

**CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO DA ECOLOGIA DAS  
PLANTAS DAS DUNAS DO LITORAL DO  
ESTADO DE SÃO PAULO**

(Tese de Doutorado apresentada em 1964)

**MARIA AMÉLIA BRAGA DE ANDRADE**

À minha mãe  
cuja memória reverencio,  
pelo estímulo e apôio  
que sempre me proporcionou.

## ÍNDICE

I — Introdução .....	7
II — O ambiente .....	9
1 — Solo .....	14
2 — Clima .....	21
III — A vegetação .....	31
IV — Métodos .....	53
V — Resultados experimentais: .....	58
1 — Andamento diário da transpiração .....	58
2 — Comportamento dos estômatos nas fôlhas em sua situação natural .....	88
3 — Determinação da rapidez do movimento hi- droativo dos estômatos e transpiração cuticular	96
4 — Deficit de saturação .....	107
5 — Transpiração relativa .....	110
6 — Fôrça de sucção das células e porcentagem de cloreto de sódio nas cinzas de fôlhas .....	114
7 — Anatomia das fôlhas .....	118
VI — Conclusões .....	155
VII — Agradecimentos .....	161
VIII — Resumo .....	162
IX — Summary .....	164
X — Bibliografia .....	165

## INTRODUÇÃO

De um modo geral as principais associações vegetais do Brasil têm sido estudadas com certa frequência, principalmente quanto à composição florística e à sistemática das espécies que as compõem. Mais recentemente foram iniciadas investigações ecológicas dos principais tipos de vegetação de várias regiões do Brasil, principalmente do Estado de São Paulo. Assim, considerando apenas as pesquisas ecológicas com base experimental, iniciaram-se elas com os estudos de Rawitscher e col. (53, 55) e prosseguiram com os de Ferri (19, 22), Ferri e colaboradores (23, 24, 26) sôbre os cerrados, de Ferri (20) sôbre a ecologia do cerrado e da caatinga, de Ferri e Labouriau, neste último tipo de vegetação (25), de Coutinho (13) sôbre a ecologia da mata pluvial tropical, de Rachid (52), sôbre a transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação dos campos cerrados de Emas, etc.

A vegetação litorânea do Brasil tem sido muito pouco estudada do ponto de vista ecológico e fisiológico. Ela tem sido mais investigada com respeito à caracterização das diferentes associações vegetais que aí ocorrem e que correspondem aos vários "habitats" litorâneos. Geralmente os autores apresentam a classificação e descrição das espécies mais comuns nas várias regiões costeiras do Brasil. Lima (44, 45), por exemplo, assim fez em Pernambuco, Ule (66) no Cabo Frio, Dansereau (14) no Rio de Janeiro, Hoehne (38) no Estado de São Paulo e Estados do sul, Hueck (39) no Estado de São Paulo e Rawitscher (54) em considerações do litoral brasileiro em geral.

Hueck (39) fez algumas observações ecológicas das plantas e sua significação na fixação das dunas; mas de um modo geral êsses autores não tentaram um tratamento ecológico e fisiológico do problema da vegetação das dunas costeiras.

Investigações nêsse sentido, em plantas de outras regiões litorâneas têm sido feitas por vários autores. Entre êsses temos os trabalhos de: Braun-Blanquet e colaboradores (9, 10, 11), Strogonov

(65), Vesey-Fitzgerald (67), Yano (73), Willis e colab. (71, 72), Gooding (31), Boughey (8), Gorham (32), Raynal (56), Magistad (46), Walter (69), Schimper (59), Gilham (30), Hemming (37), Morton (51), Salisbury (57), Sauer (58), Chebataroff (12), etc.

As plantas das regiões litorâneas têm sido frequentemente investigadas em conexão com o problema do halofitismo. Como essas plantas crescem em "habitat" arenoso, nas proximidades do mar, sujeito à ação da água salgada que se infiltra no solo e dos sais depositados pelo vento sobre a superfície, determinando uma concentração salina relativamente alta, alguns autores as consideram como halófitas.

Um apanhado recente do balanço hídrico e da economia mineral das halófitas foi feito por Adriani (1, 2). Nesse trabalho êle apresenta um resumo histórico do problema das halófitas. Segundo Stocker (1928), cit. por Adriani (2), deve ser designada como halófito cada planta que em qualquer fase de sua vida esteja exposta a um efeito salino que não é suportado sem dano pela maioria das espécies vegetais glíquicas.

Adriani em seu resumo menciona as classificações de halófitas feitas por Chapman (1954) com base na quantidade de NaCl em porcentagem no solo e por Stocker (1928) com fundamento na quantidade de água disponível e no teor salino. Êste último considera as praias marinhas como habitat salino com vegetação mesohalófito; as costas marinhas, até onde chegam borrifos de água salgada abrigam vegetação halófito.

Numerosas são as observações sobre a pressão osmótica das células das folhas das halófitas e a maioria dos autores relaciona o alto valor osmótico encontrado nas halófitas com o teor de cloretos do suco celular. Segundo Steiner (citado por Adriani, 2), a ascensão do valor osmótico das halófitas em comparação com as glicófitas ocorre por ascensão do nível de cloreto de sódio do suco celular. De acordo com as observações de Steiner e Eschrich (62), Strogonov (65), Walter (69), Stocking (64), vários trabalhos comprovam que as halófitas armazenam avidamente sal. Mas a maioria das investigações citadas refere-se às plantas dos mangues ou de regiões salinas que são inundadas periodicamente.

Há também o trabalho de Magistad (46) sobre o crescimento de plantas em solos salinos e alcalinos, no qual êle relaciona o de-

créscimo do crescimento observado em solos salinos com o descréscimo de água aproveitável devido à alta pressão osmótica da solução do solo. Eaton (17) estudou as necessidades de água e a concentração do suco celular de um arbusto salino e do trigo em relação com a salinidade do solo e verificou que tais necessidades de água são inversamente proporcionais à concentração do suco celular, quando as plantas cresciam em solo ao qual adicionava NaCl em várias concentrações. Haas (34) investigou o acúmulo de cloreto em variedades de palmeiras e verificou que o conteúdo de cloretos nos frutos e nas fôlhas variava com o jardim em que eram coletados. Com relação ao efeito de diferentes concentrações salinas do substrato no regime de água, no crescimento e na pressão osmótica de plantas cultivadas temos os dados de Gauch e Wadleigh (29), Hayward e Spurr (35), Strogonov (65) e Bernstein (6, 7), entre outros.

Outro aspecto sob o qual essas plantas têm sido estudadas é como psamófitas, isto é, fixadoras da areia transportada pelo vento e adaptadas a crescerem em depósitos recentes de areia. Yano (73), Salisbury (57), Raynal (56) investigaram principalmente o hábito e o sistema radicular das espécies mais freqüentes nas dunas.

A proximidade do mar resulta no aparecimento de diferentes tipos de vegetação que se distribuem com uma certa zonação. Esses tipos se iniciam com as primeiras espécies colonizadoras que são as plantas pioneiras e representam vários estágios de sucessão. Segundo certos autores há uma evolução a partir das espécies que suportam as mais altas concentrações salinas no solo (halófitas) para as que não toleram sal e situam-se mais distantes do mar (halófitas ou gli-cófitas). Para Braun-Blanquet (10), na sucessão há evolução fitológica, assim como simultâneas alterações edáficas.

Com o intuito de contribuir ao conhecimento das plantas das dunas do litoral, dedicamo-nos principalmente ao estudo do seu balanço hídrico, dada a sua importância na distribuição da vegetação.

## O AMBIENTE

O presente estudo sobre o balanço hídrico das plantas das dunas foi realizado na Praia de Peruibe perto de Itanhaém e na Praia Grande nas proximidades de Mongaguá e de Itanhaém.

