

# EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE XEROFITISMO

MARIO G. FERRI

## EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE XEROFITISMO

MARIO G. FERRI  
Dept. de Botânica  
Fac. Fil., Ciênc. e Letras,  
Univ. de São Paulo.

O termo xerófita foi usado pela primeira vez por Schouw, em 1822 (cf. Grieve, 1955, Killian e Lemée, 1956, Oppenheimer (1959) para indicar plantas de ambientes secos. Foi Schimper (1889) quem pôs em evidência o fato de que muitas plantas xerofíticas apresentavam um certo número de características morfológicas que êle supunha peculiares a elas. Em 1911 Fitting mostrou que uma Zigo-filácea, *Peganum harmala*, que não apresentava, de forma evidente, aquelas características atribuídas por Schimper às plantas de ambientes secos, era, todavia, perfeitamente adaptada a viver nesses ambientes. As estruturas mencionadas teriam, segundo Schimper, o papel de reduzir o consumo de água. *Peganum harmala* não restringia tal consumo e Fitting explicou o fato pelos altos valores osmóticos (até 100 Atm) das células das raízes, o que permitia a essa planta retirar água de solos relativamente secos.

Altos valores de transpiração em plantas de habitats secos foram determinados por Maximov, em 1923. Êle verificou que muitas plantas de deserto, mesmo com suprimento de água relativamente escasso, não diminuem o consumo, mas suportam elevadas perdas. Agravando-se a seca, todavia, elas fecham perfeitamente os estômatos e sua cutícula oferece proteção muito eficiente, reduzindo a transpiração a um nível mínimo.

Tais fatos levaram Maximov a uma nova conceituação de xerofitismo: xerofitas são plantas de habitats secos, capazes de diminuir a transpiração ao mínimo, quando em condições de deficiência de água.

---

Entregue para publicação em 1960.

Shreve, em 1924, encontrou, em *Encelia farinosa*, aumento do poder de retenção de água nas folhas.

Esses elementos fisiológicos, que garantem à planta sobreviver em condições áridas, terão, certamente, maior importância para a sua adaptação às condições de ambiente seco do que os elementos morfológicos inventariados por Schimper (Cf. também Killian e Lemée). Mesmo as reservas de água, comuns em muitas plantas de ambientes secos, têm papel limitado, como salientou Thoday (1931). Essas reservas esgotam-se, finalmente, quando a seca se prolonga e nesse caso, outro mecanismo protetor, também freqüente, pode ocorrer: a queda das folhas. Este fenômeno é periódico em certas plantas e caracteriza o grupo das tropófitas, criado por Schimper, junto ao das xerófitas e das higrófitas; tornou-se, porém, um fenômeno permanente e de ocorrência comum, em outras plantas como certas Cactáceas, Euforbiáceas, Asclepiadáceas, etc., as quais já não produzem mais folhas, reduzindo, assim, permanentemente, a superfície transpirante, realizando, com isso, economia no consumo de água.

Outra adaptação a ambientes secos é resistir a uma intensa dessecação, persistindo as plantas vivas. Neste grupo se enquadram as espécies que Walter (1931) chamou de poiquilohidas, em oposição às homeohidas que não toleram déficits de saturação elevados. A tais plantas poiquilohidas Killian (1951) chamou revivescentes, nome que não aprovamos, porque elas, evidentemente, permanecem vivas enquanto se encontram em anidrobiose.

Em 1942, numa apresentação didática sobre xerofitismo, Rautscher enumerou quatro importantes caracteres fisiológicos de plantas adaptadas a ambientes áridos: 1 — suportar o murchamento em grande escala; 2 — ter funcionamento rápido e perfeito dos estômatos; 3 — ter altos valores osmóticos; 4 — ter possibilidade de desenvolver fortes pressões negativas da membrana. Acrescenta que um quinto caráter deveria ser considerado: capacidade de formar rapidamente novas raízes secundárias. Esse caráter foi evidenciado por Stocker (1933) em plantas das estepes húngaras. Sua importância é facilmente compreensível: plantas de regiões áridas que tenham tal capacidade, podem aproveitar rapidamente chuvas que caíam mesmo durante um período relativamente curto.

