

Características ecomorfológicas de tres formaciones vegetales del occidente de Cuba*

Daysi VILAMAJÓ ALBERDI**, Nancy Esther RICARDO NÁPOLES**,
Miguel Ángel VALES GARCÍA** y Yamila JIMÉNEZ LÓPEZ**

ABSTRACT. At the Biosphere Research Sierra del Rosario and at the Ecological Station of Majana were studied different relations between fresh weight and dry weight of leaves and leaf area: for 23 plants species specific leaf area, leaf area development maximum of hidrattation level. According to the correlations and degree of succulence and sclerophylly were described four behaviour patterns for the cuban archipelago in evergreen forest, savanna and mangrove (7, 12 and 4 respective). From our results were evident that the savanna of Las Peladas showed the graested tendency to xeromorphy.

KEY WORDS. Leaf area, sclerophylly, succulence, Cuba.

INTRODUCCIÓN

Grisebach (1872) en sus estudios de la vegetación del mundo, aportó las primeras relaciones de la morfología de las hojas y el clima.

La consistencia y el tipo de las hojas han sido considerados por (Gates, 1968; Taylor, 1975 y Orians y Solbrig, 1977) como indicadores importantes de las condiciones ambientales. Por otra parte los rasgos morfológicos y fisiológicos pueden definir distintos tipos de hojas, siempre que la observación en el terreno sugiera una relación entre el tipo de vegetación y los factores climáticos.

Nuestras investigaciones se encaminaron a conocer en qué dirección se desarrollan los patrones ecomorfológicos de tres formaciones vegetales cubanas: bosque siempreverde medio, sabana arbustiva y manglar; presente las dos primeras en la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, provincia de Pinar del Río y la última en la Estación Ecológica de Majana, provincia La Habana.

La Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario fue ampliamente caracterizada por Herrera y Rodríguez (1988), y según Vilamajó (1984), presenta una transición entre los tipos bioclimáticos eutermoxeróquimico y termoxeróquimico húmedo, con una tendencia anual a presentar 1 a 2 meses secos (Fig. 1A). Herrera *et al.* 1986, describen las características del ecosistema de manglar presente en la Estación Ecológica de Majana y clasifican el clima como termoxeróquimico húmedo, con un período seco de 1 a 3 meses (Fig. 1B).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se escogieron las zonas de El Salón y Las Peladas, de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario. Se seleccionaron siete de las especies arbóreas consideradas más abundantes en la asociación *Mataybo-Pseudolmedietum spuriae*, Borhidi *et al.* (1979) del dosel del bosque siempreverde medio de El Salón; 10 de las especies arbustivas más frecuentes y dos herbáceas de la sabana arbustiva de Las Peladas, y las cuatro especies arbóreas características de los manglares cubanos y presentes en Majana. Se siguió el criterio de Herrera y Rodríguez (1988) de seleccionar las hojas de aquellas especies que producen el 75% o más de la hojarasca anual, considerando como hojas tanto las simples así como los foliolos de las especies que las poseen compuestas.

En el caso de la determinación del área foliar, se colectaron 50 hojas adultas de cada una de las especies estudiadas (15 individuos por especies) y fueron medidas con un planímetro óptico por el método de Le Master *et al.* (1980).

Según los valores obtenidos se determinó el tipo de hojas de acuerdo con la escala de Raunkier (1934), modificada por Borhidi (1974).

Para la clasificación de la vegetación de acuerdo con el tamaño de sus hoja, utilizamos los criterios de la clasificación funcional de Herrera y Rodríguez (1988).

Los valores de peso fresco (PH) y peso seco (PS) fueron obtenidos a partir de muestras de hojas adultas tomadas al azar. El tamaño de las muestras fue de 90 hojas repartidas en tres réplicas de 30, de cada una de las especies. Estas hojas fueron trasladadas inmediatamente al laboratorio en bolsas de nylon selladas para su pesado.

Las muestras fueron pesadas en una balanza rápida de precisión. Más tarde el material fue secado en una estufa a 60°C, durante 72 horas, y nuevamente pesado para conocer el peso seco.

A partir de los valores de peso fresco, peso seco y área foliar fueron hallados los índices ecomorfológicos señalados por Camerik y Werger (1981), como características foliares adecuadas para la comprensión del comportamiento de la masa foliar en ecosistemas tropicales.

Estos índices son los siguientes: Área foliar (AF); Área foliar específica (AFE), según Herrera y Rodríguez (1988), Nivel máximo de hidratación (NMH) $(PF-PS/PF \times 100 = \%)$, definido por De Sloover *et al.* 1965, Grado de desarrollo del área foliar (GDAF) $(AF/PF = dm^2 \cdot l^{-1} \times)$ según Huber (1925) y Larcher (1976), Grado de esclerofilia (GE) $(PS / AF = g \cdot dm^{-2})$ según Muller – Stoll (1947 – 1948) y (PS / PF) , de acuerdo con Herrera y Rodríguez (1988); Grado de succulencia $(PF-PS/AF = g \cdot dm)$ definido por Delf (1912) y Larcher (1976).

En el caso del bosque siempreverde medio de El Salón utilizamos los valores de peso fresco y peso seco reportados por Herrera y Rodríguez (1988), para siete de las especies arbóreas y obtenidos por la misma metodología indicada en este trabajo

*Manuscrito aprobado en marzo de 1999.

**Instituto de Ecología y Sistemática, A.P. 8029, C.P. 10800, La Habana, Cuba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se exponen en la Tabla 1.

Área Foliar. El bosque siempreverde de El Salón mostró los mayores valores del área foliar, representado por un mayor porcentaje de notófilas (71%) y mesófilas (29 %). Vales y Vilamajó (1995) reportan la presencia de escasas macrófilas y micrófilas, representadas estas últimas por *Cecropia peltata* y *Oxandra lanceolata*, respectivamente.