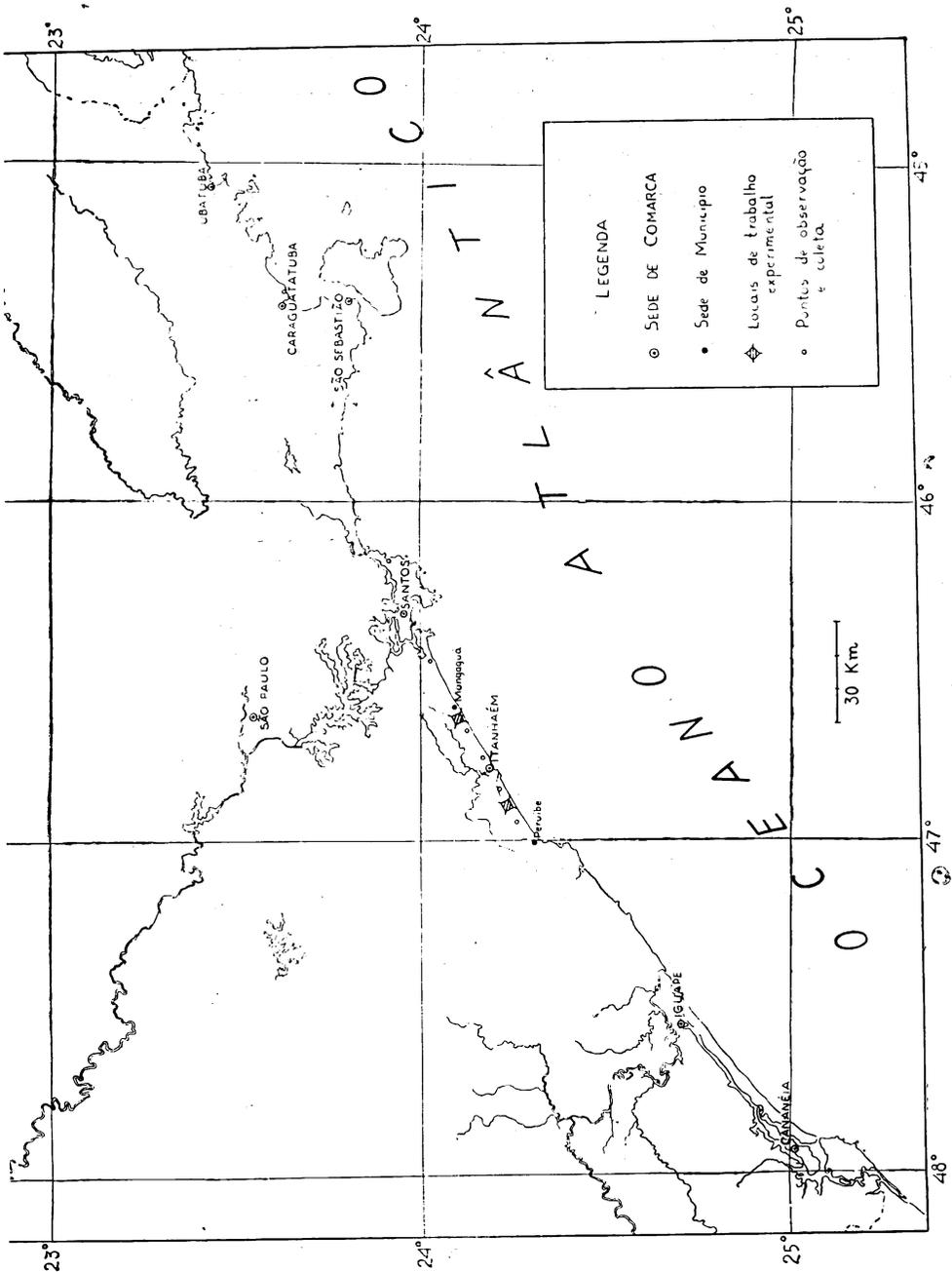


Fig. 1 — Mapa do litoral do Estado de São Paulo, indicando as principais localidades mencionadas no texto, os pontos de observação e coleta e os locais de trabalho experimental. (Baseado no mapa geográfico do Estado de São Paulo, do Instituto Geográfico e Geológico).

A região em estudo está representada no mapa da fig. 1 e nêles estão assinaladas as principais localidades mencionadas, os principais rios e os locais das observações experimentais.

Itanhaém está situada a 24° 11' de latitude sul e 46° 47' de longitude oeste. Sobre a região de Itanhaém e as baixadas litorâneas quentes e úmidas em geral, temos os trabalhos geográficos de Araújo Filho (5) e Silveira (60), respectivamente.

Do Boqueirão a Peruibe há uma faixa de praia comprida com uma linha contínua de dunas fixas mas com altura e largura variáveis ao longo de toda a costa. Essa linha é interrompida em algumas regiões como Mongaguá e Itanhaém. A Praia de Peruibe tem 24 km de comprimento com dunas cuja altura máxima é de 1.0 m e cuja largura é variável. Na Praia Grande, que tem 50 km de comprimento, as dunas atingem altura maior, chegando a 8-10 m. A praia em frente às dunas, entre os limites de preamar e baixamar é relativamente larga em Peruibe.

Uma característica da região é a formação de pequenas dunas pela areia transportada pelo vento. Essas dunas não são muito desenvolvidas devido à falta de ventos fortes e à umidade do clima, pois só a areia seca é transportada pelo vento.

São formadas por areia de granulação fina (0,05 — 0,4 mm) transportada pelo vento e depositada junto a um obstáculo qualquer, por exemplo uma plantinha. Essas dunas podem ser pequenas como as formadas sob a proteção de *Philoxerus*, ou ter 1,0 a 1.5 m e ser revestidas com *Spartina*. Quando há uma vegetação mais densa, as dunas são fixadas pelas plantas que formam uma cobertura compacta. A vegetação, portanto, além de possibilitar o aparecimento das dunas, contribui para a sua fixação, impedindo que a areia seja transportada pelo vento e pelas ondas do mar nos períodos de maré alta ou de ressaca. Daí ser essa cobertura vegetal conhecida como vegetação psamofítica. Na fig. 2 vemos uma duna da Praia de Peruibe com plantas de *Spartina ciliata* e na fig. 3 a mesma região mostrando a larga praia arenosa despida de vegetação e a duna cuja parte anterior foi erodida pelo mar.

As dunas do litoral paulista foram descritas por Hueck (39), as do Cabo Frio por Ule (66) e as da restinga do Rio de Janeiro



Fig. 2 — Estágio inicial de colonização de uma duna com *Spartina ciliata*.



Fig. 3 — Estolões de *Philoxerus portulacoides* e os rizomas de *Spartina ciliata* numa duna cuja parte anterior foi erodida pelo mar.

por Dansereau (14), mas poucos dados precisos temos quanto à sua topografia, formação, características edáficas, associação vegetal, etc.

Dunas de outras regiões têm sido largamente estudadas sob esse ponto de vista e quanto à sua relação com o desenvolvimento da vegetação. Dêsses estudos podemos citar os da costa mediterrânea por Braun-Blanquet (11), Eritréa do Norte (África) por Hemming (37), Blakeney-Point (Norfolk-I. B.) por Gorham (32), Gana, antiga Costa do Ouro (África) por Morton (51), Índias Britânicas do Oeste (Barbados) por Gooding (31), Japão por Yano (73), Brauton-Burrows (North Devon-I. B.) por Willis, Folkes, Hope-Simpson e Yemm (71, 72), Kayar (Senegal) por Raynal (56) e Ilhas Britânicas em geral por Salisbury (57).

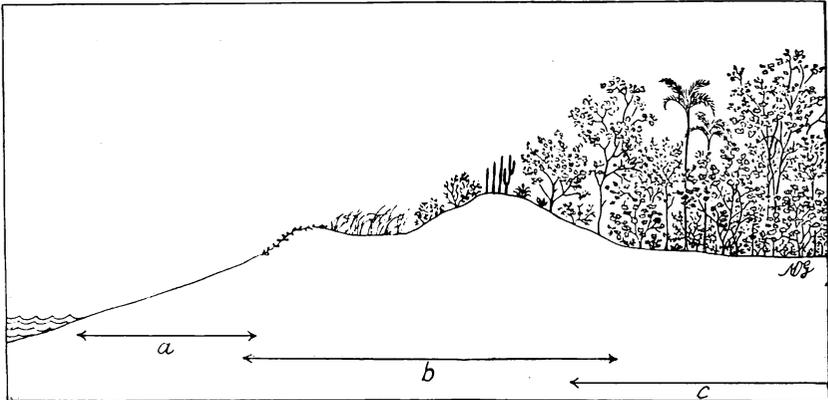


Fig. 4 — Seção esquemática do litoral arenoso mostrando a zonação da vegetação litorânea: a) zona da praia, b) zona das dunas, c) zona da restinga.

Na fig. 4 apresentamos um perfil do litoral arenoso na região em estudo mostrando a distribuição das dunas e da vegetação. Nesse esquema está representada a praia arenosa (a) despida de vegetação, cujos limites coincidem com os da preamar e baixamar e cuja largura depende da declividade do terreno, das marés e da arrebentação das ondas. A seguir temos a zona das dunas (b) na qual está representada a duna anterior com *Phloxerus portulacoides* colonizando as regiões mais próximas do mar, seguindo-se *Spartina ciliata* e as outras espécies rastejantes e a duna interior com sua vegetação arbustiva característica. Atrás dessa zona, mas sem limites bem precisos, está a região se desenvolve a vegetação da restinga (c).

