

LIB 601

CASA DA
agricultura

ISSN 0100-6541

ANO 10

n.º 1

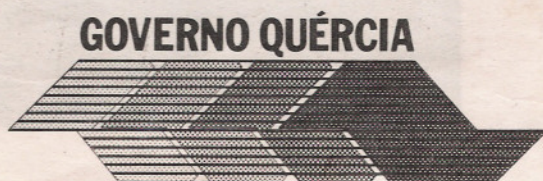
jan./fev./88

1988, 10 (1): 20-24

SEPARATA

**MÉTODOS FITOSSOCIOLÓGICOS
MAIS USADOS**

Prof. Assist. Ricardo Ribeiro Rodrigues
(ESALQ/USP – Departamento de Botânica)



SECRETARIA DA
AGRICULTURA

MÉTODOS FITOSSOCIOLÓGICOS MAIS USADOS



acelerado processo de devastação das formações naturais brasileiras fez com que os sistemas vegetais concentrassem esforços na investigação florística e fitossociológica do pouco que resta dessas formações. O levantamento florístico ou qualitativo de uma área permite a identificação das espécies ocorrentes nessa área, enquanto o levantamento fitossociológico ou quantitativo fornece dados para a compreensão da dinâmica dessas espécies na comunidade vegetal em questão.

Vários são os métodos de levantamentos fitossociológicos usados no Brasil. A escolha do método a ser empregado depende dos objetivos finais do trabalho e da formação vegetal a ser estudada. O levantamento florístico prévio da área, na qual vai ser aplicado o método fitossociológico, facilita tanto a escolha do método mais adequado àqueles objetivos, quanto à aplicação desse método, dado pelo reconhecimento prévio das espécies amostradas.

Neste artigo, vamos expor os principais métodos usados em levantamentos fitossociológicos nas formações brasileiras. Apesar de esses métodos poderem ser aplicados em formações diversas, consideraremos aqui apenas as formações florestais.

MÉTODOS FITOSSOCIOLÓGICOS

Dependendo dos objetivos do trabalho, os critérios são previamente estabelecidos, para que se consiga delimitar o estrato vegetal que se pretende amostrar. Esses critérios podem ser referentes ao diâmetro, à altura, ou mesmo à constituição anatômica das espécies.

Normalmente, estabelece-se um diâmetro mínimo para as espécies a serem amostradas. Percebe-se, hoje, uma tendência crescente de se homogeneizar esses critérios para cada tipo de formação florestal, para que possam ser feitas comparações mais consistentes dos diversos levantamentos fitossociológicos.

De acordo com MARTINS (1978), os métodos fitossociológicos mais comumente empregados nas formações vegetais brasileiras podem ser divididos em dois

*No Estado de São Paulo,
os métodos de parcelas
e de quadrantes
são os mais comumente
usados em levantamentos
fitossociológicos de
formações florestais. A
escolha de um deles
depende do objetivo final
do trabalho e da formação
florestal em questão.*



grupos: os métodos de parcelas ou com áreas e os métodos sem parcelas ou de distâncias.

Método de parcelas

O método de parcelas ou de quadrados (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974), de acordo com MARTINS (1978, 1979), foi o primeiro método quantitativo aplicado em florestas brasileiras.

As parcelas podem ter formas e tamanhos variáveis. As formas mais comumente usadas são as retangulares e as quadradas, devido à facilidade de instalação no campo. Segundo GREIG SMITH (1964), as formas retangulares são mais eficientes que as quadradas e as circulares na amostragem, devido à

tendência de agrupamento na vegetação. As diferenças obtidas na análise, com o uso de diferentes formas de parcelas, são muito pequenas e insignificantes (CHAPMAN, 1976).

A área de cada parcela, assim como o número de parcelas a ser adotado no levantamento fitossociológico, dependerá da diversidade florística da área considerada e atentando-se para que a amostragem tenha um número suficiente de indivíduos por parcela, que permita, na análise, uma suficiência estatística.

O tamanho das parcelas e a área mínima do levantamento são, na maioria dos trabalhos, calculados pela curva de espécie-área (CAIN & CURTIS, 1959; MUELLER-DOMBOIS & ELLEN-

BERG, 1974), que correlaciona o aumento do número de espécies com o aumento da área amostrada (Figura 1).