Houve, pois, como vimos, na evolução do conceito de xerofitismo, uma primeira fase em que certas características morfológicas eram tidas como prova de adaptação às condições de sêca (Schimper, 1889). Em uma segunda fase, demonstrou-se que, mesmo, plantas sem tais caracteres, podem ser bem adaptadas à sêca (Fitting, 1911). Surgiu, mais tarde, a idéia de que boa adaptação é a que permite à planta consumir água livremente, enquanto possível, para reduzir o consumo ao mínimo, somente quando as condições se agravarem (Maximov, 1923 a 1931).

Deu-se, desta maneira, um deslocamento da ênfase das características morfológicas para as fisiológicas, na conceituação do xerofitismo e surgiu, dessa forma, a necessidade de distinguir entre xerofitismo e xeromorfismo. Como elementos de xerofitismo enumeram-se (vide também Arens, 1958): 1 — redução da superfície foliar; 2 — nervuras densas; 3 — muitos estômatos pequenos por unidade de superfície; 4 — estômatos situados em depressões epidérmicas; 5 — células epidérmicas pequenas; 6 — revestimento com pêlos; 7 — paredes das células epidérmicas espessadas; 8 — esclerênquima muito desenvolvido; 9 — cutícula e camadas cuticulares espessas; 10 — presença de cêra, taninos, óleos voláteis, resinas, mucilagens; 11 — várias camadas de parênquima paliçádico; 12 — hipoderme e parênquima aquífero, etc.

Dúvidas quanto à utilidade destes elementos xeromorfos na adaptação da planta a condições sêcas não tardaram em surgir. Já em 1914, Kamerling emprega o termo "pseudo-xerófitas", para designar plantas xeromorfas que, todavia, possuem elevada transpiração. Shreve (1924) negou toda e qualquer correlação entre xeromorfismo e transpiração. Kamp (1930), Ferri (1944), Evenari (1949), entre outros, mostraram que não há, necessariamente, correlação entre a espessura da cutícula e o valor da transpiração cuticular. Wood, em 1933, descreveu a ocorrência de uma vegetação esclerófila no oeste da Austrália, em lugares com precipitação superior à evaporação, em todos os meses.

Em 1953, Hygen admitiu que o xeromorfismo pode não ter utilidade como elemento de proteção contra a sêca e pode até ser prejudicial à planta. Em outros autores encontram-se dados sobre êste problema (Killian e Lemée, 1956; Stocker, 1956, por exemplo)

que, todavia, ainda se encontra por resolver, pois, há autores que continuam afirmando a importância do xeromorfismo na resistência à seca. Carr e Gaff (1959), por exemplo, atribuem às membranas espessas um papel protetor pela água que contém e que é cedida ao ambiente, retardando, dessa forma, a perda de água do protoplasma.

Em 1955, Ferri mostrou que a vegetação permanente, arbórea e arbustiva, dos cerrados brasileiros, é acentuadamente xeromorfa, embora não esteja fisiologicamente adaptada a reduzir a transpiração. Enquanto isso, a flora da caatinga, com xeromorfismo pouco pronunciado, possui boa adaptação para a sobrevivência no ambiente incomparavelmente mais árido em que se encontra.

O mesmo autor mostrou (1960) que, na caatinga do Rio Negro (Amazônias), em habitat em que evidentemente não falta água, a vegetação, destituída em geral de adaptações fisiológicas para suportar a seca, apresenta, todavia, muitos elementos de xeromorfismo. Arens (1958), revendo o problema do xeromorfismo foliar, lembrou a importância de se considerar o metabolismo todo da planta.

