

BRIÓFITOS EPIFÍTICOS COMO INDICADORES DOS DOMÍNIOS BIOCLIMÁTICOS EM PORTUGAL. TRATAMENTO ESTATÍSTICO DE ÁREAS SELECIONADAS

por

CECÍLIA SÉRGIO*, MANUELA SIM-SIM** & CELESTE SANTOS-SILVA*

Resumen

SÉRGIO, C., M. SIM-SIM & C. SANTOS-SILVA (1990). Briófitos epifíticos como indicadores de los dominios bioclimáticos en Portugal. Tratamiento estadístico de las áreas seleccionadas. *Anales Jard. Bot. Madrid* 46(2): 457-467 (en portugués).

Con base en 76 inventarios cuantitativos y cualitativos de vegetación epifítica (briófitos) efectuados para estudios de evaluación de impacto ambiental, se correlacionaron las comunidades climáticas o preclimáticas de briófitos con los diferentes dominios bioclimáticos de Portugal, definidos por los índices de Gaussen y Emberger. Fue utilizado un método de análisis multivariante con programa de PCA. El conocimiento de la composición florística del área estudiada y los resultados obtenidos por esta metodología condujeron a la selección de especies indicadoras de dos dominios bioclimáticos en Portugal. Son buenos ejemplos *Cololejeunea minutissima*, *Sematophyllum substrumosum* y *Cryphaea heteromalla*, que poseen una distribución preferencialmente oceánica, y *Antitrichia californica*, de tendencias más continentales. Por otra parte, una menor riqueza florística en las comunidades epifíticas de briófitos corresponde a la existencia de un clima mesomediterráneo acentuado en que el número de días bioclimáticamente secos es superior a 80 al año. Las especies más frecuentes son *Frunallia dilatata* (F = 69) y *Tortula laevipila* (F = 65).

Palabras clave: Briófitos epifíticos, dominios bioclimáticos, Portugal.

Abstract

SÉRGIO, C., M. SIM-SIM & C. SANTOS-SILVA (1990). Epiphytic bryophytes as indicators of the bioclimatic dominions in Portugal. Statistical treatment of selected areas. *Anales Jard. Bot. Madrid* 46(2): 457-467 (in Portuguese).

Epiphytic bryophyte communities on *Olea europaea* were compared from 76 inventories in Portugal. They were selected among more than 400 localities of EIA studies. The 40 species present were sampled quantitatively (0-5) in each site. They have been submitted to a method of multivariate analysis (PCA) in a matrix of species and inventories. A comparison of the results is made with two bioclimatologic indexes (Emberger and Gaussen). Differences in bioclimatic conditions are related to differences in the structural composition of epiphytic bryophytes and species diversity. The main macroclimate factor is related with the number of Biologically Dry Days (Gaussen Index), while the temperature in the Emberger Index seems to be also important. Oceanic species shift to the humid zone (*Cololejeunea minutissima*, *Sematophyllum substrumosum* and *Cryphaea heteromalla*) and more continental and less oceanic species to the xeric zone (*Antitrichia californica*). In the selected sites the two more frequent bryophytes are *Frunallia dilatata* (F = 69) and *Tortula laevipila* (F = 65).

Key words: Epiphytic bryophyta, bioclimatic dominions, Portugal.

* Museu, Laboratório e Jardim Botânico, Faculdade de Ciências. 1294 Lisboa Codex (Portugal).

** Departamento de Biologia Vegetal, Faculdade de Ciências. 1294 Lisboa Codex (Portugal).

INTRODUÇÃO

Os briófitos epifíticos, por si só ou em conjunto com os líquenes, têm servido de base a inúmeros estudos que correlacionam esta vegetação com as condições ambientais em geral, e muito particularmente com as diferenças bioclimáticas entre determinadas áreas geográficas. São exemplos os trabalhos de WIŚNIEWSKI (1930) na Polónia, BARKMAN (1958) na Holanda e PIPPO (1982) nos países da Escandinávia, além de SLACK (1976, 1977) e mais recentemente TRYNOSKY & GLIME (1982) e PALMER (1986) nos Estados Unidos da América.