Las especies arbustivas de la sabana de Las Peladas mostraron los menores valores del área foliar, con 75% de micrófilas y el resto de notófilas. Por otra parte Camerik y Werger (1981), reportaron para una sabana arbustiva en Brasil que los arbustos estaban constituidos en una tercera parte por nanófilos, otra tercera parte por micrófilos y la restante por mesófilos; sin embargo a pesar de las diferencias entre ambos sitios, se muestra una disminución del área foliar que denota una tendencia común a la xeromorfia.

En el manglar de Majana la proporción obtenida fue de 75% de notófilas y 25% de micrófilas, representado este último por la especie *Conocarpus erectus*.

Área foliar específica. Este índice representa el inverso del grado de esclerofilia y según Herrera y Rodríguez (1988), valores bajos del área foliar específica (AFE), deben corresponder con tendencias a la xeromorfia.

Al analizar nuestros resultados encontramos que los valores más altos de AFE pertenecen al bosque siempreverde medio, donde se destacan *Tabebuia shaferi* y *Alchornea latifolia* con 2.46 y 3.28 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ respectivamente.

A la sabana arbustiva le correspondieron los valores menores, mostrando una mayor tendencia a la xeromorfia dentro de las tres formaciones estudiadas. *Myrica cerifera* y *Acunaeanthus tinifolius* con 1.74 y 1.13 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ mostraron los más altos valores del AFE en la sabana arbustiva y el menor valor se obtuvo para *Dyospirus crassinervis* con 0.45 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, especie con definidas características xeromorfas.

El manglar presentó valores intermedios con respecto a los hallados para las dos formaciones vegetales restantes y *Conocarpus erecta* exhibió la mayor área foliar específica con 1.55 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

Grado de desarrollo del área foliar. Al analizar los valores de este índice encontramos un rango que va desde 0.21 a 1.39 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, con cerca del 86% de las especies estudiadas que presentan valores menores al 0.40 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. De estas cifras las más altas pertenecen a las especies de bosque siempreverde para las cuales el rango es de 0.24 a 1.39 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, donde sobresalen *Alchornea latifolia* y *Tabebuia shaferi* con 3.28 y 2.45 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ respectivamente, mientras que para la sabana solo una especie presentó un valor mayor de 0.4 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, esta fue *Myrica cerifera* con 0.58 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. En el manglar, todos los valores fueron menores de los 0.4 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

Camerik y Werger (1981), argumentaron que según Shratz (1932), Pisek (1956) y Lebrun (1962), los valores menores de 0.7 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ para el desarrollo del área foliar estaban relacionados con las características xeromorfas en las hojas. De acuerdo con este criterio, los valores del grado de desarrollo del área foliar de las especies arbóreas estudiadas del bosque siempreverde son los que muestran una menor tendencia al xeromorfismo, no así la sabana arbustiva y el manglar donde todos los valores resultaron menores de 0.7 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

Nivel Máximo de Hidratación. Los valores de este carácter varían considerablemente entre los distintos tipos de vegetación, correspondiendo los mayores al manglar.

Estos valores expresados en porcentaje son cercanos al 70%. El bosque siempreverde medio y la sabana arbustiva presentaron valores promedios de 57%.

Los valores del nivel máximo de hidratación de las diferentes especies no varían notablemente en el bosque siempreverde y el manglar, no así en la sabana arbustiva en la que encontramos valores que fluctúan desde 43% en *Dyospirus crassinervis* hasta 74% en *Acunaeanthus tinifolius*.

Grado de succulencia. Delf (1912), establece que son considerados como suculentas reales aquellas especies que presentan valores entre 0.5 y 12.0 $\text{g} \cdot \text{gm}^{-2}$ y semisuculentas las de valores comprendidos entre 2.8 y 4.0 $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2}$ (c.f. Stocker, 1931-1932). De acuerdo con estas categorías no encontramos suculentas ni semisuculentas en el bosque siempreverde de El Salón. En la sabana de Las Peladas no encontramos suculentas y solo dos especies: *Neobracea valenzuelana* (2.91) y *Neomazaea phiallantoides* (2.85) resultaron semisuculentas.

En el manglar no encontramos suculentas, pero 75% de las especies estaban en el rango de semisuculentas: *Rizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

Estos resultados nos indican que existe un gradiente en cuanto a la tendencia a la succulencia, que aumenta en la dirección del bosque siempreverde al manglar y que coincide con la disminución de las precipitaciones y el aumento de la salinidad del ecosistema.

Si comparamos la presencia de dos semisuculentas en la sabana de Las Peladas con la ausencia total de suculentas y semisuculentas halladas por Camerik y Werger (1981) en Brasil, encontramos una diferencia en las estrategias funcionales de estas sabanas arbustivas que pudiera responder también a las diferencias en la cantidad de precipitaciones recibidas en cada una de las sabanas comparadas, siendo la sabana del Brasil más húmeda.

Esclerofilia. Para el estudio de este carácter se utilizaron los dos métodos referidos anteriormente, con el fin de comparar los resultados obtenidos entre sí, y con respecto a los resultados de otros autores.

En las especies estudiadas, los valores de esclerofilia obtenidos según Muller - Stoll (1947-1948) se encontraban en el rango de 0.30 a 2.19 $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2}$. Muller - Stoll (1947-1948) consideró a las especies con valores de 0.7 $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2}$ o mayores como verdaderas xerófitas. De acuerdo con este criterio 82% de las especies estudiadas pertenecen a esta categoría.

El mayor porcentaje de especies xerófitas lo presenta la sabana arbustiva de Las Peladas con 91%, donde se destacan *Dyospirus crassinervis* y *Guetarda calyptrata* con valores altos como 2.19 y 2.03 $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2}$ y *Myrica cerifera* que por presentar un valor de 0.57 $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2}$ de esclerofilia, fue la única especie considerada como no xerófitas.

Sólo dos especies presentaron valores menores de 1.0 g. dm⁻²: *Myrica cerifera* y *Acunaeanthus tinifolius* con 0.89 g. dm⁻².