A literatura especializada contém inúmeras informações relativas a este assunto, as quais podem ser encontradas nos trabalhos de Grieve (1953), Killian e Lemée (1956), Stocker (1956), Arens (1958), entre outros. Este último autor admite que o escleromorfismo foliar pode ser determinado por diversas causas que interfiram no balanço entre os hidratos de carbono produzidos e os consumidos pela planta, de tal forma a determinar uma relação superior a 1, o que significa um acúmulo dessas substâncias.

Interpretação semelhante encontra-se em Killian e Lemée que salientam a importância da relação trófica  $\frac{N}{C} + \overline{H_2O}$ . Todos os fatores tendentes a elevar essa relação favoreceriam o desenvolvimento de caracteres xeromorfos, pois o excesso de carboidratos seria acumulado na forma de membranas espessas, etc.

Torna-se, pois, evidente, a necessidade de distinguir entre xeromorfismo, determinado por falta de água, e outro fenômeno que leva às mesmas conseqüências aparentes, mas que teria causa fundamentalmente diversa. Se essa causa residir em deficiências nutricionais que levem ao desenvolvimento de determinadas características, o fenômeno terá o nome específico de "escleromorfismo oligotrófico".

Verificou-se há muito que inúmeras xerófitas não são xeromorfas, enquanto que certas higrófitas sim. A literatura refere-se a tais plantas como xerófitas higromorfas e higrófitas xeromorfas, respectivamente (Montfort, 1918). Stocker (1956) cita como o mais interessante exemplo conhecido, o caso da vegetação do cerrado e da caatinga, no Brasil. A última, em seu comportamento fisiológico, revela-se xerofítica, embora não apresente notável xeromorfismo, enquanto que a primeira, de comportamento não xerofítico, é nitidamente xeromorfa (Ferri, 1955).

Para explicar êsses fatos, aparentemente paradoxais, Ferri admitiu que os elementos que, no conjunto, constituem o xeromorfismo, determinam certa proteção contra a sêca, mas, em geral, menor que a resultante de mecanismos fisiológicos. É fácil imaginar que as plantas do cerrado sejam, eventualmente, submetidas a sêcas não muito intensas nem duradouras; as da caatinga, porém, vivem num ambiente de rigores extremos, onde só os elementos mais eficientes de proteção lhes garantem a sobrevivência. No decurso da evolução, as plantas do cerrado que desenvolveram elementos morfológicos de adaptação à sêca, puderam sobreviver mesmo na ausência de adaptações fisiológicas. Na caatinga, só terão sobrevivido as espécies nas quais as adaptações fisiológicas tenham aparecido antes ou simultaneamente. Aquelas em que apenas as adaptações morfológicas hajam surgido, terão sido eliminadas, porque tais adaptações não lhes deram toda a proteção requerida pelo meio.

Não seria difícil imaginar que para as espécies em que os dois tipos de adaptação surgiram, houvesse uma desvantagem em relação àquelas em que apenas adaptações fisiológicas apareceram. A existência de depressões em que se abriguem os estômatos e a presença de muitos pêlos que dificultam a saída de água, criando um gradiente de umidade da plantas para o meio, podem, talvez, diminuir o rendimento fotossintético, pela redução da intensidade luminosa, ou por dificultar a difusão de gás carbônico. Na caatinga, isso seria importante, pois aí os estômatos ficam abertos muito pouco tempo; no cerrado, ao contrário, onde os estômatos permanecem quase sempre abertos, isso não seria inconveniente. Assim, o valor adaptativo da combinação de caracteres morfológicos e fisiológicos seria grande no cerrado e a seleção tenderia a manter e aperfeiçoar tal combinação; na

caatinga, ela seria de valor negativo e a seleção tenderia a desfazê-la por eliminação dos caracteres menos favoráveis.