## Solo

Do solo da zona das dunas da Praia de Peruibe no limite da maré alta e a 20 m de distância para o interior foram retiradas amostras a 40 cm de profundidade. Essas amostras foram enviadas ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (I.P.T.) e ao Instituto Agrônomo de Campinas (I.A.) e foram ensaiadas quanto ao conteúdo de água, pH, porcentagem de elementos minerais, teor de matéria orgânica, etc. Apresentamos nas tabelas 1, 2 e 3 os resultados dessas análises juntamente com os de amostras do mangue da região de Itanhaém, para comparação\*.

Tabela 1

Análise do solo (I.P.T.) — outubro 62:

Teor de umidade e matéria orgânica.

<i>Amostra</i>	<i>Mat. org. %</i>	<i>Umidade</i>
A — Duna	0,31	0,43
B — Mangue	16,0	63,9

Os dados do I. P. T. estão apresentados nas tabelas 1 e 2 e referem-se a uma amostra tomada a 20 metros da marca da maré alta para o interior e a 50 cm de profundidade. Na tabela 1 temos os ensaios normais do solo mostrando um teor muito baixo de umidade e de matéria orgânica quando comparado com o mangue. A tabela 2 mostra que o solo não é plástico e o ensaio granulométrico apresenta 100% de areia fina, com partículas cujo tamanho varia de 0,05 — 0,4 mm. Na curva granulométrica (fig. 5) vê-se bem essa distribuição restrita quando comparada com a do manguesal que vai da argila até areia grossa.

As análises feitas pelo Instituto Agrônomo completam esses dados e neste caso a amostra é da parte anterior da duna e a 40 cm de profundidade. Foi classificada também como fino arenosa, com 100% de areia fina e sem restos de plantas.

\* Os dados sobre o mangue foram gentilmente cedidos por A. Lamberti.

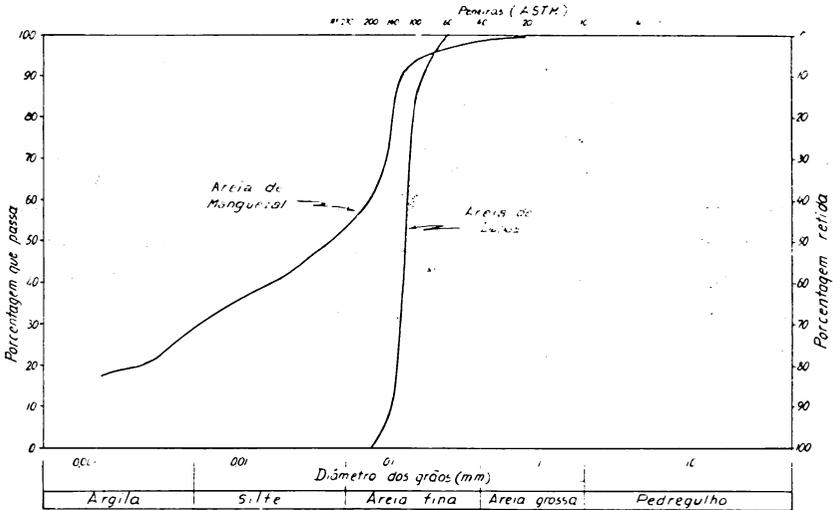


Fig. 5 — Curvas granulométricas de amostra de solo de uma duna da praia de Peruipe, a 50 cm da superfície, e de uma amostra de solo do mangue às margens do rio Itanhaém, a 20 cm da superfície.

A análise química comparada com a do mangue às margens do rio Itanhaém, como se vê na tabela 3, mostrou pH alto (7,30) e pobreza em elementos nutritivos. A relação C/N é baixa e o teor em equivalente miligrama de  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $K^+$ ,  $Al^{+++}$ ,  $H^+$ ,  $PO_4$  — e  $Na^+$  é igualmente muito baixo quando comparado com o do mangue.

Willis et al. (71, 72) também verificaram que os solos das dunas têm um conteúdo muito baixo em K e N, ao contrário dos solos mais estáveis, mais ricos em humus, nos quais maiores quantidades são retidas nas camadas superficiais. Afirmam que esse baixo nível de nutrientes limita a fertilidade do solo.

Schimper (59) acha que a manutenção de uma transpiração intensa é importante para as plantas radicadas em substrato arenoso, pobres em substâncias nutritivas.

Fizemos ainda no laboratório determinações do conteúdo de água de amostras de solo tomadas a várias profundidades e a uma distância de 20 m da marca da maré alta. Como vemos na tabela 4, o conteúdo de água em % aumenta com a profundidade.



Tabela 3

Análise química do solo (I. A.)

Número	pH int.	Relação C/N	Teor total em g		Em 100 g T. F. S. A. (1)				Teor solúvel V			
			C	N	Ca++	Mg++	K+	AL+++	H+	e. mg (2)	%	
Av. 7838	7,30	8,0	0,08	0,01	0,68	0,71	0,41	tr	1,2	2,80	0,09	70,0
7839	4,85	27,4	12,60	0,46	10,09	5,75	3,38	1,2	28,9	109,22	0,70	78,3

Av. 7838 — Amostra coletada a 50 cm da superfície. Proced.: Duna, Praia de Peruipe, SP 20-9-62.

7839 — Amostra coletada a 20 cm da superfície. Proced.: Manguesal; margem do Rio Itanhaém, SP. 20-9-62.

(1) Terra fina seca ao ar (partículas menores que 2 mm). (2) Equivalente miligrama.

MÉTODOS USADOS: — Fator peso pH, C (via seca), N PO<sub>4</sub>---, Ca++, Mn++, Al+++ , H+ S = Ca + Mg + K + Na  
 Anais da I Reunião Brasileira de Ciência de Solo, p. 79-108, 1950. V = índice de saturação %

Mg++ — (Método de 8 hidroxiquinolina) — apresentada na 2a. Reunião Brasileira de Ciência de Solo  
 K+ e Na+ — Bragantia 9: 175-183. 1949.

Tabela 4

Teor hídrico do solo a várias profundidades — julho 63 —

20 m da marca da maré alta	
Prof. cm	% água do solo
0	2,39
50	5,57
100	19,69
130	23,35

De uma amostra do solo a 3 m de distância da preamar para o interior e 40 cm de profundidade determinamos a porcentagem de água, o pH e a porcentagem de NaCl na solução do solo. A quantidade de água do solo foi 13,6%. A porcentagem de NaCl, determinada segundo a técnica gravimétrica descrita no capítulo dos métodos, foi igual a 1,298% de NaCl na solução do solo. O pH determinado com um potenciômetro Beckman, indicou um valor igual a 6,5.

A porcentagem de NaCl na solução do solo, 1,298, no início da época seca, a 40 cm de profundidade, daria uma pressão osmótica de aproximadamente 8,4 atm.

Segundo Schimper (59) os solos em que estão radicadas as plantas litorâneas são arenosos contendo pouco sal, pois este, trazido pelo vento, logo é lavado pelas chuvas; cita valores de teor salino na época chuvosa entre 0,52 e 0,40% e na época seca entre 0,71 e 0,64%. De acordo com ele essa concentração pedológica é reduzida demais para determinar seca fisiológica, pois uma solução de NaCl 0,5% tem uma pressão osmótica de 3,9 atm.

Devemos lembrar que esses valores oscilam de acordo com vários fatores.

Por exemplo Gooding (31) estudando o teor hídrico, o pH, a concentração salina em 3 zonas de vegetação a uma distância respectivamente de 50 m, 100 m e 150 m do mar e a 15 cm de profundidade, verificou que quando a distância do mar aumenta: a) o conteúdo de umidade do solo aumenta (exceto nas amostras tomadas

muito perto do mar); b) a concentração de sal na água do solo decresce; c) o pH decresce. Também verificou que o conteúdo de água do solo é muito baixo mas aumenta rapidamente em profundidade crescente e o baixo conteúdo a 15 cm seria importante somente para as plantinhas de raízes restritas a essa profundidade. A 50 m a concentração salina foi de 5,3%, o teor hídrico 0,26% e o pH 8,5.

