poder de condensación del agua y del vapor de la corteza. Barkman (1959) evidenció que los tipos de hábitat del árbol, particularmente los tipos de superficie, constituyen un factor decisivo en la distribución de epífitas. Se considera así desde estos análisis, que el relieve, dureza y acidez de la corteza eran factores contribuyentes a la especificidad forofítica.

Más recientemente se ha reforzado el reconocimiento a la importancia de las características de la corteza, principalmente de los tipos de estructuras conocidas. Por ejemplo Carlsen (1998) determinó que a pesar de que no existían relaciones estrechas entre las epífitas encontradas en Surumoni (Venezuela) y sus hospederos, sí existía para el caso del número de epífitas y el tipo de corteza del árbol que las hospedaba.

Cuello (1998) señala que para las epífitas, como para cualquier otro organismo sésil, las características del sustrato, especialmente durante su establecimiento, son particularmente importantes y resalta dentro de éstas al tipo de superficie de la corteza de los forofitos.

Johansson (1974) expuso que 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. Este autor destaca que la importancia del relieve de la corteza radica en el significado que éste tiene durante el establecimiento de las semillas, y al respecto concluyó en su trabajo que existe una estrecha correlación entre el tamaño del árbol y la rugosidad de la corteza, manifestándose una proporcionalidad entre la edad y la rugosidad. Así también resalta que muchas especies de epífitas muestran tener una preferencia por cortezas de superficie lisa.

Una clasificación internacional reconocida sobre tipos de corteza, basada en la propuesta de Trockenbrodt (1990), considera las siguientes categorías:

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

- Corteza Escamosa
- Corteza exfoliada

Sin embargo, es posible encontrar en la literatura (Sandford, 1968; Johansson, 1974; Gentry, 1992; Catling & Lefkovitch, 1989; Migenis & Ackerman, 1993) la utilización simplificada de estos tipos en dos grupos básicos, según el patrón general del relieve: Lisa y Rugosa. Ferro *et al.* (2000) sugieren una propuesta en base a tres categorías: (1) lisa, (2) medianamente rugosa y (3) rugosa, considerando las características de árboles en bosques secos tropicales del occidente de Cuba, pero sin detallar cuáles eran las diferencias entre cada tipo empleado.

Ferro (2004) probó una metodología para documentar la propuesta que especifica detalles que argumentan los fundamentos de dichas categorías, a saber:

Lisa: Corteza completamente lisa o con pequeñas escamas pero con patrón regular liso. (**Fig. 7-A**)

Medianamente rugosa: Corteza con agrietamiento o fisurado ligero cuyas hendiduras son poco profundas (< 2,5 mm) y escasamente separadas (< 1,5 mm). (**Fig. 7-B**)

Rugosa: Corteza cuyo agrietamiento o fisurado tiene hendiduras más profundas ($\geq 2,5$ mm) y más separadas ($\geq 1,5$ mm). (**Fig. 7-C**)

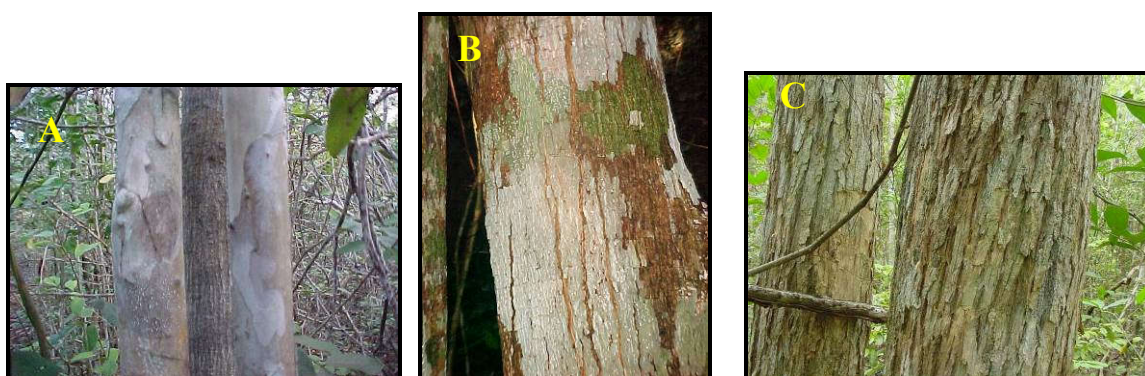


Figura 7. Tipos de corteza según la propuesta de Ferro (2004). **A.-** Corteza Lisa **B.-** Corteza Medianamente rugosa **C.** Corteza Rugosa