El manglar de Majana mostró 75% de especies arbóreas xerófitas, de acuerdo al grado de esclerofilia, y el menor porcentaje se obtuvo para el bosque siempreverde de El Salón, con 71%. En el manglar sólo el *Conocarpus erectus* no resultó xerófito ya que presentó una esclerofilia de 0,65 g. dm⁻², mientras que las tres especies restantes mostraron valores cercanos, todos mayores de 1,23 g. dm⁻²; y en el bosque siempreverde sólo *Tabebuia shaferi* y *Alchornea latifolia* con 0.40 y 0.30 g. dm⁻², respectivamente, no resultaron xerófitas.

En general los valores de esclerofilia obtenidos por nosotros, al ser comparados con los reportados en la literatura, resultaron notablemente altos, así como el porcentaje de especies xerófitas. Camerik y Werger (1981), obtuvieron 30% de especies xerófitas para la sabana arbustiva de Itatia, Brasil, mientras que para esta formación en el presente estudio se obtuvo 91%. De acuerdo con los porcentajes hallados para este índice la sabana arbustiva de Las Peladas resulta mucho más esclerófila que la estudiada en Brasil.

Al analizar los valores obtenidos para la esclerofilia según los criterios de Herrera y Rodríguez (1988), vemos que de acuerdo con la escala propuesta por estos autores, el bosque siempreverde de El Salón presentó 85% de subcoreáceas o esclerófilas y aproximadamente 15% de cartáceas o esclerófilas representado por *Calophyllum antillanum*.

La sabana de Las Peladas en este análisis presentó 50% de esclerófilos (coriáceos y subcoriáceos) con los valores más altos para *Psidium cymosum*, *Coccoloba retusa* y *Dyospirus crassinervis*, 41% de cartáceas o mesoesclerófilos y 8,3% de papiráceas o hipoesclerófilas representadas por *Acunaeanthus tinifolius*.

En el manglar de Majana según esta escala, no aparecen especies de hojas esclerófilas, 75% correspondió a las papiráceas o hipoesclerófilas y 25% a las membranáceas u oligoesclerófilas constituido por *Conocarpus erectus*.

Al comparar los valores obtenidos por nosotros, con los reportados por Herrera y Rodríguez (1988) para algunas especies del bosque siempreverde de Sierra del Rosario y comunes a ambos estudios, vemos que presentan valores cercanos:

Especies	Herrera <i>et al.</i> (1988)	Presente estudio
<i>Bursera simaruba</i>	0,44	0,42
<i>Myrica cerifera</i>	0,45	0,41
<i>Tabebuia shaferi</i>	0,47	0,44

En los dos casos las tres especies resultaron esclerófilas. Las diferencias en los valores probablemente se deban a la época del año en que se realizaron los muestreos; a la forma en que se llevaron a cabo en cuanto a la posición de las hojas seleccionadas en la planta y al estado de madurez de éstas.

Al comparar los resultados obtenidos del grado de esclerofilia en las tres formaciones vegetales por los dos métodos antes mencionados (Tabla 2), vemos que según el índice de PS:PF encontramos una mayor esclerofilia en el bosque siempreverde de El Salón, que mediante el índice de esclerofilia que tiene en cuenta el área foliar, lo contrario de lo que reporta el análisis de los resultados obtenidos en la sabana arbustiva de La Peladas, que según el índice propuesto por Herrera y Rodríguez (1988), denota una menor esclerofilia, aunque en ambas relaciones se destaca *Dyospirus crassinervis* como una de las especies de mayor grado de esclerofilia.

En cuanto al manglar, vemos que al igual que la sabana, presentó una menor esclerofilia al ser obtenido este índice según Herrera y Rodríguez (1988), que cuando lo hallamos por Muller – Stoll (1947-1948). Pero, a pesar de esto, en ambos análisis las tres especies sometidas en el ecosistema a una mayor salinidad del medio (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*), pertenecen a una misma categoría que representa una mayor esclerofilia que la de *Conocarpus erectus*.

Las diferencias obtenidas en los resultados de los métodos aplicados para hallar el grado de esclerofilia, no evidencian contradicciones, si tenemos en cuenta la diferencia en la jerarquización de las categorías obtenidas, que trae por consecuencia diferencias en los resultados, pues mientras Müller – Stoll (1947-1948) propone un análisis general que nos da como única posibilidad conocer si una especie es o no xeromorfa; Herrera y Rodríguez (1988) desglosan los resultados en cinco categorías. Uno u otro método deben ser ensayados de acuerdo con los objetivos planteados y los resultados esperados. En nuestro caso resulta más útil el método seguido por Müller – Stoll (1947-1948) pues facilita la distinción entre especies xeromorfas o no.

Se encontraron algunas aparentes incongruencias en los resultados de uno y otro método en los casos de *Myrica cerifera* (sabana arbustiva), *Tabebuia shaferi* y *Alchornea latifolia* (bosque siempreverde); que mientras en el índice obtenido de la relación FS/AF (g. dm⁻²) presentaron grados de esclerofilia bajos que permitieron clasificarlas como no xeromorfas, en el índice obtenido mediante la relación PS:PF presentan valores que las hacen clasificar como esclerófilas. Estos resultados pueden ser sólo una consecuencia de la plasticidad ecológica de las especies como en el caso de *Myrica cerifera*, o de la variabilidad del comportamiento de las especies con respecto a los indicadores climáticos.

Correlaciones entre variables. La matriz de correlación realizada para el análisis de los valores de área foliar (AF), área foliar específica (AFE), desarrollo del área foliar (DAF), nivel máximo de hidratación (NMH), grado de sucuencia (SUCU) y esclerofilia (ESCLE), mostró que muchos de estos parámetros se encuentran relacionados (Tabla 3).

En nuestro estudio el área foliar se encuentra relacionada con todos los otros parámetros, menos con el NMH. Su correlación con SUCU y ESCLE resultó negativa, y con AFE y DAF positiva.