A distribuição das parcelas na formação vegetal dependerá dos objetivos do trabalho. CHAPMAN (1976) descreve seis tipos de amostragem, sendo que as mais usadas são a **aleatória**, aplicada em formações aparentemente homogêneas, a **sistemática**, geralmente em formações com algum tipo de gradiente, e a **aleatória restrita**, que consiste na combinação dos métodos anteriores, subdividindo previamente a área de interesse e aplicando-se, em cada subdivisão, uma amostragem aleatória (Figura 2).

Para os cálculos dos parâmetros fitossociológicos, anotam-se, em cada parcela, a espécie, a altura e o diâmetro ou perímetro de todos os indivíduos amostrados.

Método sem parcelas ou de distâncias

A aplicação dos métodos de distâncias, em levantamentos fitossociológicos, data de meados deste século (COTTAM & CURTIS, 1949) e o mais comumente empregado nos levantamentos é o método de quadrantes de CURTIS, 1950 (apud COTTAM & CURTIS, 1956).

Esse método consiste no estabelecimento, dentro da formação a ser estudada, de pontos ao acaso, que servirão como centro de círculos divididos em quatro partes ou quadrantes (MARTINS, 1978). Em cada ponto do levantamento, a orientação dos quadrantes deve ser aleatória, tirada pelo giro de uma cruzeta fixada sobre cada ponto de amostragem, conforme sugestão de MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974).

Em cada quadrante, é amostrado o indivíduo mais próximo do centro do círculo. Portanto, cada ponto amostra um total de quatro indivíduos, que deverão obedecer aos critérios de amostragem estabelecidos no trabalho (Figura 3).

Devido à restrição do método, de não poder se amostrar o mesmo indivíduo em pontos distintos, a distância entre os pontos deve ser previamente estabelecida.

De acordo com MARTINS (1979), essa distância deve ser igual ao dobro

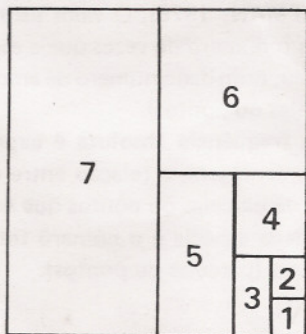
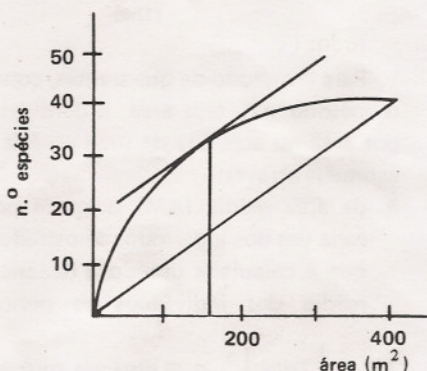


FIGURA 1 — Método para cálculo de área mínima de comunidades vegetais (CAIN & CURTIS, 1959).



da distância máxima entre as árvores mais próximas. A distância máxima é obtida a partir de medições da distância entre as árvores, na formação a ser aplicado o método. Segundo o mesmo autor, trinta ou mais medições são suficientes para o cálculo da distância entre os pontos.

O número mínimo de pontos, que permite uma suficiência de amostragem no levantamento fitossociológico, é calculado, como no método de parcelas, por curvas de espécie-ponto, que correlacionam o aumento do número de espécies com o aumento do número de pontos. Dessas curvas, obtém-se um valor tal de número de pontos de amostragem, onde o aumento desse número não representa um aumento significativo do número de espécies, estando a formação suficientemente amostrada.

Quando mais de uma linha for usada para a colocação dos pontos de amostragem, essas devem ser paralelas e distantes. A distância entre as linhas deve ser, no mínimo, igual ao valor calculado da distância entre os pontos, impedindo que o mesmo indivíduo seja amostrado em linhas diferentes.

A orientação dessas linhas vai depender dos objetivos do trabalho e da formação florestal em questão. Em formações aparentemente homogêneas, a orientação é normalmente aleatória, enquanto que em formações com algum gradiente, a orientação é previamente estabelecida para melhor compreensão da análise dos resultados.