Além dos estudos referidos, outros incidem particularmente sobre o papel dos factores microambientais, em particular os diferentes tipos de forófitos para a caracterização das comunidades epifíticas, não entrando em linha de conta como variáveis as condições climáticas gerais, dada a localização mais ou menos restrita das áreas de estudo (IWATSUKI & HATTORI, 1966; STRINGER & STRINGER, 1974; RASMUSSEN, 1975).

Na Península Ibérica, os estudos das comunidades epifíticas como indicadoras de condições bioclimáticas são praticamente inexistentes, salientando-se, no entanto, o recente trabalho de LLORET (1986) sobre a vegetação saxícola silvática, cuja composição tem bastantes afinidades com a vegetação epifítica ibérica. A grande percentagem de epifitos indiferentes, sobretudo saxícola-corticícolas, existentes em regiões da Península com uma certa humidade atmosférica, foi já constatado por ALLORGE (1947).

O trabalho agora apresentado, tem como primeira finalidade detectar diferenças ou afinidades existentes, entre a composição florística das comunidades epifíticas de briófitos, como os diferentes domínios bioclimáticos, definidos por índices internacionalmente utilizados para caracterizar a heterogeneidade bioclimática dos climas mediterrânicos (QUEZEL, 1977).

Dispondo de um elevado número de inventários florísticos, efectuados em diversas zonas de Portugal, na sequência de programas de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) (SÉRGIO & JONES, 1987) foi possível uma primeira abordagem para a caracterização de dois domínios bioclimáticos do país, baseada na vegetação epifítica. Como particularidade importante estes inventários foram efectuados sobre o mesmo tipo de forófito, *Olea europaeae* L., espécie de distribuição generalizada na bacia do Mediterrâneo.

METODOLOGIA

Serviram de base a este trabalho 76 levantamentos fitossociológicos seleccionados entre cerca de 400 inventários efectuados em *Olea europaeae* L.

Embora não tenha sido possível cobrir todo o país, estes levantamentos situam-se numa importante área a sul do rio Mondego (fig. 1). A metodologia adoptada foi a seguinte:

1. Selecção de 76 levantamentos obedecendo a 3 condições:

Localizar um levantamento por quadrícula UTM 10 × 10 km.

A vegetação do local encontrar-se num estágio evoluído, isto é, com espécies características de condições climáticas ou pre-climáticas da *Leucodontetalia*

(VON HÜBSCHMANN, 1952) emend Lecointe 1975, ou da *Lobarion pulmonariae* Ochn. 1928. Excluem-se alguns locais no sul do país onde as condições climáticas não permitem atingir aqueles estádios, sendo a vegetação epifítica muitas vezes constituída exclusivamente por líquenes.

Excluir os inventários referentes a áreas onde os efeitos da poluição são notórios, ou onde se encontrem alterações drásticas resultantes de ações mecânicas.

2. Caracterização de cada estação de levantamento relativamente às condições bioclimáticas, segundo duas classes de Índices de Emberger e de Gausson conforme os resultados de ALCOFORADO & *al.* (1982) (fig. 1, 3 e 4). Anotada também a altitude de cada local (variando de 25 a 640 m).

3. Identificação do material briológico: 40 espécies distribuídas por 7 géneros e 8 espécies de hepáticas e 23 géneros e 32 espécies de musgos (fig. 2).