El AFE mostró correlación positiva significativa con el DAF y correlaciones negativas significativas con SUCU y ESCLE, y solo no estuvo relacionada con el NMH.

El DAF presentó correlaciones negativas significativas con SUCU y ESCLE en sentido negativo.

El grado de sucuencia y la esclerofilia presentaron correlación positiva significativa entre sí, y en el diagrama de

correlación entre estos caracteres encontramos cuatro grupos o patrones de comportamiento para las especies estudiadas, que se describen a continuación (Fig. 2).

El primero de los patrones agrupa a aquellas especies cuyos grados de succulencia y esclerofilia son bajos; siguen este patrón, *Tabebuia shajeri* (6) y *Alchornea latifolia* (7) en el bosque siempreverde medio y *Myrica cerifera* (10) en la sabana arbustiva. El segundo grupo intermedio del grado de succulencia y altos valores de esclerofilia, y a él pertenecen *Dyospirus crassinervis* (14) y *Guettarda valenzuelana* (15) de la sabana arbustiva. Otro grupo lo componen las especies que presentan los más altos valores del grado de succulencia, con valores intermedios de esclerofilia y que está formado por *Laguncularia racemosa* (21), *Rhizophora mangle* (22) y *Avicennia germinans* (23), todos pertenecientes al manglar. Y por último está el grupo de las especies que presentan valores intermedios tanto para el grado de succulencia como para la esclerofilia y que está constituido por: *Zanthoxylum martinicense* (1), *Matayba apetala* (2), *Pseudolmedia spuria* (3), *Bursera simaruba* (4), *Calophyllum antillanum* (5), especies del bosque siempreverde medio, y *Psychotria revoluta* (8), *Neomazaea phiallantoidea* (9), *Psidium cymosum* (11), *Neobraccia valenzuelana* (12), *Rondeletia odorata* (13), *Suberanthus neerifolius* (16), *Hyperbaena columbica* (17), y *Coccoloba retusa* (19), de la sabana arbustiva.

Solamente quedan fuera de estos grupos o patrones, dos especies que son afines al patrón anterior, pero que presentan valores más bajos de esclerofilia que las sitúan en el borde inferior, tal es el caso de *Conocarpus erectus* (20) y *Acunaeanthus tinifolius* (18), que forman parte del manglar y de la sabana arbustiva respectivamente.

En nuestros resultados no encontramos ningún patrón que responda a valores altos de succulencia y esclerofilia, a pesar de que trabajamos con especies de tres formaciones vegetales con diferentes tendencias a la xeromorfía: lo que concuerda con lo reportado por Carmerik y Werger (1981) (Fig. 3). Todo esto demuestra que al constituir la esclerofilia al igual que la succulencia el resultado de la tendencia a la xeromorfía, una u otra se manifiestan de acuerdo con las causas que la originan. También coincidimos con estos autores en que los distintos grupos con diferentes estrategias contienen especies que pertenecen a distintas formaciones vegetales o que por su plasticidad ecológica pueden desarrollarse en ecosistemas con diferentes características. Solo la estrategia seguida por *Laguncularia racemosa*, *Rizophora mangle* y *Avicennia germinans* es exclusiva para estas especies de manglar de la que queda excluida *Conocarpus erectus*, especie que a pesar de ser característica de este ecosistema, crece en sitios no inundados, y en general más alejada de la costa y con niveles más bajos de salinidad.

De todo lo anteriormente expuesto, podemos inferir que de acuerdo con el espectro de tamaño de las hojas, los valores del desarrollo del área foliar y el grado de esclerofilia, la formación vegetal que presenta una mayor tendencia a la xeromorfía es la sabana arbustiva de Las Peladas, con un alto número de micrófilas, y valores del desarrollo del área foliar menores de $0,4 \text{ dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, que según Lebrun (1962) y Shratz (1932), responden a especies xeromorfas extremas; así como valores de succulencia también nos indican que la xeromorfía en la flora arbustiva de Las Peladas, al igual que otros ecosistemas de este tipo, se ha desarrollado en dirección a la esclerofilia. La tendencia a la succulencia está en ecosistemas de este tipo, se ha desarrollado en dirección a la esclerofilia. La tendencia a la succulencia está en relación con el abasto de agua al ecosistema por medio de las precipitaciones tanto verticales como horizontales en el transcurso del año, y con el desarrollo radical de las especies; por lo que en este caso en que el ecosistema recibe abundantes precipitaciones y las tendencias xeromorfía evolucionan hacia la esclerofilia, denotan que éstas responden más a una sequía edáfica que al déficit de precipitaciones, lo que confirma lo planteado por Vales *et al.* (1983) y Vales y Vilamajó (1988) para esta formación vegetal en la Sierra del Rosario, cuando en los estudios ecoantómicos de la madera de las especies arbustivas plantearon la presencia de "Pseudoxeromorfía".

Como habíamos expresado anteriormente, la sabana de Las Peladas mostró un mayor xerofitismo que la sabana de Brasil estudiada por Camerik y Werger (1981), si tenemos en cuenta que en Las Peladas las especies arbustivas exhibieron una mayor tendencia a la disminución del área foliar, con un mayor porcentaje de micrófilas, mayor esclerofilia dada por un mayor número de especies xerófitas verdaderas y una ligera tendencia a la succulencia, con la presencia de dos especies semisucculentas: *Neobraccia valenzuela* y *Neomazaea phiallanthoides*.

Si bien los estudios fitocenológicos de Las Peladas y la estructura de ésta, evidencian su condición de sabana arbustiva original (Capote *et al.* 1988), los resultados obtenidos confirman funcionalmente tal postulado.