Outras indicações quanto às características dos solos das dunas são encontradas em Salisbury (57). Segundo este autor os solos das dunas não são, normalmente, salinos, a despeito da proximidade do mar, pois o conteúdo de cloretos é muito pequeno e aumenta com a profundidade. Quanto ao conteúdo de água é muito pequeno nas camadas superficiais devido ao pequeno poder de retenção; aumenta com a profundidade e é mais ou menos constante nos níveis mais profundos. Verificou que há variações no nível de água salgada subterrânea as quais podem causar um enriquecimento periódico de água, tornando a água aproveitável para as espécies de enraizamento profundo; também altas salinidades podem ser obtidas em dunas baixas (ou depressões) onde a água salgada pode subir para perto da superfície e nesses locais é que as espécies tolerantes aos sais são características. *q. cant. h.?*

Também Braun-Blanquet (11), verificou que a salinidade e a compactidade aumentam com a profundidade e trazem como consequência a contração do sistema radicular que se concentra num horizonte superficial muito delgado.

Entre os fatores responsáveis pelo acúmulo de maiores quantidades salinas no solo, Chapman (1954) coloca as precipitações, a temperatura, a altura das marés, a profundidade do lençol subterrâneo, o eventual acréscimo de água doce, a composição e a orientação das camadas básicas, as deposições salinas sobre a superfície e a espécie de solo.

Em uma escavação que fizemos na parte anterior da duna, pela manhã, encontramos água a 1,30 m de profundidade e numa escavação a 20 m para o interior, nessa mesma profundidade, o teor de água no solo foi de 23,35%.

A água salgada penetra no solo para o interior e sua posição depende da maré e da topografia. Na praia a água doce subterrânea, de um modo geral avança até beiramar e flutua sobre essa água

salgada mais pesada. O lençol de água doce está a pequena profundidade, sendo possível a escavação de poços pouco profundos nas regiões costeiras, para a obtenção de água (Leinz, 42).

Raynal (56) fez observações sobre o lençol superior de água doce e o inferior de água salgada. Verificou que o lençol de água doce termina como um bisel, isto é, obliquamente para o lado do mar, é afetado pelas chuvas e nos bordos flutua muito. Observou ainda que a quantidade de sais na água doce nas dunas do litoral é inversamente proporcional à espessura do lençol e diminui do mar para o interior.

Yano (73) verificou que o conteúdo de água nas camadas superficiais da areia é geralmente menor que nas mais profundas e que o nível do lençol subterrâneo varia muito.

Plantas arbustivas com sistema radicular mais profundo como é o caso de *Scaevola plumieri*, cujas raízes penetram até cerca de 1 m, e de *Chrysobalanus icaco* até 1,5 m (seg. Hueck, 39) atingem as regiões mais úmidas das camadas mais profundas.

Um dos fatores ecológicos mais evidentes ao qual as plantas da faixa litorânea estão expostas, é o quase constante esborrifo de água salgada. Durante o dia sopra quase que ininterruptamente uma brisa do mar para a terra a qual causa esse esborrifo sobre a superfície da areia e sobre as plantas.

Esse esborrifo, que é conhecido como maresia, resulta da penetração da água do mar na atmosfera. Como consequência da formação de bolhas na superfície do oceano, na zona de arrebentação, há a expulsão de gotas de água em direção à atmosfera.

Essas gotas são elevadas e transportadas para a terra pela brisa que sopra constantemente à superfície do mar. O ar está sempre carregado de vapor d'água, mesmo na estação seca como é regra nas regiões litorâneas. Essa névoa que é mais evidente à tarde pode ser observada em qualquer praia e um filme de umidade é depositado sobre qualquer objeto na praia. Alguns autores (como Boughey, 8) relacionam o ecotipo baixo de muitas áreas costeiras com esse esborrifo de sais.

De nossas observações sobre o solo das dunas devemos salientar os seguintes fatos: a) a existência de um baixo conteúdo de água

no solo nas camadas superficiais, devido ao seu pequeno poder de retenção; b) a quantidade de água em porcentagem de massa aumenta com a profundidade; c) a quantidade de água no solo a uma dada profundidade varia com a época em que é tomada a amostra; d) o pH é geralmente alto e ao redor de 7; e) o teor de matéria orgânica é pequeno; f) o conteúdo de NaCl é relativamente baixo (em uma amostra tomada a 40 cm de profundidade, em maio).

Apesar do esborrifo quase constante de gôtas de água salgada na superfície do solo, o sal aí depositado é logo lavado para baixo pelas chuvas, resultando um teor de NaCl relativamente baixo nas camadas menos profundas. Mas, como vimos, o teor de água no solo e o conteúdo de sais oscilam muito de acôrdo com vários fatôres.

### Clima

Os dados sôbre o clima foram fornecidos pelo Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura. Baseados nos mapas das observações climatológicas da estação de Itanhaém de 1953 a 1962, relacionamos os dados de temperatura, chuva, umidade relativa e vento.

Esses valores estão nas tabelas e gráficos que apresentamos a seguir.

#### Temperatura

A temperatura média anual nesses 10 anos é igual a 21,5°C, como se pode ver na tabela 5. A temperatura média mensal foi menor no mês de julho (18,3°C) e maior nos meses de janeiro e fevereiro (25,5°C).

A média anual das temperaturas mínimas nesse período foi igual a 16,4°C; a menor média mensal da temperatura mínima foi 12,6°C em julho e a maior 20°C em fevereiro (tabela 6).

A média anual das temperaturas máximas nesse período foi 24,8°C; a média mensal maior da temperatura máxima foi 28,4°C nos meses de janeiro e fevereiro e a menor 21,8°C em julho (tab. 7).

No gráfico da fig. 6 apresentamos as médias mensais de 1953-62 das temperaturas médias, máxima e mínima, notando-se que os meses mais quentes são novembro, dezembro, janeiro e fevereiro e os

Tabela 5

TEMPERATURA MÉDIA — Itanhaém 1953/1962 = Lat. 24° 11'

Long. 46° 47' — HS. 3,00 m

MESES	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	MÉDIA
JAN.	25,2	25,8	24,8	26,9	24,7	25,4	26,1	25,2	26,0	—	25,5
FEV.	—	25,2	26,5	25,4	24,4	26,6	26,3	24,2	26,0	—	25,5
MAR.	24,5	24,8	25,2	24,4	24,3	24,6	25,3	24,9	25,0	—	24,6
ABR.	22,0	23,0	22,0	22,2	22,4	22,1	25,5	22,9	23,8	—	22,8
MAI.	20,0	20,1	20,3	18,7	20,5	20,6	22,2	19,6	21,0	—	20,3
JUN.	18,5	19,6	18,5	17,5	18,2	19,9	19,4	19,4	19,9	17,0	18,7
JUL.	15,8	19,2	17,2	17,2	17,6	20,3	20,1	19,4	19,6	16,9	18,3
AGO.	18,0	19,5	16,9	17,1	—	21,5	19,6	19,7	21,0	17,7	19,0
SET.	19,8	20,0	19,2	20,5	18,7	—	20,5	19,9	22,2	—	20,2
OUT.	20,4	20,6	20,1	20,6	21,5	22,0	22,5	23,2	23,7	20,0	21,4
NOV.	21,4	22,9	21,0	21,0	22,0	24,7	23,1	23,2	21,1	21,5	22,1
DEZ.	22,8	23,6	24,1	22,8	24,8	26,6	—	—	—	23,7	23,7
MÉDIA ANUAL	20,7	22,0	21,3	21,1	21,7	23,1	22,7	21,9	21,7	19,4	21,5

Tabela 6

TEMPERATURA MÍNIMA — Itanhaém 1953/1962 = Lat. 24° 11'  
 Long. 46° 47' — HS. 3,00 m

MESES	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	MÉDIA
JAN.	21,0	20,6	18,9	19,6	18,3	19,4	20,1	19,3	—	—	19,7
FEV.	—	21,3	20,1	19,8	18,4	19,8	20,8	19,5	—	—	20,0
MAR.	20,4	20,2	18,7	18,8	18,3	18,0	19,5	20,5	—	—	19,1
ABR.	18,7	17,5	17,4	17,1	16,3	16,4	19,9	—	—	—	17,6
MAI.	16,7	15,9	14,2	14,5	13,4	14,9	16,2	—	—	—	15,1
JUN.	14,8	14,4	13,5	11,8	12,0	13,2	13,2	—	—	—	13,2
JUL.	11,6	13,6	12,6	11,0	11,5	13,9	14,2	—	—	—	12,6
AGO.	13,7	14,0	14,7	11,5	—	14,8	14,5	—	—	—	13,8
SET.	16,5	15,7	14,2	14,9	13,5	—	16,4	—	—	—	15,2
OUT.	17,4	16,5	15,7	14,8	16,2	17,1	17,9	—	—	16,1	16,5
NOV.	17,8	17,4	15,7	15,1	16,0	18,1	17,9	—	—	13,4	16,9
DEZ.	19,5	17,9	18,6	16,4	18,7	19,9	—	—	—	17,2	18,5
MÉDIA ANUAL	17,1	17,0	16,1	15,4	15,6	16,8	17,3	19,7	—	16,2	16,4