3.2 El diámetro del tallo de los forofitos.

En relación con las epífitas, es reconocida la relación existente entre las dimensiones del soporte y la implantación o distribución de las mismas, por lo cual este es un importante

punto de vista que aparece en casi toda la literatura del epifitismo existente. Por ejemplo, Migenis & Ackerman (1993) encontraron que la distribución de orquídeas epífitas, en su área de estudio, fue claramente dependiente del diámetro de los hospederos. Igualmente Rudolph *et al.*, (1998) exponen que el aumento de diámetro resulta en un crecimiento del espesor del sustrato y en consecuencia del tamaño medio de las epífitas. Ferro *et al.* (2003) documentan una relación significativa entre la abundancia de epífitas y el diámetro de sus forofitos en un bosque de ciénaga de Guanahacabibes, asumida la medición del mismo, tal como se indica en Mateucci y Colma (1982).

3.3 La altura de los forofitos.

En los trabajos de ecología forestal se reconoce la importancia de registrar la altura de los árboles individualmente, ya que, por ejemplo, en los bosques inmaduros sus medidas pueden ser indicativas de los diferentes momentos de su crecimiento (Roberts-Pichette & Gillespie, 2000) y con ellos, del conjunto.

En los estudios del epifitismo este elemento es importante, entre otras cuestiones, para correlacionar la zonación forofítica y el comportamiento de las alturas, también en el análisis de la estructura aérea del conjunto del bosque (estratificación) etc. Ha quedado claro que existe dependencia entre la distribución de epífitas y la estratificación del bosque, citándose por ejemplo que los factores abióticos interactúan con los diferentes niveles en la estratificación del bosque (Hernández-Rosas & Llamozas, 1998).

Otros criterios a considerar:

4.- La penetración y distribución de la luz.

Es reconocido el papel de este factor en la distribución de epífitas, teniendo su mayor significado bajo el dosel, en dependencia de la apertura de este, por lo cual, en muchos estudios del epifitismo, se han realizado análisis de la penetración de luz hacia el interior a partir de las mediciones del porcentaje de apertura, que posibilita la penetración de la misma.

Braun-Blanquet (1979) resaltó que, para las comunidades dependientes como las epífitas, la iluminación procedente del dosel superior es decisiva en su desarrollo. Arditti (1992) señala

que el acceso a la luz puede ser una ventaja para orquídeas epífitas. Este autor apunta, además, que la distribución de epífitas en general puede estar afectada por la tolerancia a la penetración de luz.

Son diferentes las técnicas seguidas para hacer los estimados de la penetración de luz, siendo más recomendado el uso de los Densitómetros como propone Stumpf (2000) que permiten calcular directamente la cobertura del dosel y, a través de él, interpretar los elementos sobre la penetración de luz. Un ejemplo de su utilización para tales fines se aprecia en Larrea (1997).

5. Dinámica de comunidades vegetales.

Un aspecto importante en la evaluación de comunidades vegetales es la consideración de su dinámica, que según Primack (1992) se refiere a cómo las comunidades cambian en tiempo y espacio respecto a su composición y estructura. Por ejemplo, muchos ecólogos forestales han evaluado la regeneración natural de árboles jóvenes en los claros del bosque, y cómo se produce la competencia para establecerse cada uno (Denslow, 1987).

En la dinámica de la vegetación de bosques, juegan un papel importante los huecos o vacíos que se producen en el dosel (Primack, 1992). Según este autor, se ha establecido una teoría de fases de vacíos de la dinámica forestal, que ha sido utilizada para el reconocimiento de la variabilidad y estructura microsucesional de comunidades tropicales. En general, es aceptado que la evaluación de los cambios de estructura es una de las formas más directas de analizar la dinámica del bosque y también de sus comunidades dependientes.

En la dinámica de comunidades de epífitas vasculares, aunque ha sido una problemática menos abordada que la del ecosistema forestal en su conjunto, los reportes principales se refieren a su manifestación en composición y estructura para diferentes fases sucesionales del bosque donde ocurren.

Evaluando epífitas vasculares, Wolf (1998) determinó que su dinámica está centrada en las estrategias competitivas de éstas por las diferentes condiciones de hábitat en que se van estableciendo. El autor fundamentó que en bosques maduros, aun cuando ha tenido más

tiempo disponible para la llegada de nuevas especies colonizadoras, existen menos epífitas que en algunos bosques secundarios.