Del bosque siempreverde de El Salón podemos decir que aunque en menor grado que en la sabana de Las Peladas, también presenta tendencia a la xeromorfía, pues si bien es cierto que el espectro del área foliar nos muestra una mayor presencia de mesófilas, con algunas macrófilas y un área como mesófilo media que confirma los criterios que lo clasifican como mesófilo, por otra parte los valores de esclerofilia son altos por cualquiera de los métodos utilizados. En este caso, la tendencia a la xeromorfía está francamente en dirección a la esclerofilia y no a la succulencia, pues este último carácter no se manifiesta. Las formas de sequía a las cuales está sometida esta formación, fueron argumentadas por Herrera *et al.* (1988).

En el manglar de Majana, la alta presencia de notófilas, los valores del desarrollo del área foliar, los valores de la esclerofilia y del grado de succulencia de tres de sus especies arbóreas que son precisamente aquellas consideradas como "mangles verdaderos", nos demuestra que existe tendencia a la xeromorfía, pero en este caso siguen la estrategia de la succulencia como era de esperar para una formación vegetal halófila.

Walter (1973), Leigh (1975) y Dudley (1978), señalaron que la xeromorfía en las hojas se expresa en general por una reducción en el tamaño de las hojas esclerófitas y en menor grado por aumento en la succulencia y que estas características se pueden encontrar en las montañas tropicales, donde el clima está sometido a rápidos y fuertes cambios en la radiación solar y en la humedad ambiental, entre los períodos de cielo despejado y nublado.

En los períodos de cielo despejado el flujo de radiación es alto y en consecuencia, la temperatura de la hoja aumenta con rapidez en corto tiempo, por lo que aumenta la demanda de agua en la planta. En Sierra del Rosario, tanto en el bosque siempreverde de El Salón como en la sabana de Las Peladas, la necesidad de economía de agua está demostrada por las correlaciones entre el tamaño de las hojas y otras características xeromorfas; y en el manglar, por el grado de succulencia.

Otra ventaja de las hojas xeromorfas es su gran resistencia al estrés mecánico causado frecuentemente por los fuertes vientos en las montañas. De todo lo anteriormente señalado, se destaca en la sabana arbustiva *Dyospirus crassinervis*, especie propia de ecosistemas con déficit hídricos que se caracterizó por alta esclerofilia y bajos valores del nivel máximo de hidratación, del área foliar específica y del grado de succulencia, todo lo cual se corresponde con las características climáticas y fisiogeográficas a las que está asociada, y *Myrica cerifera* que presentó los mayores valores del desarrollo

del área foliar y del área foliar específica, la menor esclerofilia y el más bajo grado de succulencia del total de especies estudiadas en esta formación vegetal, lo que evidencia la alta plasticidad de esta especie que puede encontrarse en perfecto estado de desarrollo tanto en matorrales xeromorfos espinosos sobre serpiente, como formando parte de bosques de ciénaga.

En el bosque siempreverde medio se destacan *Pseudolmedia spuria*, especie característica de este tipo de vegetación por su abundancia. Esta especie da nombre a la asociación descrita por Borhidi *et al.* (1979) para los bosques siempreverdes, y que se presenta en la Sierra del Rosario en diferentes variantes. *Pseudolmedia spuria* mostró un bajo valor del desarrollo del área foliar y los valores mas altos de la esclerofilia y del grado de succulencia, en relación con las especies restantes de este ecosistema: *Alchornea latifolia* y *Tabebuia shaferi* mostraron los valores mas altos, del desarrollo del área foliar y del área foliar específica, y los más bajos en cuanto a la esclerofilia y el grado de succulencia.

En el manglar, se destaca *Conocarpus erectus* con valores para todos los caracteres que la diferencian de las otras especies arbóreas, pues presenta hojas micrófilas, los mayores valores del área foliar específica y del desarrollo del área foliar y los menores para el grado de succulencia y de esclerofilia.

CONCLUSIONES

La sabana arbustiva de Las Peladas resultó la de mayor tendencia a la xeromorfia, de acuerdo con la caracterización ecomorfológica foliar.

Los cuatro patrones de comportamiento para especies propias del Archipiélago de Cuba hallados según la correlación entre el grado de succulencia y el grado de esclerofilia, demostraron que ninguna especie presenta valores altos, estos dos índices al mismo tiempo.

El bosque siempreverde medio del Salón, a pesar de sus características mesomórficas presenta cierta tendencia a la xeromorfia, expresada por el comportamiento de algunas de las especies que lo componen como es el caso de *Pseudolmedia spuria*.