Em cada indivíduo amostrado são anotados a espécie, a altura, o diâmetro ou perímetro e a sua distância do ponto de amostragem. A distância ponto-árvore deve ser acrescida do raio da árvore amostrada (distância corrigida).

Tanto no método de parcelas, como no método de quadrantes, além da composição florística da formação, são estimados parâmetros fitossociológicos, que possibilitam a compreensão da relação existente entre as espécies na comunidade vegetal.

PARÂMETROS FITOSSOCIOLOGICOS

Nos levantamentos fitossociológicos, os parâmetros quantitativos mais comumente calculados são referentes à frequência, densidade e dominância das espécies amostradas na comunidade.

A **frequência** é definida como a probabilidade de se encontrar uma espécie numa unidade de amostragem (CHAPMAN, 1976). O valor estimado indica o número de vezes que a espécie ocorreu, num dado número de amostras (parcelas ou pontos).

Na **frequência absoluta** é expressa, em percentagem, a relação entre o número de parcelas ou pontos que ocorre uma dada espécie e o número total de amostras (parcelas ou pontos).

$$FA_i = p_i / P \cdot 100 \quad \begin{array}{l} p_i = \text{número de ocorrência da espécie } i; \\ P = \text{número total de amostras} \end{array}$$

Na **frequência relativa** é expressa, em percentagem, a relação entre a frequência absoluta de uma dada espécie com as frequências absolutas de todas as espécies.

$$FR_i = FA_i / \sum FA \cdot 100$$

A **densidade** é definida como o número de indivíduos, de uma dada espécie, por unidade de área.

Na **densidade absoluta** (DA) para o método de parcelas, a unidade de área ou unidade amostral, geralmente usada para formações florestais, é um hectare (1ha) ou 10.000m².

$$DA_i = n_i \cdot U / A \quad \begin{array}{l} n_i = \text{número de indivíduos da espécie } i; \\ A = \text{área total amostrada (m}^2\text{)} \\ U = \text{unidade amostral (1ha)} \end{array}$$

Para o método de quadrantes, como o método não tem área, a densidade por área ou absoluta de uma espécie é estimada através:

- da área média (AM) ocupada por cada um dos indivíduos amostrados, que é calculada usando a distância média dos indivíduos ao ponto.

$$AM = \left| \sum d / N \right|^2 \quad \begin{array}{l} d = \text{distância corrigida do indivíduo ao ponto de amostragem;} \\ N = \text{número total de indivíduos} \end{array}$$

- da densidade total por área (DTA), que expressa o número total de árvores, independente da espécie, por unidade de área, calculada pela área média.

$$\begin{array}{l} DTA = U / AM \\ \text{assim} \\ DA_i = n_i / N \cdot DTA \end{array}$$

A **densidade relativa** expressa, em percentagem, a relação entre o número de indivíduos de uma determinada espécie e o número de indivíduos amostrados em todas as espécies.

$$DR_i = n_i / N \cdot 100$$

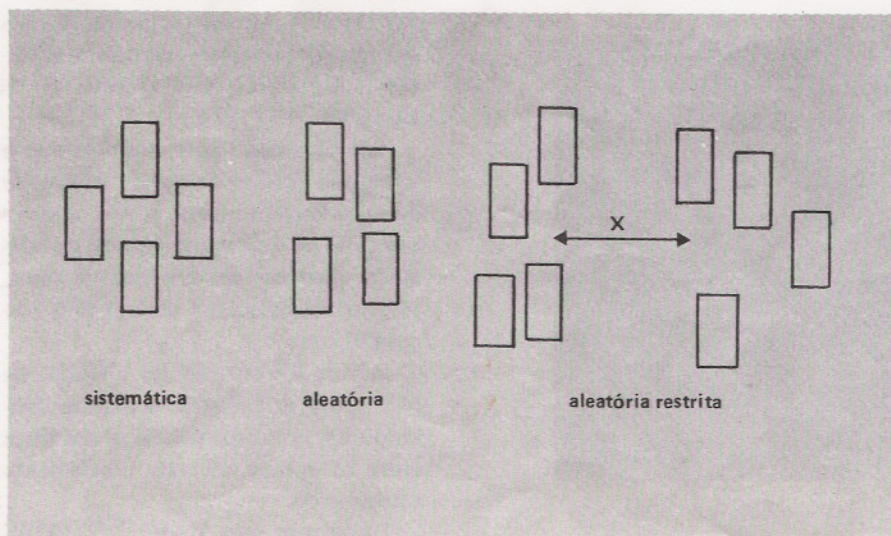


FIGURA 2 — Tipos de distribuição das parcelas, segundo CHAPMAN (1976)

QUADRO 1 — Demonstrativo com as espécies de um levantamento fitossociológico, usando o método de parcelas e seus parâmetros fitossociológicos, em ordem decrescente de IVI.