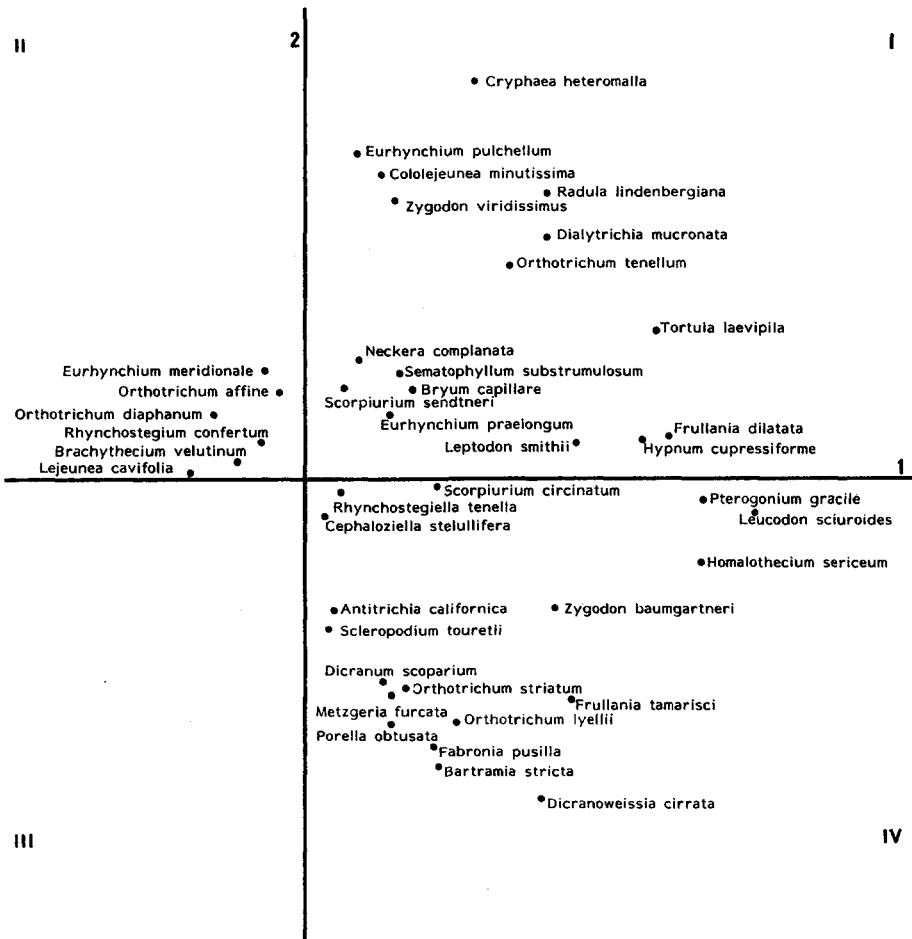


Fig. 2.—Diagrama dos resultados obtidos nos eixos 1 e 2 por "PCA" dos vectores próprios das 41 espécies em correspondência com os 76 levantamentos.