Considerando algunos patrones en la distribución de epífitas vasculares en Ecuador, Rudolph *et al.* (1998) determinó que el cambio en la riqueza de especies indica un patrón de sucesión de epífitas vasculares.

En uno de los trabajos más citados, Engwald *et al.* (2000) establecen para bosques nublados de Venezuela, una evaluación de la dinámica de la comunidad de epífitas vasculares en base al monitoreo de parcelas permanentes, midiendo la ocurrencia sucesiva de especies a partir de claros en el dosel. Estos autores reconocen que las perturbaciones del hábitat alteran la dinámica de la comunidad de epífitas vasculares. Considerando ello, en las planillas sugeridas para el monitoreo de comunidades de epífitas vasculares (Hospederos y Epífitas –Anexos-) se establecen campos que permiten levantar información que al ser analizadas podrán utilizarse para evaluar dinámica de la comunidad y su relación con el ecosistema que la soporta.

CONCLUSIÓN

De los postulados metodológicos establecidos para las investigaciones sobre epífitas vasculares, se identifica como principales temas de discusión, a la unidad de muestreo y a la consideración desigual del hábitat de un forofito, reportándose criterios diferentes para asumir tipos de arquitectura de la corteza y propiedades químicas en un mismo análisis.

BIBLIOGRAFÍA

- Arditti, J. 1992. Fundamentals of Orchid Biology. John Wiley & Sons. 672 pp.
- Barkman, J.J. 1959. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Van Gorcum & Co., Assen, Netherlands. 558 pp.
- Benzing, D.H. 1990. Vascular Epiphytes. Cambridge University Press. New York, NY. 147 pp.
- Bfgh, A. 1992. Composition and distribution of vascular epiphyte flora of an Ecuadorian montane rain forest. *Selbyana* 13:25-34
- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones. 820 pp.
- Carlsen, M. 1998. Structure and diversity of the vascular epiphyte community in the overstory of a tropical rainforest in Surumoni, Amazonas state, Venezuela. Abstracts from Forest

- Canopies. Global perspectives. Mary Selby Botanical Garden, USA. 22 pp.
[URL:http://selby.org/issues/abstracts.htm](http://selby.org/issues/abstracts.htm)
- Catling, P.M. & L.P. Lefkovitch. 1989. Association of vascular epiphytes in a Guatemalan cloud forest. *Biotropica* 21:35-40.
- Caughley, G. 1994. Directions in Conservation Biology. *J. Animal Ecol.* 63:215-244 pp.
- Caughley, G. & A. Gunn. 1996. Conservation Biology in Theory and Practice. Blackwell Science. 459 pp.
- Cuello A., 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.
- Delgado Fernández, F.; A. Pérez Hernández; J. Ferro Díaz; et al. 2000. Funcionamiento de bosques semidecíduos y caracterización de otros ecosistemas terrestres en la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes, Cuba. Informe Final Proyecto 01307029 PNCT "Los Cambios Globales y la Evolución del Medio Ambiente en Cuba". Agencia de Ciencia y Tecnología, CITMA, La Habana. 237 pp.
- Denslow, J.S. 1987. Tropical rain forest gaps and tree species diversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 18:431-451 pp.
- Engwald, S.; V. Schmit-Neuerburg; & W. Barthlott. 2000. Epiphytes in rain forests of Venezuela - diversity and dynamics of a biocenosis.- in Breckle, S.W., Schweizer, B. & U. Arndt (Eds.): Results of worldwide ecological studies. Proceedings of the 1st. Symposium by the A.F.W Schimper-Foundation - from H. and E. Walter -Hohenheim, Oktober 1998.- Stuttgart-Hohenheim, Verlag Günter Heimbach (ISBN 3-9805730-2-8): 425-434 pp.
- Ferro Díaz, J; O. Borrego Fernández; A. Díaz Cordero; et al. 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, J.; N. Ferro y F. Delgado. 2003. La comunidad de epífitas vasculares de Ciénaga Lugones, Península de Guanahacabibes, Cuba. En Neif, J.J. (Edit.): Los Humedales de Iberoamérica. Red Iberoamericana de Humedales. CYTED. 27 pp.
- Ferro Díaz, 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 en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Forestales. Departamento Forestal, Facultad Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río, Cuba. 108 pp.
- Gentry, A.H. & C. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann. Miss. Bot. Garden* 74:205-233
- Gentry, A.H. 1992. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos* 63:19-28
- Grubb, P.J.; J.R. Lloyd; T.D. Pennintong & T.C. Whithmore. 1963. A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador. I. The forest structure, physiognomy and floristic. *J. Ecol.* 51:567-601