REFERENCIAS

- Borhidi, A. 1974. *Fundamentals of Geobotany of Cuba*. Tesis for D. Sc. habil. Budapest, 292 pp.
- Borhidi, A., O. Muñiz y E. del Risco. 1979. Clasificación fitocenológica de la Vegetación de Cuba. *Acta Bot. Acad. Scient. Hung.*, 25(3-4) : 263-301
- Camerik, A. M. y J. A. Werger. 1981. Leaf characteristics of the Flora of the high plateau of Itatiaia, Brasil. *Biotropica*, 13 (1): 39-48
- Capote, R., L. Menéndez, E. E. García, D. Vilamajó, N. Ricardo, J. Urbino y R. Herrera. 1988. Flora y vegetación. Cap. 6, 110-130. En: *Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario. Cuba.*, Proyecto MAB No. 1, 1974-1983 760 pp. (Eds. R. Herrera, L., Menéndez, M. E., Rodríguez y E. E. García).
- De Sloover, J., J. Lebrun y T. Marynea. 1965. Quelques paramètres foliaires liés au bilan d'eau des strates ligneuses de trois types de forêts belges. *Bull. Acad. r. Belg. Cl. Sci.*, 51 (5): 640-671.
- Delf, E. M. 1912. Transpiration in succulent plants. *Ann Bot.* 26:409-442.
- Dudley, E. C. 1978. Adaptative radiation in the Melastomataceae along an altitudinal gradient in Perú. *Biotropica*. 10:134-143.
- Gates, D. M. 1968. Transpiration and leaf temperature. *A. Rev. Plant. Physiol.*, 19:211-238.
- Grisebach, A. 1872. Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischer Anordnung. 2 Vols. Engelmann, Leipzig, 1260 pp.
- Herrera, M., L. Menéndez, R. Alayo, D. Vilamajó, E. Ramírez, C. Chiappy, J. A. Bastart, M. Arcia, R. Pereira, C. Martínez y R. García. 1986. *Situación actual del ecosistema de manglar en Cuba*. Informe del Instituto de Ecología Sistemática, A.C.C., 82 pp.
- Herrera, R. y M. E. Rodríguez. 1988. Clasificación funcional de los bosques tropicales. Cap. 27, 274-626. En: *Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario. Cuba.*, Proyecto MAB No. 1, 1974-1983 760 pp. (Eds. R. Herrera, L., Menéndez, M. E., Rodríguez y E. E. García).
- Huber, B. 1925. Die Beurteilung des Wasserhaushaltes der Pflanzen. *Jb. Wiss. Bot.* 64:1-20.
- Larcher, W. 1976. *Oecologie der Pflanzen*. 2nd. end. UTB. 232, Ulmer, Stuttgart, 320 pp.
- Le Master, E. W., J. E. Chance y C. L. Wiegand. 1980. A seasonal verification of the suits spectral reflectance model for wheat. *Photogrametric Engineeering & Remote Sensing* 46(1): 107-114
- Lebrun, J. 1962. Sur quelques paramètres des limbes foliaires par rapport a leurs propietés hydriques, chez diverses espèces du genre Coffea. L. *Bull. Acad. R Belg. Cl. Sci.*, 48 (5): 1041-1053.
- Leigh, E. G. 1975. Structure and climate in tropical rain forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 6:67-86.
- Müller-Stoll, W. R. 1947. 1948. Oekologische Untersuchungen an Xeriothermpflazen de Kraichzaus. *Z. Bot.* 29: 161-253.
- Orians, G. H. y O. T. Solbrig. 1977. A cost- income model of leaves and roots with special reference to arid and semi-arid areas. *Am. Nat.* 111:677-690.
- Pisek, A. 1956. Der Wasserhaushalt der Meso und Hygrophyten. *Handb. Pflanzenphysiol.* 3:825-853.
- Raunkier, C. 1934. *The life forms of plants*. Statistical geography. Clarendon Press. Oxford, 634 pp.
- Shratz, E. 1932. Untersuchungen ube die Beziehungen zwischen Transpiration und Blattastruktur. *Planta* 16:17-69.
- Stocker, O. 1931-1932. Transpiration und Wasserhushalt in verschiedenen Klimazonen. I- Untersuchungen an der arktischen Baumgrenze in Schwedisch-Lappland *Jb. Ws. Bot.* 75:494-549.
- Taylor, S. E. 1975. Optimal leaf form. In: Perspectives of biophysical ecology. (Eds. D. M. Gates and R. B. Schmerl). *Ecol. Stud.* 12:73-86.
- Vales, M. A., D. Vilamajó y C. R. Martínez. 1983. Caracterización ecoanatómica del xilema de especies lignificadas de las estaciones de Sierra del Rosario y Yaguaramas, Cuba. *Ciencias Biológicas*. 9:47-54.
- Vales, M. A. y D. Vilamajó. 1988. Algunos aspectos ecoanatómicos del xilema secundario Cap. 14. 434-444. En: *Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario*. Cuba. Proyecto MAB No. 1, 1974-1983, 760 pp. (Eds. R. A. Herrera, L. Menéndez, M. E. Rodríguez y E. E. García).

- Vales, M. A. y D. Vilamajó. 1995. Relación entre anatomía foliar y ecología en tres formaciones vegetales cubanas. *Fontqueria* 42:119-126.
- Vilamajó, D. 1984. Comportamiento fenológico de especies del estrato arbóreo en un bosque siempreverde. *Ciencias Biológicas*. 11:79-92.
- Walter, H. 1973. *Die Vegetation der Erder in okophysiologischer Betrachtung*. Band 13^{ed}. de. Fischer, Stuttgart. 743 pp.

Tabla 1. Características de las especies investigadas. Leyenda: 1- Tipos biológicos, 2-Tipos de hojas, 3- Área foliar, 4- Área foliar específica, 5- Desarrollo del área foliar, 6- Nivel máximo de hidratación, 7- Grado de succulencia, 8- Grado de esclerofilia.