ESPÉCIE	NIND	NPARC	FA	AR/HA	DOM	DR	DOR	FR	IVI	IVC
<i>Siphoneugenia densiflora</i>	139	27	64.29	4.1751	0.0126	11.10	7.52	4.68	23.30	18.62
Árvore morta	95	34	80.95	2.7437	0.0121	7.59	4.94	5.89	18.42	12.53
<i>Tapirira marchandii</i>	78	22	52.38	3.7783	0.0203	6.23	6.81	3.81	16.85	13.04
<i>Myrcia rostrata</i>	65	24	57.14	1.1904	0.0077	5.19	2.14	4.16	11.50	7.34
<i>Machaerium brasiliensis</i>	53	16	38.10	2.1638	0.0171	4.23	3.90	2.77	10.90	8.13
<i>Pithecelobium incuriale</i>	46	11	26.19	1.3533	0.0124	3.67	2.44	1.91	8.02	6.11
<i>Machaerium nictitans</i>	33	18	42.86	1.2067	0.0154	2.64	2.17	3.12	7.93	4.81
<i>Calycorectes sellowianus</i>	33	12	28.57	1.6868	0.0215	2.64	3.04	2.08	7.75	5.67
<i>Cupania vernalis</i>	36	14	33.33	1.2932	0.0151	2.88	2.33	2.43	7.63	5.20
<i>Guapira opposita</i>	17	6	14.29	2.7438	0.0678	1.36	4.94	1.04	7.34	6.30
<i>Prunus sellowii</i>	14	9	21.43	2.4660	0.0740	1.12	4.44	1.56	7.12	5.56
<i>Croton floribundus</i>	34	12	28.57	1.1333	0.0140	2.72	2.04	2.08	6.84	4.76
<i>Eugenia cf. tenuipedunculata</i>	21	14	33.33	1.1571	0.0231	1.68	2.08	2.43	6.19	3.76
<i>Callisthene minor</i>	20	10	23.81	1.4617	0.0307	1.60	2.63	1.73	5.96	4.23
<i>Aspidosperma pyricollum</i>	25	16	38.10	0.5211	0.0088	2.00	0.94	2.77	5.71	2.94
<i>Pera obovata</i>	11	8	19.05	1.7816	0.0680	0.88	3.21	1.39	5.47	4.09
<i>Ocotea teleiandra</i>	21	15	35.71	0.6326	0.0127	1.68	1.14	2.60	5.42	2.82
<i>Cariniana estrellensis</i>	4	4	9.52	2.2565	0.2369	0.32	4.06	0.69	5.08	4.38
<i>Pseudocaryophyllus sericeus</i>	23	12	28.57	0.4861	0.0089	1.84	0.88	2.08	4.79	2.71
<i>Roupala longepétiolata</i>	20	11	26.19	0.7147	0.0150	1.60	1.29	1.91	4.79	2.88
<i>Persea venosa</i>	14	11	26.19	0.8153	0.0245	1.12	1.17	1.91	4.49	2.59
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	22	10	23.81	0.2661	0.0051	1.76	0.48	1.73	3.97	2.24
<i>Maytenus gonoclados</i>	20	5	11.90	0.7259	0.0152	1.60	1.31	0.87	3.77	2.90
<i>Daphnopsis fasciculata</i>	13	10	23.81	0.2357	0.0076	1.04	0.42	1.73	3.20	1.46
<i>Britoa guazumaefolia</i>	13	6	14.29	0.5608	0.0181	1.04	1.01	1.04	3.09	2.05
<i>Symplocos celastrinea</i>	8	5	11.90	0.8411	0.0442	0.64	1.51	0.87	3.02	2.15
<i>Vernonia diffusa</i> var. <i>diffusa</i>	13	6	14.29	0.5230	0.0169	1.04	0.94	1.04	3.02	1.98
<i>Sessee brasiliensis</i>	15	5	11.90	0.5258	0.0147	1.20	0.95	0.87	3.01	2.15
<i>Copaifera langsdorfii</i>	14	4	9.52	0.6560	0.0197	1.12	1.18	0.69	2.99	2.30
<i>Rapanea umbellata</i>	15	7	16.67	0.3084	0.0086	1.20	0.56	1.21	2.97	1.75