Tabela 7

TEMPERATURA MÁXIMA — Itanhaém 1953/1962 = Lat. 24° 11'

Long. 46° 47' — HS. 3,00 m

MESES	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	MÉDIA
JAN.	30,1	28,9	27,9	30,1	27,4	27,3	29,1	28,3	28,4	26,6	28,4
FEV.	—	28,8	29,6	28,6	27,6	30,0	28,9	27,1	29,5	25,7	28,4
MAR.	25,1	27,7	28,0	27,3	27,4	27,5	28,2	28,1	27,9	26,5	27,3
ABR.	26,3	26,2	25,5	25,3	25,5	25,3	29,2	26,4	26,6	24,7	26,1
MAI.	24,3	23,0	23,9	21,2	23,6	23,6	25,2	22,7	24,4	23,1	26,1
JUN.	23,0	22,5	21,6	20,2	21,6	23,0	23,0	23,2	23,1	20,1	22,1
JUL.	20,8	22,5	20,0	20,3	21,0	23,2	23,9	23,4	23,2	20,3	21,8
AGO.	22,1	22,8	19,6	20,2	—	24,6	23,3	22,9	24,7	20,1	22,4
SET.	23,6	22,8	21,2	23,4	21,1	—	22,6	23,3	24,5	—	22,4
OUT.	24,1	22,9	22,6	22,9	23,9	24,5	25,1	26,1	26,4	22,3	24,0
NOV.	25,0	25,5	23,7	23,5	24,6	27,3	25,6	25,6	27,0	24,9	25,2
DEZ.	26,6	26,7	26,9	25,5	27,8	29,0	—	—	—	26,1	26,9
MÉDIA ANUAL	24,6	25,0	24,2	24,0	24,6	25,9	25,8	25,1	25,9	23,6	24,8

mais frios junho e julho. Nessa região do litoral, portanto, a temperatura não oferece grandes oscilações.

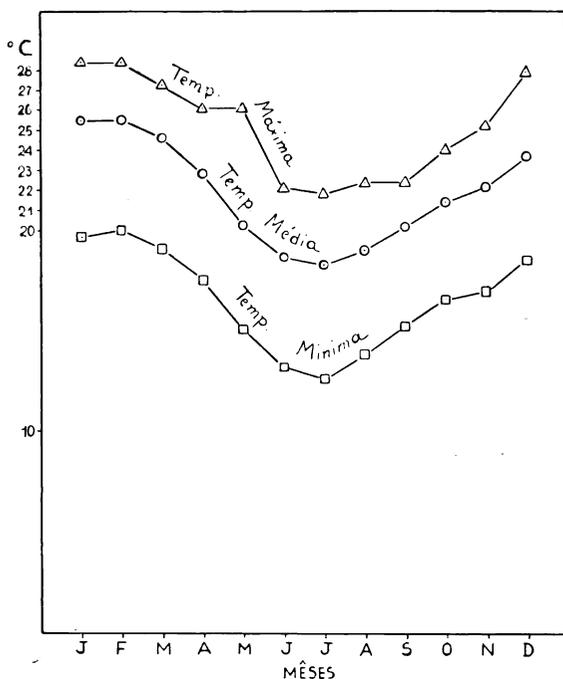


Fig. 6 — Variação mensal das temperaturas máximas, mínimas e médias, durante o período de 1953 a 1962, em Itanhaém.

### Chuva

Os totais anuais de precipitações, no período acima indicado, estão representados na tabela 8 em que se verifica que eles não variaram muito no decurso desses anos. A média dos totais anuais é 1.813 mm e a normal anual desse período é 151,0 mm.

Observando-se os totais mensais, vê-se que os meses de maior precipitação pluviométrica são os de janeiro, fevereiro, março, abril e outubro, e os de menor são os de junho, julho e agosto.

As médias das chuvas mensais variaram de 65,9 mm (agosto) a 233,7 mm (março).

No gráfico da fig. 7 temos a curva da distribuição mensal das normais de 1953 a 1962, mostrando algumas oscilações e a diminuição na quantidade de chuvas nos meses de junho, julho e agosto.

Tabela 8

CHUVAS — Itanhaém 1953/1962 = Lat. 24° 11', Long. 46° 47' — HS. 3,00 m												
MESES	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	TOTAIS	NORMAIS
JAN.	153,4	196,7	175,2	123,2	361,5	330,1	220,5	81,2	223,9	134,1	1.999,8	199,9
FEV.	—	86,7	31,0	280,7	171,2	125,9	260,4	293,3	205,7	161,8	1.616,7	179,6
MAR.	123,8	249,9	155,0	435,1	198,2	285,8	280,8	62,9	259,0	287,2	2.337,7	233,7
ABR.	252,7	179,5	111,1	254,2	128,0	306,0	189,7	219,5	138,4	240,6	2.019,7	201,9
MAI.	297,0	168,7	60,8	194,7	56,0	186,7	150,8	114,5	186,1	88,0	1.503,3	150,3
JUN.	68,8	105,7	82,0	190,9	55,7	82,6	6,0	47,7	76,2	50,2	765,8	76,5
JUL.	168,4	86,2	99,1	77,5	204,9	24,0	35,3	37,8	146,7	74,0	953,9	95,3
AGO.	131,2	43,8	100,3	95,7	—	44,0	95,3	123,8	12,0	79,7	725,8	65,9
SET.	87,7	54,0	36,4	93,6	250,0	—	105,3	72,0	73,9	—	772,9	96,6
OUT.	179,8	204,0	120,0	155,5	275,3	420,3	79,7	97,7	97,5	402,9	2.032,7	203,2
NOV.	201,5	47,0	124,1	96,0	102,9	86,4	151,0	135,1	86,7	210,2	1.240,9	124,0
DEZ.	106,8	125,8	258,5	128,9	59,4	310,4	—	—	—	314,2	1.304,0	186,2
TOTAIS												
ANUAIS	1.771,1	1.548,0	1.353,5	2.126,0	1.863,1	2.202,2	1.574,8	1.285,5	1.506,1	2.042,9	17.273,2	1.813,1
MÉDIAS												
ANUAIS	161,0	129,0	112,7	177,2	169,3	200,2	143,1	116,8	136,9	185,7	1.439,4	151,0

(Normal de 10 anos)

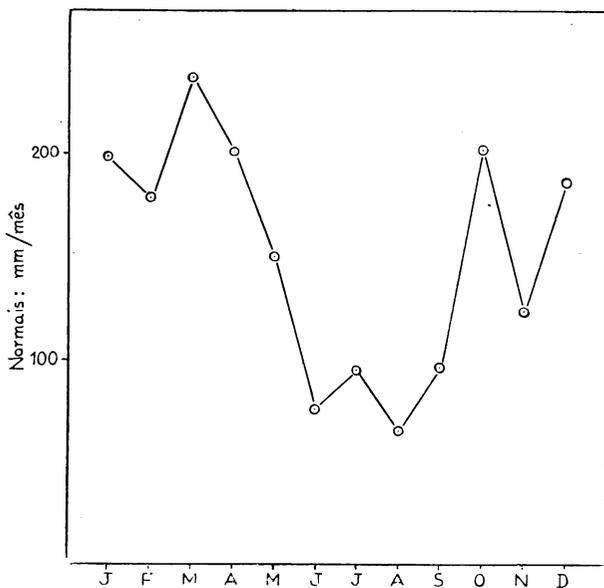


Fig. 7 — Distribuição mensal das precipitações normais de 1953 a 1962 em Itanhaém.

No gráfico da fig. 8 temos as curvas dos totais mensais nos anos de 1960, 61 e 62, que correspondem ao período no qual foram realizadas nossas experiências. A curva total mensal de 1960 apresenta grandes oscilações e os meses menos chuvosos são os de maio, junho e julho e o mês mais chuvoso é o de fevereiro. Em 1961 o mês com maior quantidade de chuva foi o de março e com menor foi o de agosto. Em 1962 os meses mais chuvosos foram setembro e dezembro e os menos chuvosos junho e julho. Como se vê não há uma variação muito grande nos totais mensais, não ocorrendo uma época seca bem delimitada, como em muitas regiões do interior do Estado.