Do exposto depreende-se a complexidade que o problema do xerofitismo atingiu. E em virtude dessa complexidade, a literatura encontra-se cheia de opiniões contraditórias sobre o conceito do xerofitismo. Ainda hoje, qual o critério que se deve seguir para considerar xerófita determinada planta, é um problema não resolvido. Alguns autores, como Oppenheimer (1959) não incluem entre as xerófitas, plantas que, como as anuais, completem o seu ciclo antes que a seca faça sentir seus efeitos. Para êle, tais plantas não resistem à seca, mas fogem dela. Essas plantas são as chamadas "drought-escaping", desde Kearney e Shantz (1911). Para Levitt e col. (1960) não basta a resistência à seca para considerar uma planta como xerófita. Para tanto, além de possuir resistência à seca, a planta deve possuir propriedades que a habilitem a crescer e completar seu ciclo em um clima seco. Conseqüentemente, plantas não xerofíticas podem possuir resistência à seca, desde que essa resistência não esteja acompanhada da capacidade de crescer e completar o ciclo de vida em um clima seco. Com estas considerações em vista, Levitt e col. enquadram como xerófitas, 1 — plantas capazes de reduzir o consumo de água a um mínimo ("water-savers — drought avoiding"); 2 — plantas capazes de obter grandes quantidades de água durante a seca ("water-spenders — drought-evading"); 3 — plantas capazes de completar seu ciclo antes que a seca chegue ao apogeu (efêmeras — "drought-escaping"); 4 — plantas capazes de sobreviver a um considerável dessecamento ("drought-tolerant"). Estas seriam diversas modalidades de resistir à seca. Aliadas à habilidade de crescer e se desenvolver num clima seco confeririam às plantas a qualidade de xerófitas.

Killian e Lemée (1956) consideram como xerófitas plantas das seguintes categorias: 1 — anuais (efêmeras); 2 — esclerófilas de folhas persistentes, a — com restrição da transpiração durante a seca, b — com transpiração elevada mesmo durante a seca (plantas de raízes profundas), c — intermediárias entre a e b; 3 — xeromorfas afilas; 4 — plantas vivazes caducifólias, a — que passam a estação seca em vida ativa, reduzindo ou não o consumo de água e b — que passam a estação seca em repouso; esta categoria se subdivide em

duas outras, a das vivazes efêmeras, que passam a estação sêca em vida subterrânea e a das caméfitas, que perdem as fôlhas nessa estação (“drought-enduring”); 5 — plantas que reduzem a superfície transpirante na época sêca; 6 — suculentas, que podem apresentar caules suculentos desprovidos de fôlhas (certas Cactáceas, Euforbiáceas, Asclepiadáceas, etc.) e plantas com fôlhas suculentas (como certas Crassuláceas, por exemplo).

O estudo da literatura mostra, pois, como dissemos, que as opiniões sôbre o conceito do xerofitismo encontram-se divididas. Tudo depende, evidentemente, de como se define êsse fenômeno. Se êle fôr definido como adaptação à vida nas condições de ambientes áridos, parecerá, à primeira vista, não poderem ser tidas como xerófitas plantas que, embora tenham grande resistêcia à sêca, não ocorram nesses ambientes. De outro lado, se definirmos xerofitismo como resistêcia à sêca, poderemos considerar como xerófitas tôda e qualquer planta que apresente tal resistêcia, não importando a sua proveniência.

Na mesma categoria de coisas ou de indivíduos, colocam-se tôdas as coisas ou indivíduos que tenham, em comum, o caráter considerado ao criar-se essa categoria, podendo êles diferir, embora, em tudo o mais. Assim, por exemplo, quando se considera a categoria das Angiospermas, nela se colocam tôdas as plantas que produzam flores, não importando quão diversas sejam, umas das outras, quanto a todos os demais caracteres.

Se considerarmos a categoria das xerófitas como a de plantas adaptadas a ambientes áridos, reuniremos nessa categoria plantas dos mais diversos tipos, dos mais variados comportamentos, dos mais diferentes ambientes, pois a expressão ambientes áridos comporta e engloba locais de condições as mais diversas.