NIND = número de indivíduos; NPARC = número de parcelas de ocorrência; FA = frequência absoluta (%); AR/HA = área basal por hectare (m); DOM = dominância média (%); DR = densidade relativa (%); DOR = dominância relativa (%); FR = frequência relativa (%); IVI = índice do valor de importância; IVC = índice do valor de cobertura.

A **dominância** é definida como a taxa de ocupação do ambiente pelos indivíduos de uma espécie. Vários parâmetros podem ser usados como dominância: frequência, densidade, área basal e outros.

Para comunidades florestais, a dominância é normalmente obtida através da área basal, que expressa quantos metros quadrados a espécie ocupa numa unidade de área (geralmente 1ha). A área basal de cada indivíduo é calculada a partir:

• **do diâmetro**

$$AB_i = D^2 \cdot \pi / 4 \quad AB_i = \text{área basal individual da espécie;} \\ D = \text{diâmetro}$$

• **do perímetro**

$$AB_i = P^2 / 4 \pi \quad P = \text{perímetro}$$

Tanto o diâmetro como o perímetro podem ser medidos na altura do peito (DAP = 1,30m de altura) e corrigidos para a base ou medidos diretamente

na base. Em casos de indivíduos ramificados, a área basal individual resulta da soma das áreas basais de cada ramificação.

No Estado de São Paulo, os levantamentos fitossociológicos têm adotado um diâmetro mínimo de 5cm na altura do peito (DAP), para formações florestais com fisionomia característica de mata, e de 3cm na base do caule, para formações com fisionomia característica de cerrado.

A **dominância absoluta** para o mé-

todo de parcelas é calculada a partir da somatória da área basal dos indivíduos de cada espécie.

$$DoA_i = \sum AB_i \cdot U/A$$

Para o método de quadrantes, é calculada pela multiplicação da densidade absoluta de uma dada espécie (DA_i), com a área basal média da referida espécie (AB_{mi}). A área basal média de muitas espécies não pode ser estimada em função do número reduzido de indivíduos dessas espécies, que não permite uma suficiência estatística para o cálculo.

$$DoA_i = DA_i \cdot AB_{mi} \text{ onde}$$

$$AB_{mi} = \sum AB_i / n_i$$

Na maioria dos levantamentos fitossociológicos, que usam o método de quadrantes, o parâmetro dominância absoluta (DoA) não é calculado, por estar incluído nele um erro estatístico elevado, dado pela multiplicação de duas médias (área média de ocupação usada no cálculo da densidade absoluta e área basal média) e por não poder ser calculado para as espécies raras ou com número reduzido de indivíduos.

A **dominância relativa** expressa, em percentagem, a relação entre a área basal total de uma determinada espécie e a área basal total de todas as espécies amostradas.

$$DoR_i = \sum AB_i / ABT \cdot 100$$

ABT = área basal total

Esses parâmetros fitossociológicos podem ainda ser combinados para se obter índices que expressam um valor

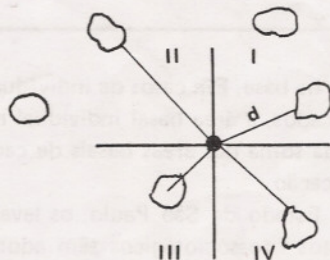


FIGURA 3 — Modelo de amostragem dos indivíduos na formação vegetal, pelo método de quadrantes. d — distância corrigida (distância + raio); I, II, III, IV — quadrantes do ponto.