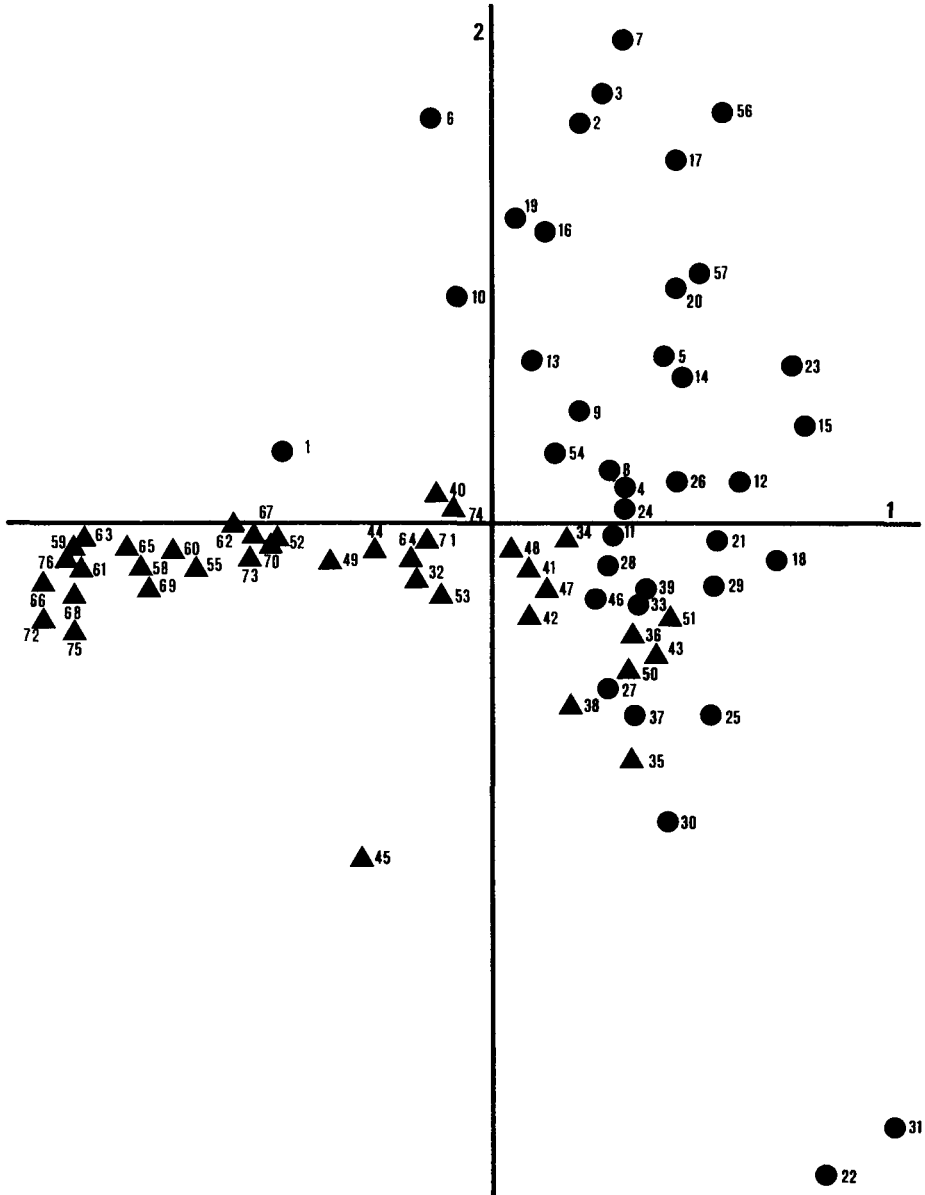


Fig. 3.—Diagrama do ordenamento recíproco dos 76 levantamentos nos eixos 1 e 2. Classes do Índice Xerotérmico de Gausson: ● Mesomediterrâneo atenuado, $45 (\pm 5)$ a $80 (\pm 5)$ dias bioclimaticamente secos; locais 1 a 31, 33, 37, 39, 46, 54, 56 e 57. ▲ Mesomediterrâneo acentuado, $80 (\pm 5)$ a $100 (\pm 5)$ dias bioclimaticamente secos; locais 32, 34 a 38, 40 a 45, 47 a 53, 55, 58 a 76.