Umidade Relativa (H.R.)

A média anual da umidade relativa de 1953 a 1962 foi igual a 83% e as médias mensais, com valores ao redor de 80%, não variaram muito, sendo a maior 86% e a menor 81%. Esses valores são medidos diariamente às 12, 18 e 24 horas e calculadas as médias diárias e mensais (tab. 9).

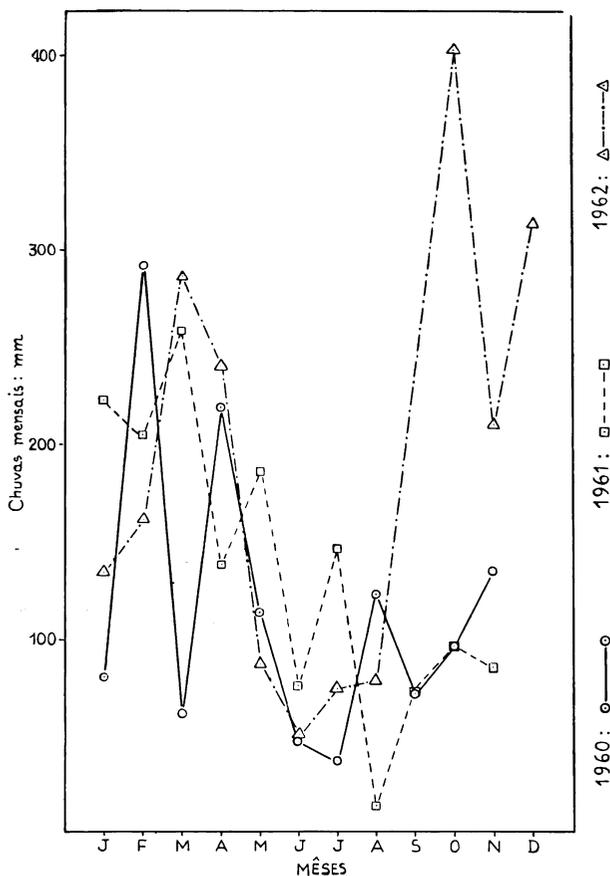


Fig. 8 — Distribuição mensal das precipitações: totais mensais no período de 1960 a 1962, em Itanhaém.

Coincidem com as nossas observações de H. R. em determinados dias, como veremos adiante; os valores de H. R. somente caíam nas primeiras horas do dia, até às 10 horas, subindo novamente a partir de então, persistindo, com pequenas oscilações, em torno de valores altos o dia todo.

Como já mencionamos sopra quase constantemente vento do mar para a terra, carregado de vapor d'água, responsável pela alta H. R. na orla da praia mesmo na estação seca.

Tabela 9

UMIDADE RELATIVA — Itanhaém — 1953/1962 = Lat. 24° 11'  
 Long. 46° 47' — HS. 3,00 m

MESES	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	MÉDIA
JAN.	80	89	82	80	96	84	79	79	83	—	83
FEV.	—	81	78	82	82	79	80	86	88	—	82
MAR.	80	85	80	83	84	88	78	86	89	—	83
ABR.	83	88	87	85	84	87	82	86	88	—	85
MAI.	85	91	78	86	83	83	82	81	84	—	83
JUN.	84	91	84	86	83	79	84	81	86	—	84
JUL.	80	84	86	86	85	80	83	81	87	—	83
AGO.	84	88	89	83	—	79	83	87	88	—	85
SET.	84	86	85	85	85	—	88	87	91	—	86
OUT.	90	87	83	82	85	81	87	89	82	90	85
NOV.	81	77	81	83	83	78	88	85	—	90	82
DEZ.	82	81	82	83	81	82	—	—	—	82	81
MÉDIA ANUAL	83	85	82	83	84	81	83	84	86	87	83% (normal 10 anos)

## Vento

Devido à grande influência do vento nas condições ambientes em geral, e na vegetação da região litorânea em especial, compilamos também os dados de direção e velocidade do vento na região de Itanhaém nos anos de 1959 a 1962.

A média mensal anual da velocidade do vento no período 1959-62 foi 3,9 m/seg e as médias mensais variaram muito pouco, com as maiores velocidades em agosto e setembro (4,9 m/seg) e a menor em outubro (3,1 m/seg), como se pode ver na tabela 10.

Tabela 10

VENTO — Velocidade — Médias Mensais em m/seg (1959 a 62) — Itanhaém —  
Lat. 24° 11' — Long. 46° 47' — HS = 3,00 m

MESES	1959	1960	1961	1962	Média mensal
Janeiro	3,7	3,1	3,8	5,6	4,0
Fevereiro	4,6	4,2	4,4	2,9	4,0
Março	—	2,3	3,7	4,3	3,4
Abril	—	3,6	3,5	3,5	3,5
Maiο	—	4,0	4,2	4,1	4,1
Junho	—	4,2	3,8	5,0	4,3
Julho	2,7	4,5	3,4	2,6	3,3
Agosto	4,2	5,5	5,7	4,2	4,9
Setembro	3,4	6,2	5,1	—	4,9
Outubro	3,4	2,9	2,8	3,6	3,1
Novembro	3,2	3,3	4,0	3,1	3,4
Dezembro	—	—	—	3,3	(3,3)
Média Mensal Anual	3,6	3,9	4,0	4,2	3,9

Média anual de 1959 — 1962 = 3,9 m/seg

As direções predominantes do vento nos meses do período de 1959 a 1962 estão apresentadas na tabela 11.

A frequência dos ventos é expressa pelo número de ventos observados diariamente em 3 horas fixas (12, 18 e 24) durante o período de 1959 a 1962.

Baseados nos dados de frequência construímos o gráfico da figura 9 no qual se vê que a direção mais freqüente é NE, seguida da direção E e da de SE. São muito raros os dias de completa calmaria.

Tabela 11

Direções mensais predominantes do vento nos anos de 1959 a 1962.  
 Predominante = C = Calmaria (1a.)

Meses	Direção predominante (2a.)			
	1959	1960	1961	1962
Janeiro	SE	NE	E	SE
Fevereiro	SW	NE	NE	NE
Março	—	NE	E	NE
Abril	—	NE-E	E	NE
Maió	—	NE	SW	E
Junho	—	NE	SW	E
Julho	SE	NE	SE	NE
Agosto	SE	NE	NE	E
Setembro	NE	E	NE	—
Outubro	NE	NE	E	NE
Novembro	NE	NE	NE	E
Dezembro	—	—	—	E

## A VEGETAÇÃO

No estudo da vegetação litorânea há uma tendência geral para dividi-la em vários tipos segundo os diversos "habitats" e as características das espécies que nêles predominam, havendo entre os autores, entretanto, algumas divergências, quanto à delimitação das várias zonas que correspondem a diversos estágios de sucessão.

Rawitscher 1944, (54), descrevendo a vegetação costeira do Brasil, destaca três tipos de litoral, diferentes pela topografia e pela vegetação: 1) litoral rochoso, 2) litoral arenoso e 3) litoral limoso.

O litoral arenoso é dividido em uma zona despida de vegetação, atingida pelo limite da maré alta, e outra, mais acima, uma faixa de dunas, que é separada em:

- 1) antedunas ou dunas exteriores, cuja areia é salgada e às vezes banhada pelo mar em ocasiões de ressaca. Nessa região crescem plantas que suportam certa concentração de sais no solo, as halófitas, e apresentam caracteres de plantas que vivem em areias movediças, as psamófitas;

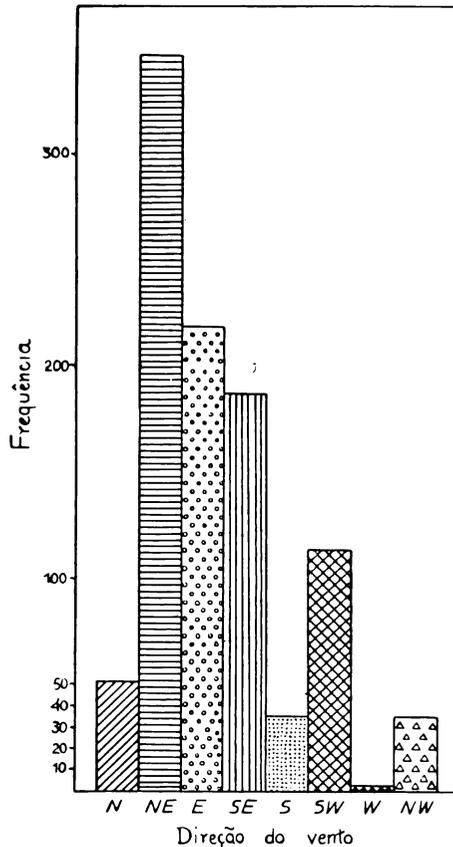


Fig. 9 — Frequência da direção dos ventos durante o período de 1959 a 1962.