de importância de cada espécie na formação vegetal. O índice mais comumente usado nos levantamentos é o índice do valor de importância (IVI) de CURTIS, 1959 (apud MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974), que representa a soma dos valores relativos de densidade, de frequência e de dominância de cada espécie, tendo o valor máximo de 300.

$$IVI_i = DR_i + FR_i + DoR_i$$

Outro índice bastante usado é o índice do valor de cobertura (IVC), descrito como a soma dos valores relativos de densidade e dominância de cada espécie. Esse índice, de acordo com CAVASSAN et alii (1984), dá pesos iguais para números de indivíduos e biomassa, diferindo do IVI, que dá peso maior para o número de indivíduos, já que considera densidade e frequência nos cálculos.

$$IVC_i = DR_i + DoR_i$$

Segundo OGDEN & POWELL (1979), os índices compostos apresentam problemas, já que diferentes combinações dos valores que o constituem podem resultar em valores combinados iguais, mascarando as diferenças existentes entre as formações. Também é verdade que qualquer valor sozinho é incompleto, podendo levar a interpretações erradas da estrutura da vegetação. Com isso, faz-se necessária uma análise cuidadosa, tanto dos parâmetros separados, como da combinação deles.

Ainda podem ser calculados índices de diversidade, que expressam a heterogeneidade florística da área em questão. O índice de diversidade mais usado é o de SHANNON & WEAVER (PIELOU, 1975; WHITTAKER, 1972), calculado a partir do número de indivíduos de cada espécie.

$$H' = -\sum p_i \cdot \log p_i \text{ onde}$$

$$p_i = n_i / N$$

H' = índice de diversidade de SHANNON & WEAVER

O mais completo histórico da aplicação desses métodos em formações brasileiras foi feito por MARTINS (1978, 1979), que ainda discute as dificuldades e deficiências inerentes a cada método. GIBBS & LEITÃO FILHO (1978) e GIBBS et alii (1980) aplica-

ram os dois métodos numa mesma formação florestal e concluíram que o método de quadrantes é o mais recomendado para levantamentos florestais, pela sua rapidez e eficiência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAIN, S.A. & CURTIS, J.T. *Manual of vegetation analysis*. New York, Harper & Brothers Publishers, 1959. 325p.
- CAVASSAN, O.; CESAR, O.; MARTINS, F.R. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Florestal de Bauru, Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Bot.*, 7(2): 91-107, 1984.
- CHAPMAN, S.B. *Methods in plant ecology*. New York, John Wiley & Sons, 1976. 536p.
- COTTAM, G. & CURTIS, J.T. A method for making rapid surveys of woodlands by means of pairs of randomly selected trees. *Ecology*, 30: 101-104, 1949.
- _____. & _____. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37(13): 451-460, 1956.
- GIBBS, P.E. & LEITÃO FILHO, H.F. Floristic composition of an area of gallery forest near Mogi Guaçu, State of São Paulo, Brazil. *Rev. Bras. Bot.*, 1: 151-156, 1978.
- _____. & _____. ; ABBOTT, R.J. Application of the point-center quarter method in a floristic survey of an area of gallery forest at Mogi Guaçu, SP, Brazil. *Rev. Bras. Bot.*, 3(1/2): 17-22, 1980.
- GREIG SMITH, P. *Quantitative plant ecology*. London, Butterworths, 1964. 256p.
- MARTINS, F.R. Critérios para avaliação de recursos naturais. In: Simpósio sobre a comunidade vegetal como unidade biológica, turística e econômica. *Anais. São Paulo, ACIESP*, 1978. p.136-149. (Publicação ACIESP, 5).
- _____. *O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do Estado de São Paulo: Parque Estadual de Vassununga*. São Paulo, Universidade de São Paulo/Departamento de Botânica, 1979. 547p. Tese (dout.) USP.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. *Aims and methods of vegetation ecology*, New York, John Wiley & Sons, 1974. 547p.
- OGDEN, J. & POWELL, J.A. A quantitative description of the forest vegetation on an altitudinal gradient in the Mount Field National Park, Tasmania, and a discussion of its history and dynamics. *Australian Journal of Ecology*, 4: 293-325, 1979.
- PIELOU, E.C. *Ecological diversity*. New York, Wiley, 1975. 325p.
- WHITTAKER, R.H. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251, 1972.