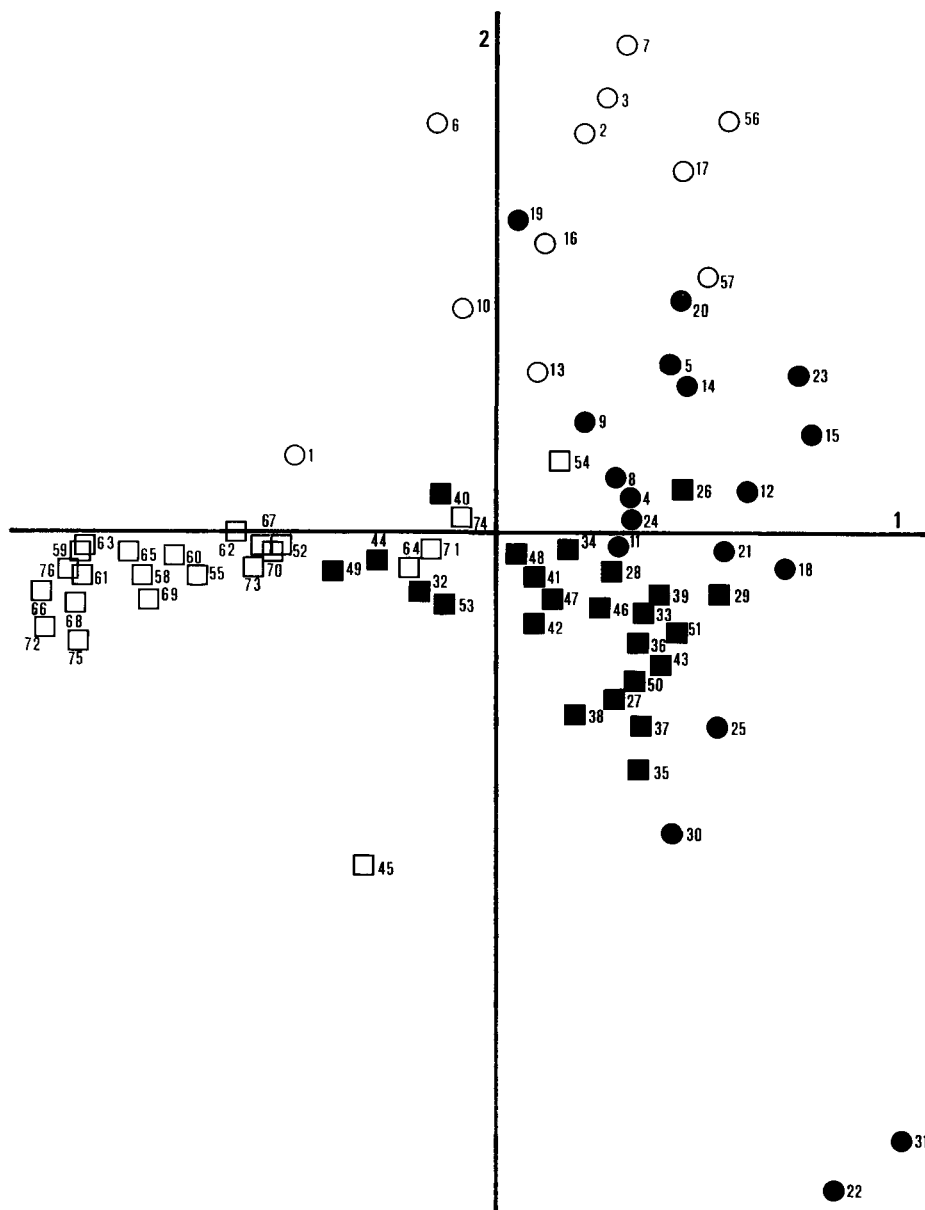


Fig. 4.—Diagrama do ordenamento recíproco dos 76 levantamentos nos eixos 1 e 2. Classes dos Andares Bioclimáticos de Emberger: ● Húmido, média do mês mais frio 0-3 °C; locais 4, 5, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 18 a 25, 30 e 31. ○ Húmido, média do mês mais frio 3-7 °C; locais 1 a 3, 6, 7, 10, 13, 16, 17, 56 e 57. ■ Sub-húmido, média do mês mais frio 0-3 °C; locais 26 a 29, 32 a 44, 46 a 51 e 53. □ Sub-húmido, média do mês mais frio 3-7 °C; locais 45, 52, 54, 55 e 58 a 76.

4. Em cada estação após a observação de 10 árvores, cálculo para cada taxa do valor médio da sua frequência-cobertura, variando de 0-5 (SÉRGIO & SIM-SIM, 1985).

5. Determinação da riqueza florística (RF) para cada estação no que respeita a espécies briofíticas.

6. Tratamento informático dos dados em matriz quadrangular de dimensão n locais ($n = 76$) e t espécies ($t = 40$), sob a forma numérica específica de valores ausentes (NCD's), utilizando um programa de Análise de Componentes Principais (PCA) adaptado para fauna bentónica (ANDRADE, 1986).

A não presença da espécie, tem o valor zero, o que confere um peso importante neste tipo de análise.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados obtidos por este tipo de tratamento informático são expressos sob a forma vectorial segundo 3 eixos ortogonais. O arranjo da posição dos vectores próprios das espécies para os eixos 1 e 2 estão representados na figura 2, enquanto a dos locais correspondem às figuras 3 e 4, devendo a interpretação destas duas figuras ser efectuada como sobreponível à figura 2.

As espécies localizadas junto da origem dos eixos têm, ou baixa frequência, ou são espécies que menos influenciam o arranjo dos levantamentos (fig. 3 e 4).

Por outro lado, utilizando unicamente os eixos 1 e 2, e agrupando os levantamentos segundo as características bioclimáticas de cada local (fig. 1, 3 e 4) podem-se tirar diversas conclusões, quer para espécies indicadoras quer para as várias classes de índices bioclimáticos:

1. Locais de características mais atlânticas e com uma vegetação mais aerohigrófila dispõem-se nos quadrantes I e IV com briófitos como *Cololejeunea minutissima*, *Radula lindenbergiana*, *Cryphaea heteromalla*.

2. O quadrante II inclui espécies menos frequentes e que fizeram separar locais bastante afastados geograficamente (1 e 74).