Especies y formaciones vegetales	1	2	3	4	5	6	7	8
Bosque siempreverde medio								
1- <i>Zanthoxylum martinicense</i>	Mesophanerophyta	Notofila	12,72	0,5781	0,24	58,07	2,45	1,72
2- <i>Matayba apetala</i>	Micro-mesophanero	Notofila	13,59	0,7152	0,31	55,98	,85	1,39
3- <i>Pseudolmedia spuria</i>	Micro-mesophanero	Notofila	17,64	0,5512	0,24	56,73	2,39	1,81
4- <i>Bursera simaruba</i>	Mesophanerophyta	Notofila	25,11	0,8369	0,34	58,37	1,72	1,19
5- <i>Calophyllum antillanum</i>	Mesophanerophyta	Notofila	29,85	0,6489	0,26	59,67	2,28	1,54
6- <i>Tabebuia shaferi</i>	Micro-mesophanero	Mesofila	86,82	2,4578	1,06	56,08	0,54	0,40
7- <i>Alchornia latifolia</i>	Mesophanerophyta	Mesofila	108,26	3,2807	1,39	57,85	0,42	0,30
Sabana arbustiva								
8- <i>Psychotria revoluta</i>	Nanophanerophyta	Microfila	4,64	0,773	0,27	63,46	2,37	1,29
9- <i>Neomazea phiallantoides</i>	Nano-microphanero	Microfila	5,14	0,642	0,22	61,76	2,91	1,56
10- <i>Myrica cerifera</i>	Nano-microphanero	Microfila	5,22	1,740	0,58	58,14	1,15	0,57
11- <i>Psidium cymosum</i>	Microphanerophyta	Microfila	5,64	0,564	0,31	44,90	2,02	1,77
12- <i>Neobrachea valenzuelana</i>	Nano-microphanero	Microfila	6,36	0,578	0,22	60,46	2,83	1,73
13- <i>Rondeletia odorata</i>	Nanophanerophyta	Microfila	9,33	0,718	0,27	60,86	2,36	1,39
14- <i>Dyosporus crassinervis</i>	Nano-microphanero	Microfila	11,87	0,456	0,26	43,32	1,69	2,19
15- <i>Guettarda valenzuelana</i>	Nano-microphanero	Microfila	19,68	0,492	0,23	52,52	2,34	2,03
16- <i>Suberanthus neerifolius</i>	Nano-microphanero	Microfila	19,92	0,830	0,30	63,81	1,96	1,40
17- <i>Hiperbaena columbica</i>	Nanophanerophyta	Notofila	22,83	0,787	0,37	52,08	1,45	1,27
18- <i>Acunaeanthus tinifolius</i>	Nano-microphanero	Notofila	24,84	1,129	0,28	74,46	2,69	0,89
19- <i>Coccoloba retusa</i>	Nano-microphanero	Notofila	26,63	0,666	0,29	50,00	1,95	1,50
Manglar								
20- <i>Conocarpus erectus</i>	Mesophanerophyta	Microfila	12,38	1,547	0,37	77,00	2,09	0,65
21- <i>Laguncularia racemosa</i>	Mesophanerophyta	Notofila	26,09	0,815	0,21	74,00	2,02	0,65
22- <i>Rhizophora mangle</i>	Microphanerophyta	Notofila	29,72	0,725	0,22	70,00	3,23	1,38
23- <i>Avicennia germinans</i>	Mesophanerophyta	Notofila	30,91	0,719	0,21	71,00	3,40	1,39

Tabla 2. Comparación de valores de esclerofilia y grado de esclerofilia. (PS = peso seco; PF = peso fresco y AF = área foliar)

ESPECIE	GRADO DE ESCLEROFILIA PS / AF (g. Dm -2)	ESCLEROFILIA PS / PF
Bosque siempreverde		
<i>Zanthoxylum martinicense</i>	1,72	0,42
<i>Matayba apetala</i>	1,39	0,44
<i>Pseudolmedia spuria</i>	1,81	0,43
<i>Bursera simaruba</i>	1,19	0,42
<i>Calophyllum antillanum</i>	1,54	0,40
<i>Tabebuia shaferi</i>	0,40	0,44
<i>Alchornia latifolia</i>	0,30	0,42
Sabana arbustiva		
<i>Psychotria revoluta</i>	1,29	0,37
<i>Neomazea phiallantoides</i>	1,56	0,38
<i>Myrica cerifera</i>	0,57	0,41
<i>Psidium cymosum</i>	1,77	0,55
<i>Neobrachea valenzuelana</i>	1,73	0,40
<i>Rondeletia odorata</i>	1,39	0,39
<i>Dyosporus crassinervis</i>	2,19	0,57
<i>Guettarda calyptata</i>	2,03	0,47
<i>Suberanthus neerifolius</i>	1,40	0,36
<i>Hyperbaena columbica</i>	1,27	0,48
<i>Acunaeanthus tinifolius</i>	0,89	0,26
<i>Coccoloba retusa</i>	1,50	0,49
Manglar		
<i>Conocarpus erectus</i>	0,65	0,23
<i>Laguncularia racemosa</i>	1,23	0,26
<i>Rhizophora mangle</i>	1,38	0,30
<i>Avicennia germinans</i>	1,39	0,29

Tabla 3. Matriz de correlación entre caracteres, donde AF (área foliar), AFE (área foliar específica), GDAF (grado de desarrollo del área foliar), NMH (nivel máximo de hidratación), SUCU (grado de succulencia y ESCLE (grado de esclerofilia).

	AF	AFE	GDAF	NMH	SUCU	ESCLE
AF	1.00000					
AFE	.81709 *	1.00000				
DAF	.87194 *	.95587*	1.00000			
NMH	.00551	.12383	-.13488	1.00000		
SUCU	-.53593 *	-.68762 *	-.79013 *	.51360 *	1.00000	
ESCLE	-.60274 *	-.87626 *	-.73800 *	-.41763 *	.49939 *	1.00000

• P < 0,05

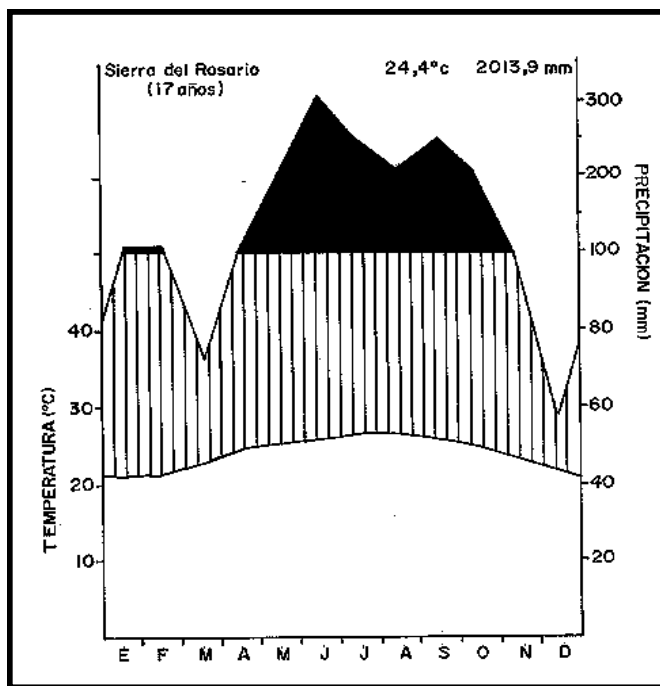


Fig. 1A Diagrama climático de Sierra del Rosario.