- 2) dunas interiores formando faixas consideráveis, cuja vegetação é vulgarmente chamada de “jundú”;
- 3) zona de transição da zona arenosa para a floresta;
- 4) manguesais.

Hueck 1955, (39), num estudo das plantas das dunas do litoral paulista, chama toda a vegetação litorânea de vegetação da “restinga”, que ocorre em praias arenosas mais ou menos longas e largas. Ele a divide nas seguintes faixas:

- 1) Faixa entre beira-mar e preamar, lavada pelo mar e com depósitos de matéria orgânica.

- 2) Faixa interior da ante-praia com dunas primárias de *Iresine*.
- 3) Faixa de dunas de *Spartina*.
- 4) Faixa de vegetação de arbustos sôbre as dunas já fixas.
- 5) Faixa de pequenos bosques de palmeiras com *Arecastrum romanzoffianum*.

6) Faixa de vegetação das zonas baixas entre as dunas, próximas ao lençol subterrâneo.

7) Faixa por trás da restinga, a qual, quando a altura não é suficiente, é ocupada por mangrove.

Lima em 1951 (44) e 1957 (45), descrevendo a zona do litoral de Pernambuco, divide-a em 5 sub-zonas: a) marítima, b) da praia, c) das dunas e restingas, d) dos mangues, e) dos morros. Nesses trabalhos êle enumera as espécies mais freqüentes nas sub-zonas citadas.

Dansereau 1947, (14), num estudo sôbre a restinga do Rio de Janeiro, considera as restingas como longas barreiras de areia depositadas pelas correntes marinhas paralelas ao litoral e a formação das dunas pela erosão eólica como um fenômeno secundário. Considera as lagoas, as praias e as elevações rochosas e apresenta um perfil do litoral mostrando as diferentes zonas constatadas: dunas, restinga e floresta.

Schimper 1935, (59), num estudo sôbre as formações do litoral marinho tropical, descreve as "florestas da restinga da costa brasileira" e diz que elas destoam com respeito a vários pontos das mencionadas florestas da praia arenosa. Os vegetais predominantes da restinga são arbustos baixos, sempre verdes, de folhagem densa e copa arredondada. Os arbustos que estão isolados ou agrupados, pertencem às mais diversas famílias e têm fôlhas resistentes, coriáceas, miúdas ou de tamanho médio. Ao lado de arbustos ou árvores pequenas sempre verdes, êle cita cactáceas representando papel importante na vegetação da restinga e entre as epífitas cita numerosas Bromeliáceas. Schimper, nesse livro, divide as formações litorâneas tropicais nos grupos seguintes:

1 — Formação da zona das marés:

- a) formações abertas da praia rochosa
- b) " " " " argilo-lodosa

- c) " lenhosas da praia argilo-lodosa
- 2 — Formações acima da zona das marés:
- a) formações abertas da praia rochosa
  - b) " " " " arenosa
  - c) " lenhosas da praia arenosa ou pedregoso-arenosa.

Em sua descrição das formações abertas da praia arenosa nas quais formam-se dunas, êle indica as características da vegetação e cita as principais espécies encontradas.

Walter 1962, (69) faz uma análise sucinta da vegetação da praia na região indo-pacífica. Aí a primeira zona é formada pela associação *Ipomoea-Canavalia*. Cita nessa associação a halófita típica *Sesuvium portulacastrum* que cresce um pouco mais em baixo, na praia arenosa; a seguir, a zona de arbustos isolados que contribuem para a formação de dunas; depois a associação *Barringtonia*, correspondente a uma floresta rala; cita, ainda, outras espécies arbóreas dessa zona. Nas costas atlânticas ocorre igualmente *Ipomoea pes-caprae* a par de outros vegetais praianos e em zona de proximidade imediata, também outras espécies arbóreas que formam florestas de até 20 m de altura ou populações mais abertas.

Devemos citar ainda, entre as descrições da vegetação costeira, a de Chipps (1927) para a África, que classifica a vegetação marítima em 2 sub-tipos: associação *Rhizophora-Avicennia* (mangue) e associação *Ipomoea-Cyperus* (praia). Chipps chamou a essa última de psamosere e sua classificação foi adotada sem modificações significantes por Taylor (1952), ambos citados por Boughey (8). Boughey menciona ainda a classificação de Schnell (1952) para a costa oeste da África com 7 associações edáficas puramente costeiras. Uma dessas associações é a que o autor chama de *Ipomoeatum pes-caprae*, largamente descrita nas costas arenosas tropicais do Atlântico, e outra é o *Ecastophylletum Brownei*. Salienta também que os autores que estudaram a costa tropical da África não se referem à formação de dunas, como é o caso dos da América, e que o tipo de vegetação é comum para as costas tropicais do Atlântico mas com zonação correspondente nas diferentes regiões.

Boughey 1957, (8), num estudo mais recente sôbre a vegetação litorânea da Costa do Ouro (África), analisa os principais fatores ambientais que influenciam o desenvolvimento da comunidade das plantas costeiras e a sucessão primária dessa vegetação. Nesse trabalho considera dois tipos de vegetação:

- a) vegetação da praia (strand vegetation); com 3 zonas distintas: zona pioneira (pioneer zone), zona principal da praia (main strand zone) e zona de arbustos sempre verdes (evergreen shrub zone).
- b) vegetação das lagoas (lagoon vegetation), a qual êle divide em zona herbácea e zona de mangrove.

Num trabalho sôbre a vegetação da Baixada Santista, Andrade e Lamberti (4), dividiram a comunidade costeira em vários "habitats" caracterizando-os pelos diferentes tipos de vegetação que neles ocorrem. As designações que usaram foram as seguintes:

- 1 — zona do litoral arenoso;
- 2 — zona dos brejos de água doce;
- 3 — zona do mangue;
- 4 — zona dos morros e da escarpa da serra.

Por zona do litoral arenoso (ou "habitat" da praia) designaram as áreas arenosas que nunca são inundadas e nem em contacto com a água salôbra.

Na caracterização da vegetação do litoral arenoso, dividiram as comunidades de plantas que ocupam o "habitat" da praia em dois tipos:

- a) o lado da praia arenosa voltado para o mar que apresenta as dunas primárias ou anteriores e freqüentemente também dunas interiores, formando uma faixa que é coberta por uma vegetação de ervas e arbustos, que chamaram de vegetação pioneira (ou vegetação das dunas);
- b) atrás dessa faixa, uma região arenosa mais ou menos plana, apresentando arbustos, árvores, epífitas e lianas com a fisionomia de uma floresta baixa, a qual constitui a vegetação da restinga (ou vegetação principal da praia).

Esses dois tipos de vegetação são caracterizados, como veremos adiante, pela ocorrência de plantas com formas de vida particulares. No presente trabalho ocupar-nos-emos somente da vegetação das dunas.

**A região da praia voltada para o lado do mar mas não incluindo as porções de praia atingidas pela maré, as quais constituem faixas arenosas nuas, está coberta com uma densidade variável de plantas pioneiras.**

Essa região, na sua parte mais externa, só ocasionalmente é atingida pela maré em época de ressaca e as plantas que aí ocorrem estão sujeitas à ação de água salgada, em época de maré alta, a qual penetra no solo e somente é neutralizada pela ação das chuvas; também estão sujeitas à água salgada esborrifada constantemente na superfície, em épocas normais.

A cobertura de plantas nas regiões estudadas é muito variável, ocorrendo algumas espécies com densidade e frequência muito baixas.

Na zona mais externa dessa região aparecem, primeiramente, alguns representantes esparsos de *Philoxerus portulacoides* St. Hil. (*Iresine portulacoides* Moq.). Na figura 3 podemos observar os estoques de *Philoxerus* que crescem dirigindo-se para o lado do mar. É interessante notar que às vezes encontramos essas plantinhas que avançam para a região atingida pela maré alta, em processo de destruição.

Um pouco mais para o interior encontramos uma faixa de espessura variável com *Spartina ciliata* Kunth, sendo esta gramínea juntamente com *Philoxerus portulacoides* St. Hil., as principais plantas pioneiras em toda a costa do Estado. As dunas com *Spartina* às vezes são atingidas pelo mar em época de maré alta e a areia da face anterior é carregada pelo mar, formando-se aí rampas quase verticais como se vê na fig. 3.