3. O quadrante III inclui os levantamentos onde as espécies características são praticamente inexistentes. Na realidade são os locais mais secos de todas as quadrículas estudadas e onde a diversidade de briófitos é menor. Aqui destacam-se os locais em que as condições bioclimáticas estão bastante relacionadas com os andares bioclimáticos semi-áridos ou termomediterrâneos como o 75 e 76.

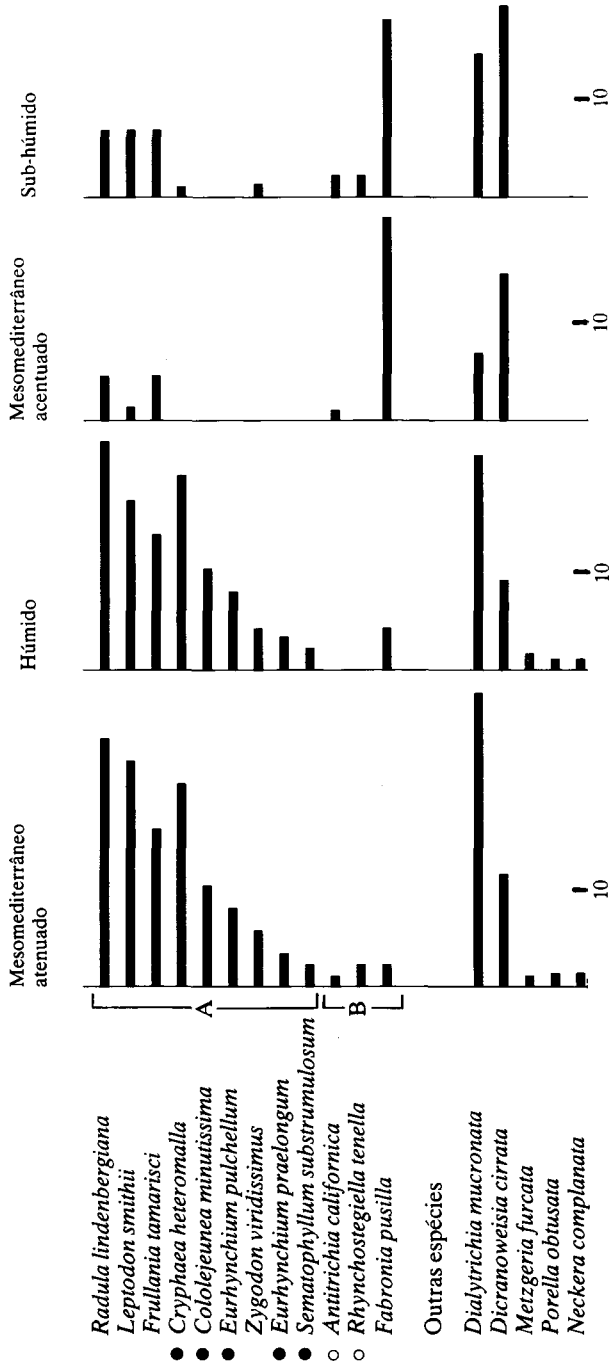
4. De um modo geral, existe uma correlação notória quer sob o ponto de vista florístico quer estrutural da vegetação epifítica, com condições bioclimáticas (Índice Xerotérmico de Gaussen e Andar bioclimático de Emberger). Ainda é notório no diagrama da figura 4 a localização e estabilidade dos pontos correspondentes aos inventários em locais com diferenças climáticas ligadas à temperatura (Índices de Emberger).

5. Alguns locais aparecem fora dos grupos constituídos para os índices de Emberger, possivelmente devido à sua posição intermediária nas classes bioclimáticas em jogo. São exemplos os locais 40, 44 e 49.

6. Os locais que se afastam mais da origem dos eixos como, 22 e 33, estão localizados no limite da área juntamente com os locais 25 e 30 situam-se a uma altitude elevada (225-325 m) em relação à maioria das estações.

TABELA 1
 BRIÓFITOS EPIFÍTICOS CARACTERÍSTICOS DE DIFERENTES DOMÍNIOS BIOCLIMÁTICOS EM PORTUGAL

Índice xerotómico de Gaussen: Mesomediterrâneo atenuado (45-80*) e mesomediterrâneo acentuado (80-100*)
 Andares bioclimáticos d'Emberger: Húmido (0-3 °C e 3-7 °C**) e sub-húmido (0-3 °C e 3-7 °C**)



Valores de frequência nas 76 estações. * Número de dias biologicamente secos. ** Temperatura mínima média do mês mais frio (°C).