Há, todavia, algo de comum nesses ambientes — a escassez de água (Cf. Meigs, 1953). E', pois, êste elemento, comum a todos os ambientes áridos — escassez de água — que permite reunir na categoria das xerófitas as plantas que nêles vivem.

Por que não incluir, então, na mesma categoria, plantas que, embora de ambientes diversos dos áridos, apresentem em comum com as que nêles vivem, adaptações que permitam sobrevivência em escassez de água, ainda que por período mais curto?

Se assim procedermos, passaremos a definir xerófitas como plantas adaptadas a resistirem à sêca. E, nesse caso, xerofitismo será a capacidade das plantas de resistirem à sêca em qualquer grau, eventual em muitos ambientes, obrigatória em outros.

Assim admitindo, encontraremos xerófitas nos mais variados ambientes e nos mais diversos tipos de vegetação. Haverá algum inconveniente nisso? Poderia ser lembrado como tal, o reunir na mesma categoria plantas de proveniências muito diversas.

Não nos parece, entretanto, que isso seja, realmente, uma desvantagem, mas, ao contrário, uma virtude dêsse sistema, por refletir melhor a realidade.

Com efeito, nenhum ambiente é perfeitamente homogêneo. No ambiente da mata, como no de qualquer outro tipo de vegetação, temos um mosaico de nichos ecológicos diversos, de condições mais sêcas uns, mais úmidas outros. E o mesmo nicho, úmido hoje, poderá estar sêco amanhã. Por que surpreender-se, pois, que no ambiente geral de uma floresta pluvial, mas ocupando nichos diversos, encontrem-se higrófitas e xerófitas?

Por que não admitir-se que num ambiente que em geral é úmido mas que eventualmente pode, ao menos em algum de seus nichos, revelar-se sêco, possam se encontrar xerófitas?

Com efeito, as pesquisas de Coutinho (1960), revelam que na mata pluvial tropical encontram-se inúmeros exemplos de xeromorfismo, bem como de adaptações fisiológicas a condições de sêca. Tais adaptações aparecem, sobretudo, entre trepadeiras que podem ter problemas de condução (cf. também Gessner, 1956), e nas epífitas e herbáceas terrestres, cujos sistemas radiculares, aéreos ou desenvolvidos em camadas superficiais que secam fâcilmente, podem encontrar-se em ambientes, ao menos temporariamente muito sêcos. Gessner (1956) também afirma que, igualmente quanto à transpiração, a maioria das epífitas se comporta como verdadeiras xerófitas.

As determinações de Coutinho (1960), de resistência à sêca, feitas em plantas como *Hymenophyllum polyanthos* e *Polytrichum commune*, revelam que tais plantas podem sobreviver até 20 dias num dessecador com atmosfera de 5-10% de umidade relativa, a uma temperatura de 20°C. A resistência destas plantas ao desseca-

mento é comparável à de outras, de ambientes muito mais secos, como, por exemplo, *Selaginella convoluta*, da caatinga, que Morello (1954) verificou persistir viva em umidade relativa de 0% durante 25 dias.

A nosso ver o xerofitismo é um fenômeno geral, que pode manifestar-se em graus diversos. Nos ambientes áridos predominam condições mais severas, nos não áridos condições mais brandas; eventualmente, ainda que por períodos relativamente breves, pode haver condições mais úmidas em ambiente árido que em úmido. Trata-se, pois, de um fenômeno quantitativo e não qualitativo. Não há uma qualidade específica de plantas de ambientes áridos e outra de plantas de ambientes úmidos, que permitam distingui-las. E é por causa dessa ausência de qualidade específica que as higrófitas são, em geral, caracterizadas negativamente, isto é, pela falta das qualidades que supomos peculiares às xerófitas, as quais, todavia, não o são. São qualidades comuns a todas as plantas, mas que se apresentam em grau maior naquelas que até agora costumamos chamar de xerófitas.