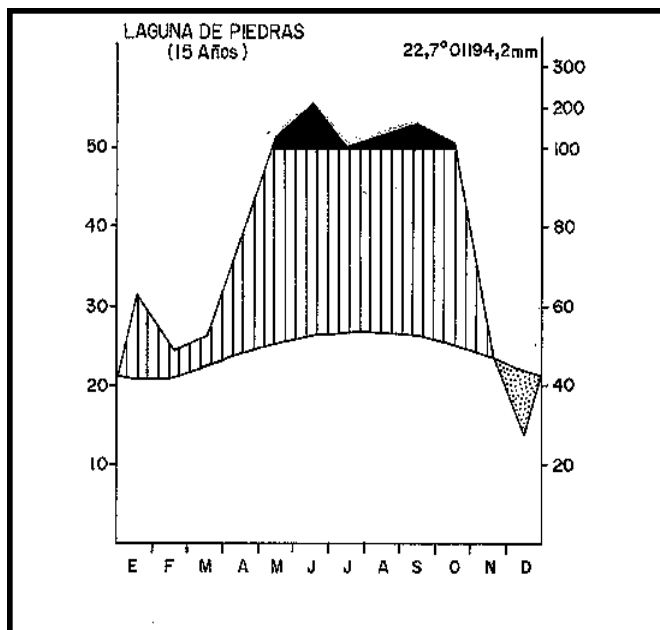


Fig. 1B Diagrama climático de Laguna Piedras

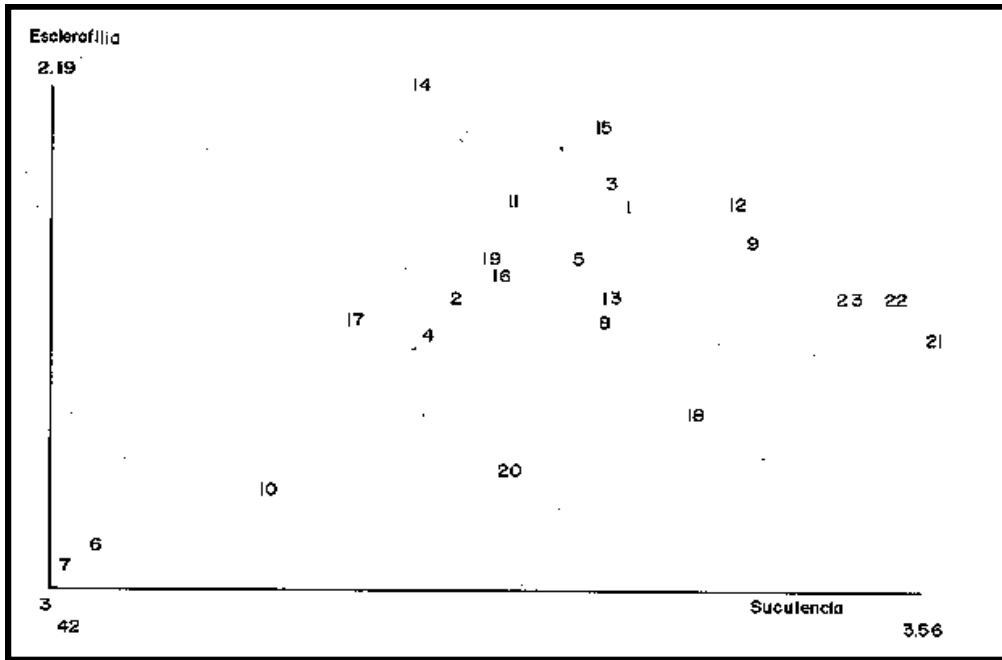


Fig. 2. Diagrama de correlación entre SUCULENCIA y ESCLEROFILIA.

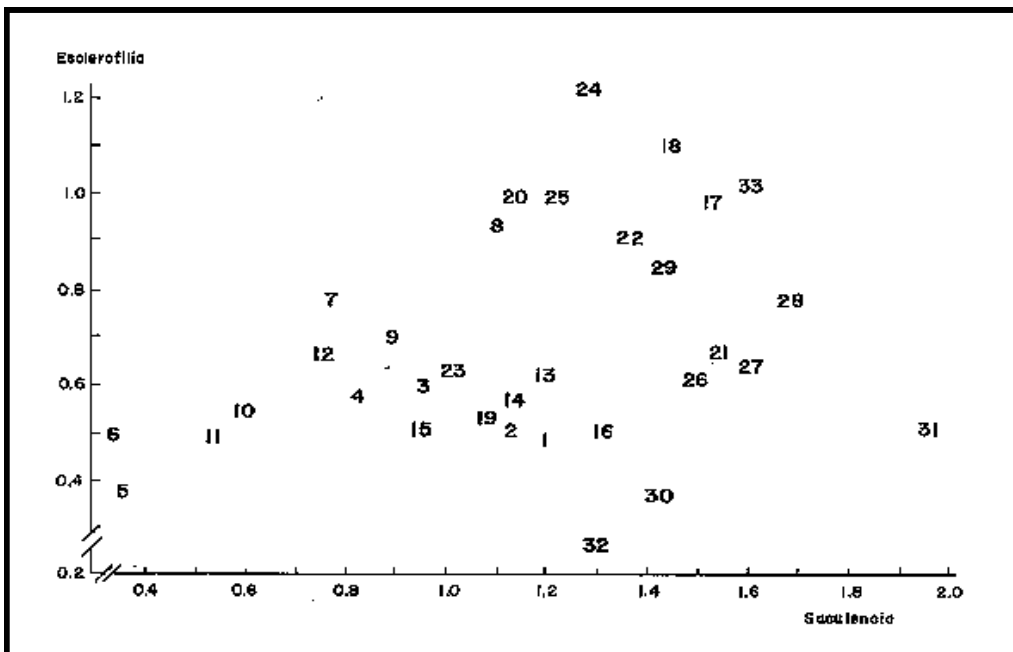


Fig. 3. Diagrama de correlación obtenido por Camerik y Werger 1981.