É possível ainda inferir outros resultados a partir da análise da presença da espécie em cada inventário, assim como da riqueza florística (RF) do mesmo. Assim podemos destacar (tabela 1):

Espécies em comum nos dois tipos bioclimáticos, em número significativo (15). Destacam-se alguns exemplos que podem caracterizar cada um dos domínios bioclimáticos em estudo.

Grupo A. Espécies características de climas do tipo mesomediterrâneo atenuado-húmido. ● Elementos exclusivos do clima mesomediterrâneo atenuado.

Grupo B. Espécies características de climas do tipo mesomediterrâneo acentuado-sub-húmido. ○ Elementos exclusivos do andar bioclimático sub-húmido.

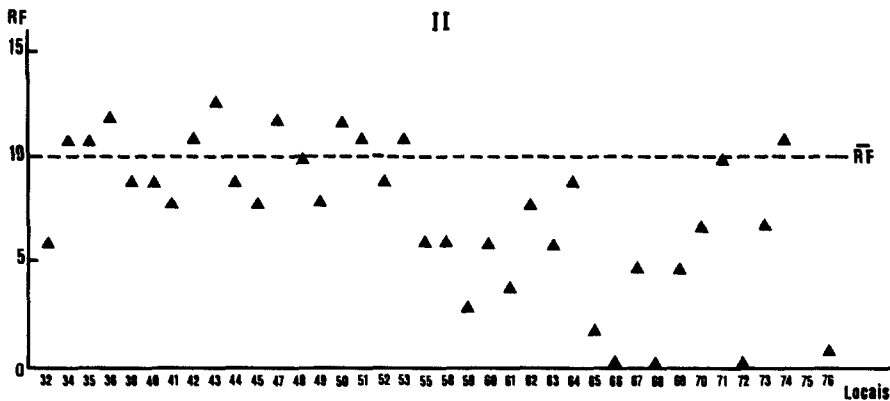
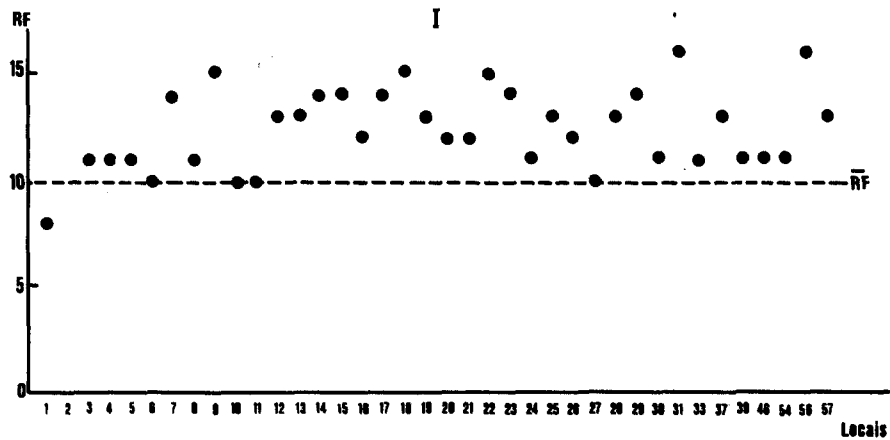


Fig. 5.—Variação da riqueza florística (RF) da vegetação briológica epifítica nos locais de estudo, segundo duas classes do Índice de Gaussen: I, mesomediterrâneo atenuado (●); II, mesomediterrâneo acentuado (▲). --- Média dos 76 levantamentos (RF = 10,05).

No grupo A, 56% dos elementos possuem tendência fitogeográfica mediterrâneo-atlântica, enquanto que no grupo B, quase 70% são sub-mediterrâneos, sendo *Fabronia pusilla* subcosmopolita:

As espécies de maior frequência são *Frullania dilatata* (69 levantamentos) e *Tortula laevipila* (65 levantamentos).