- Hernández-Rosas, J. & S. Llamozas. 1998. Diversity and Structure of epiphytic communities: biotics and abiotics factors. Abstracts of the Surumoni Research programs. Universidad Central de Venezuela-Universidad de Bonn. 4 pp. URL: <http://www.botanik.ini-bonn.de/system/epiphyt.htm>
- Johansson, D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African Rain Forest. *Acta Phytogeographica Suecica* 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. *Journal of Biogeography* 21:421-440
- Kress W.J. 1986. The systematic distribution of vascular epiphytes: an update. *Selbyana* 9:2-17.
- Larrea L., 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. et al. (Eds.) Estudios Biológicos para la Conservación, EcoCiencia, Quito 321-346 pp.
- Matteucci, S.D. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. 168 pp.
- Migenis, L.E. and J.D. Ackerman. 1993. Orchid-phorophyte relationship in a forest watershed in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 9:231-240
- Nieder, J.; P.L. Ibisch y W. Barthlott. 1996-1997. Biodiversidad de epífitas - una cuestión de escala. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. Vol. XVII - XVIII:59-62 pp., La Habana.
- Nieder, J. & G. Zotz. 1997. Methods to analyze the structure and dynamics of vascular epiphyte communities (Abstract). University of Bonn. Germany. 4 pp.
URL: <http://www.botanik.ini-bonn.de/system/epiphyt.htm>
- Ochsner, F. 1928. Studien über die Epiphyten-Vegetation der Schweiz. *Jahrb. St. Gall. Naturw. Gesell.* 63:1-108
- Perry, D.R. 1978. A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. *Biotropica* 10:155-157.
- Primack, R.B. 1992. Tropical Community Dynamics and Conservation Biology. Long-term data on community dynamics are a necessary part of research studies. *Bioscience* Vol. 42. No. 11:818-821 pp.
- Rauer, G. 1995. Epiphytische Orchidaceae eines westandinen Bergregenwaldes in Ecuador. Universität Bonn. Abstract. 3 pp. URL: <http://www.botanik.ini-bonn.de/system/epiphyt.htm>
- Roberts-Pichette, P. & L. Gyllespie. 2000. Terrestrial vegetation Biodiversity Monitoring Protocols. Ecological Monitoring and Assessment Network. Environment Canada. EMAN LIVE., Canada. Cap. 3:7 pp.
- Rudolph, D. 1995. Vaskuläre Epiphyten eines westandinen Bergregenwaldes in Ecuador. Ph. D. Thesis. Universität Bonn. 167 pp.
- Rudolph, D.; G. Rauer; J. Nieder; & W. Barthlott. 1998. Distributional patterns of epiphytes in the canopy and phorophyte characteristics in a western Andean rain forest in Ecuador.- *Selbyana* 19(1): 27-33 pp.

- Sandford, W.W. 1968. Distributiion of epiphytic orchids in Nigeria in relation to each other and to geographic location and climate, type of vegetation and tree species. *J. Ecol.* 56:597-705
- Stumpf, K. 2000. The estimation of vegetation cover description using a vertical densitometer. Online Conference. URL: <http://www.grgis.com/publications/index.html>
- 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
- Trockenbrodt, M. 1990. Discusión de la terminología usada en la anatomía de la corteza. *IAWA Bull.* 11:141-166 pp.
- Van Oye, P. 1924. Ecologie des épiphytes des troncs d'arbres au Congo Belge. *Rev. Gén. Bot.* 36:481-498
- Weber, M y R. Reyna. 1998. Paradigmas en Biología de la Conservación. El último legado de Caughley. *ECOTONO.* Otoño 1998. Centro para la Biología de la Conservación, Stanford University. 1-2 pp.
- Wolf, J.H.D. 1993. Ecology of epiphytes and epiphyte communities in montane rain forests, Colombia. Doctoral Disertation. Department of Systematic, Evolution and Paleobiology, University of Amsterdan, The Netherlands. 178 pp.
- Wolf, J.H.D. 1998. Diversidad de epífitas vasculares en un paisaje fragmentado en los Altos de Chiapas, México. Resumen electrónico del Proyecto B060. CONABIO, México. URL: <http://www.conabio.mex.org/issb060.htm>
- Yeaton, R.I. & D.E. Glandstone. 1982. The pattern of colonization of epiphytes on calabash trees (*Crescentia alata* HBK) in Guanacaste province, Costa Rica, *Biotropica.* Vol. 14. No.2:2002-219