Todas as plantas, quaisquer que sejam os ambientes em que vivem, devem estar adaptadas a suportar, por períodos variáveis, graus diversos de seca. Uma toleram apenas uma seca moderada por período muito curto; outras suportam seca intensa, por períodos muito extensos. Essa admissão é imperativa, se considerarmos que a vida vegetal surgiu na água e que só posteriormente as plantas conquistaram a terra. E desde que o fizeram, todas tiveram que enfrentar, num período ou n'outro, no decurso da evolução, o problema da seca, em grau mais ou menos acentuado. Sobreviveram e hoje existem, obviamente, as que estavam adaptadas, de qualquer forma, a suportar a falta de água, grande ou pequena, por pouco ou por muito tempo.

Assim, todas as plantas que hoje existem possuem xerofitismo em grau maior ou menor, de acordo com o ambiente em que foram selecionadas. E' por isso, justamente, por todas possuírem esta qualidade, que encontramos a maior dificuldade em caracterizar o xerofitismo. Se se tratasse de algo peculiar a um grupo limitado de plantas, essa qualidade se revelaria imediatamente.

Para concluir, resumimos: 1 — o termo "xerofitismo" deve ser usado como sinônimo da expressão "resistência à seca"; 2 — como todas as plantas têm, em graus variados, tal resistência, todas as plan-

tas são xerófitas, não havendo, pois, conveniência em manter êste nome que até agora foi usado para designar um grupo limitado de plantas; 3 — não há razão, igualmente, para persistirem os termos “higrófitas” e “mesófitas”; 4 — a palavra xeromorfismo pode ser mantida, para designar o conjunto de características morfológicas de proteção contra a sêca, desde que não haja dúvida quanto a isso; 5 — em ausência de escassez d’água, muitas vêzes ocorre escleromorfismo, que pode ser de natureza oligotrófica, o que só experimentalmente pode ser resolvido; 6 — em conseqüência da posição agora adotada, em lugar de dispender tempo e esforço em procurar saber se determinada planta é ou não xerófitas, procuraremos resolver problemas mais importantes e promissores de sucesso, qual o do mecanismo que garante a essa planta resistir à sêca e em que grau tal resistência se manifesta.

## BIBLIOGRAFIA

- ARENS, K. — 1958 — Considerações sôbre as causas do xeromorfismo foliar. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. 224 — Botânica 15: 25-56.
- CARR, D. J. and D. F. GAFF — 1959 — The rôle of the cell wall water in the water relation of leaves. UNESCO. NS/AZ/467.
- COUTINHO, L. M. — 1962 — Contribuição ao conhecimento da ecologia da mata pluvial tropical. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. 257 — Botânica 18 1-219.
- EVENARI, M. — 1949 — Ecologia de las plantas de desierto. Rev. Argent. Agron. 16: 121-148.
- FERRI, M. G. — 1944 — Transpiração de plantas permanentes dos cerrados. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. 41, Botânica 4: 161-224.
- FERRI, M. G. — 1955 — Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. Estudo comparativo da economia d’água de sua vegetação. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. 195, Botânica 12: 1-170.
- FERRI, M. G. — 1960 — Contribution to the knowledge of the ecology of the “Rio Negro Caatinga”. Bull. Res. Council of Israel, vol. 8D: 195-208.
- FITTING, H. — 1911 — Die Wasserversorgung und die osmotischen Druckverhältnisse der Wüstenpflanzen. Zeitschr. f. Bot. 3: 209-275.
- GESSNER, F. — 1956 — Der Wasserhaushalt der Epiphyten und Lianen. Handb. Pflanzenphysiol. — Pflanze und Wasser, Bd. III: 915-950. Springer-Verlag.