A riqueza florística (RF), é em média para o clima de tipo mesomediterrâneo atenuado e húmido de 12,7, enquanto que para o mesomediterrâneo acentuado e sub-húmido é de 7,3. (fig. 5). Parâmetro semelhante é o coeficiente de epifitismo proposto por ALLORGE (1947), que segundo este autor, está intimamente em correspondência com o Índice de Emberger.

De um modo sintético para a caracterização de dois domínios bioclimáticos em estudo, é a ausência de espécies do grupo A, e uma RF baixa que pode definir as regiões de tendência mais seca (número de dias bioclimaticamente secos superior a 80 ± 5). Em conclusão dada a heterogeneidade bioclimática da região mediterrânea, incluindo a Península Ibérica, este estudo representa uma base para a delimitação de comunidades epifíticas indicadoras de condições climáticas gerais, utilizando o mesmo forófito, *Olea europaeae*, elemento tão importante como substrato destas comunidades de briófitos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCOFORADO, M. J., M. F. ALEGRIA, A. R. PEREIRA & C. SIRGADO (1982). Domínios bioclimáticos em Portugal definidos por comparação dos índices de Gaussen e de Emberger. *Centro de Estudos Geográficos. Relatório* 14. Lisboa.
- ALLORGE, P. (1947). *Essai de Bryogéographie de la Peninsule Ibérique*. Paul Lechavalier. Paris.
- ANDRADE, F. (1986). O estuário do Mira: Caracterização geral e análise quantitativa da estrutura dos macro-povoamentos bentónicos. Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências de Lisboa e Universidade Clássica de Lisboa.
- BARKMAN, J. J. (1958). *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. Assen.
- IWATSUKI, Z. & S. HATTORI (1966). Studies on epiphytic Moss Flora of Japan. 17. The Epiphytic Bryophytes Communities in the Coniferous Forest of Mt. Honokawa, Shikoku. *J. Hattori Bot. Lab.* 29: 223-237.
- LLORET, F. (1986). La vegetación briofítica rupícola en relación con los gradientes altitudinal e hídrico en el Montseny (Barcelona). *Orsis* 2: 55-70.
- PALMER, M. W. (1986). Pattern in Corticolous Bryophyte Communities of the North Carolina Piedmont: Do Mosses See the Forest or the Trees? *Bryologist* 89(1): 59-65.
- PIIPO, S. (1982). Epiphytic bryophytes as climatic indicators in Eastern Fennoscandia. *Acta Bot. Fennica* 119: 1-39.
- QUEZEL, P. (1977). *Forest of the Mediterranean basin in Unesco, Mediterranean forests and maquis: ecology, conservation and management*. Paris.
- RASMUSSEN, L. (1975). The bryophytic epiphyte vegetation in the forest, Slotved Skod, Northern Jutland. *Lindbergia* 3: 15-38.
- SÉRGIO, C. & M. P. JONES (1987). Cryptogamic epiphytes as indicators of air quality. Investigative methods and results from four selected areas in Portugal. In: P. Mathy (Ed.), Symposium "Effets de la pollution de l'air sur les ecosystemes terrestres et aquatiques": 566-571. Grenoble.
- SÉRGIO, C. & M. SIM-SIM (1985). Estudo da poluição atmosférica no estuário do Tejo. A vegetação epifítica como bioindicadora. *Portug. Acta Biol. (B)* 14: 213-244.
- SLACK, N. G. (1976). Host specificity of bryophytic epiphytes in eastern North America. *J. Hattori Bot. Lab.* 41: 107-132.
- SLACK, N. G. (1977). Species diversity and community structure in bryophytes: New York Studies. *Bull. New York State Univ.* 428: 1-70.
- STRINGER, P. W. & H. L. STRINGER (1974). A Quantitative Study of Corticolous Bryophytes in the Vicinity of Winnipeg, Manitoba. *Bryologist* 77(4): 550-560.

TRYNOSKI, S. E. & J. M. GLIME (1982). Direction and Height of Bryophytes on four Species of Northern Trees. *Bryologist* 85(3): 281-300.

WISNIEWSKI, T. (1930). Les associations des muscinées (Bryophyta) epiphytes de la Pologne, en particulier celles de la forêt vierge de Bialowieza. *Bull. Acad. Polonaise Sci. Lett., Sér. B*, 1: 293-342.

Aceptado para publicación: 17-VI-1988