- GRIEVE, B. J. — 1955 — The Physiology of Sclerophyll Plants. Jour. Royal Soc. West. Australia, vol. 39: 31-45.
- HYGEN, G. — 1953 — Studies in plant transpiration. I and II. *Physiol. Plantarum* 6: 106-133.
- KAMERLING, Z. — 1914 — Welche Pflanzen wollen wir Xerophyten nennen? *Flora* 106: 433.
- KAMP, H. — 1930 — Untersuchungen über Kutikularbau und Transpiration von Blättern. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 72: 413-465.
- KFARNEY, T. H. and H. L. SHANTZ. — 1911 — The water economy of dryland crops. *Yearb. U. S. Dep. Agric.* 10: 351-362.
- KILLIAN, Ch. — 1951 — Mesures écologiques sur les végétaux types du Fouta-Djallon (Guinée française) et sur leur milieu en saison sèche. *Bull. Inst. Français Afr. Noire*, 13 (3): 601-682.
- KILLIAN, Ch. et G. LEMÉE — 1956 — Les Xérophytes: leur économie d'eau. *Handb. Pflanzenphys.* — Pflanze und Wasser, Bd. III: 785-824, Springer-Verlag.
- LEVITT, J., C. Y. SULLIVAN and E. KRULL — 1960 — Some problems in drought resistance. *Bull. Res. Council of Israel*, vol. 8D: 173-180.
- MAXIMOV, N. A. — 1923 — Physiologisch-ökologische Untersuchungen über die Dürresistenz der Xerophyten. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 62: 128-144.
- MAXIMOV, N. A. — 1929 — The plant in relation to water. *Trad. R. Yapp*, London.
- MAXIMOV, N. A. — 1931 — The physiological significance of the xeromorphic structure of plants. *Jour. Ecol.* XIX, 2.
- MEIGS, P. — 1953 — World distribution of arid and semi-arid homoclimates. *Arid Zone Hydrology*. UNESCO: 203-210.
- MONTFORT, C. — 1918 — Die Xeromorphie der Hochmoorpflanzen als Voraussetzung der physiologischen Trockenheit der Hochmoore. *Zeitschr. f. Bot.* 10: 257-352.
- MORELLO, J. — 1954 — Ecologia de una planta reviviscente de la caatinga. *Rev. Bras. Bio.* 14 (1): 108.
- OPPENHEIMER, H. R. — 1959 — L'adaptation à la sécheresse: Le Xérophytisme. UNESCO NS/AZ/415.
- RAWITSCHER, F. — 1942 — Problemas de fitoecologia com considerações especiais do Brasil meridional, 1a. parte. *Bol. Fac. Fil., Ciênc. Letr.* 28, Botânica 3.
- SCHIMPER, A. F. — 1898 — *Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage*. Gustav Fischer, Jena.

- SHREVE, E. — 1924 — Factors governing seasonal changes in transpiration of *Encelia farinosa*. Bot. Gaz. 77: 432-439.
- STOCKER, O. — 1933 — Transpiration und Wasserhaushalt in verschiedenen Klimazonen II — Untersuchungen in der ungarischen Alkalisteppe. Jahrb. f. wiss. Bot. 78 (5): 751-856.
- STOCKER, O. — 1956 — Die Dürre-resistenz. Handb. Pflanzenphysiol. — Pflanze und Wasser — Bd. III: 696-741. Springer-Verlag.
- THODAY, D. — 1931 — The significance of reduction in size of leaves: Symposium on Xeromorphy, Internat. Bot. Congress. Cambridge 1930. Journ. Ecol. V, XIX (2).
- WALTER, H. — 1931 — Die Hydratur der Pflanze. Gustav Fischer, Jena.
- WOOD, I. G. — 1933 — The physiology of xerophytism in Australian plants. II. Carbohydrate changes in the leaves of sclerophyll plants. Austral. Jour. Exper. Biol. and Med. Sci. 11: 139-150.