Associadas com *Philoxerus portulacoides* St. Hil. e *Spartina ciliata* Kunth estão outras plantas formando conjuntos esparsos. Encontramos, em particular, *Hydrocotyle umbellata* Linn., como se pode ver na fig. 10. Às vezes aparece juntamente com *Philoxerus*, mas neste caso as plantas são menores e com folhas amareladas.

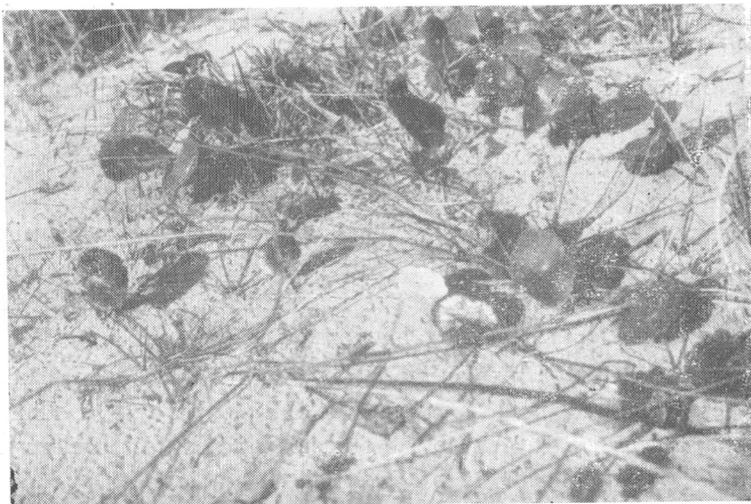


Fig. 10 — *Hydrocotyle umbellata* e *Spartina ciliata*

Aí encontramos também os estolões de *Ipomoea pes-caprae* (L) Sweet, *Ipomoea littoralis* Boiss, *Canavalia obtusifolia* DC., *Oxypetalum tomentosum* Wight var. *parvifolium* (Fourn.) Malme, e as ciperáceas: *Remirea maritima* Aubl. e *Cyperus flavus* (Vahl) Nees.

Essas plantas pioneiras têm as seguintes características especiais em comum: são tôdas estoloníferas ou rizomatosas, capazes não somente de formar um sistema radicular extenso, mas de crescer para cima e para os lados através de depósitos recentes de areia, elevando-se segundo às necessidades; finalmente, tôdas as espécies de plantas pioneiras são tolerantes à exposição contínua aos fortes ventos do mar, carregados de borrifos de sais. São, portanto, halófitas e psamófitas.

Juntamente com estas e mais para o limite interior dessa subzona pioneira, ocorrem algumas plantas erbáceas e arbustivas, as quais não têm o hábito rastejante mas são ainda capazes de crescer para cima num depósito baixo de areia e são aparentemente capazes de resistir aos efeitos da exposição aos sais.

Entre essas ocorrem, mais comumente: *Acicarpa spathulata* R. Br., que também pode formar rizomas paralelos à superfície, *Polygala cyparissias* St. Hil. que forma pequenas rosetas, *Diodia radula* Cham.

S. Schl., *Diodia setigera* DC. e *Epidendrum moseni* Reichb., o qual forma agrupamentos esparsos com flores pequenas mas vistosas, alaranjadas e vermelhas.

No limite interno dessa sub-zona encontramos os sub-arbustos e arbustos seguintes: *Chrysobalanus icaco* Linn. (Maçãzinha da praia ou abajerú), *Tibouchina holosericea* Baill., *Sophora tomentosa* L. (comandaíba), *Cordia verbenacea* DC., etc.

Na tabela 12 apresentamos uma relação das plantas pioneiras freqüentes no litoral do Estado de São Paulo, mas devemos salientar que elas não ocorrem com a mesma regularidade, freqüência e grau de desenvolvimento ao longo da linha costeira.

Na Praia Grande, por exemplo, observam-se dunas com plantas bem desenvolvidas e muito freqüentes de *Chrysobalanus icaco* Linn., *Epidendrum moseni* Reichb. e sub-arbustos esparsos de *Sophora tomentosa* L. e *Tibouchina holosericea* Baill.

Perto de Mongaguá encontram-se dunas com 1 a 2 metros de altura cuja parte anterior está erodida pelo mar. Nessas dunas ocorrem agrupamentos freqüentes de *Epidendrum moseni* Reichb., alguns raros exemplares de *Ipomoea littoralis* Boiss, *Canavalia obtusifolia* DC., *Oxypetalum tomentosum* Wight var. *parvifolium* (Fourn.) Malme, *Quesnelia arvensis* (Vell.) Mez.

Observamos também nessa região e em outras localidades da Praia Grande a existência de sub-arbustos de *Dalbergia ecastophyllum* L. (Taub) e de *Chrysobalanus icaco* Linn. na região das dunas bem próxima à marca da maré alta. O avanço desses sub-arbustos e às vezes também de plantas da vegetação da restinga para regiões mais próximas do mar, mostra uma sucessão não bem definida da vegetação depois da fixação das dunas.

Na Praia de Peruipe, ao contrário, encontramos dunas baixas, com cerca de 80 cm de altura, cuja parte anterior também às vezes foi erodida pelo mar, com plantas mais freqüentes de *Philoxerus portulacoides* St. Hil., *Spartina ciliata* Kunth, *Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet, *Ipomoea littoralis* Boiss, *Hydrocotyle umbellata* Linn., etc. Aí encontramos também alguns exemplares de *Scaevola plumieri* (Vahl) Blume, uma suculenta muito característica dessa vegetação (figura 11).

Tabela 12

Lista das plantas freqüentes nas dunas do litoral do Estado de São Paulo

Espécie	Família	Hábito	Nome popular
* <i>Acicarpa spathulata</i> R. Br.	<i>Calyceaceae</i>	Erva terrestre	Carrapicho da praia
* <i>Alternanthera maritima</i> D.	<i>Amaranthaceae</i>	Erva terrestre	
* <i>Canavalia obtusifolia</i> DC.	<i>Leguminosae</i>	Erva terrestre	Feijão da praia, feijão bravo ou favas do mau olhado
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urban	<i>Umbelliferae</i>	Erva terrestre	Cairussú
<i>Cereus permambucensis</i> Lemaire	<i>Cactaceae</i>	Arbusto	Cardo da praia
* <i>Chrysobalanus icaco</i> Linn.	<i>Rosaceae</i>	Arbusto	Abajerú, guajurú ou maçazinha da praia
* <i>Cordia verbenacea</i> DC.	<i>Boraginaceae</i>	Sub-arbusto	
<i>Cyperus flavus</i> (Vahl) Nees.	<i>Cyperaceae</i>	Erva terrestre	Balreira preta
* <i>Cyrtopodium paranaensis</i> Schltr.	<i>Orchidaceae</i>	Erva terrestre	Sumaré
* <i>Dalbergia ecastophyllum</i> (L.) Taub.	<i>Leguminosae</i>	Sub-arbusto	
* <i>Diodia radula</i> Cham. S. Schl.	<i>Rubiaceae</i>	Erva terrestre	
* <i>Diodia setigera</i> DC.	<i>Rubiaceae</i>	Erva terrestre	
* <i>Epidendrum moseni</i> Reichb.	<i>Orchidaceae</i>	Erva terrestre	
* <i>Fimbristylis glomerata</i> Nees.	<i>Cyperaceae</i>	Erva terrestre	
* <i>Hydrocotyle umbellata</i> Linn.	<i>Umbelliferae</i>	Erva terrestre	Açaíçoba
* <i>Ipomoea littoralis</i> Boiss.	<i>Convolvulaceae</i>	Erva terrestre	Campainha branca, salsa da praia ou Cipó da praia
* <i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) Sweet	<i>Convolvulaceae</i>	Erva terrestre	Salsa da praia
* <i>Lantana undulata</i> Schrank	<i>Verbenaceae</i>	Sub-arbusto	Cambará
* <i>Oxypetalum tomentosum</i> Wight. var. <i>parvifolium</i> (Fourn.) Malme	<i>Asclepiadaceae</i>	Erva terrestre	
* <i>Paspalum vaginatum</i> Ell. Sketch	<i>Gramineae</i>	Erva terrestre	Gramma doce
<i>Phaseolus adenanthus</i> Mey	<i>Leguminosae</i>	Erva terrestre	Feijãozinho do campo

Espécie	Família	Hábito	Nome popular
* <i>Philoxerus portulacoides</i> St. Hil.	<i>Amaranthaceae</i>	Erva terrestre	Capotiraguá
* <i>Plantago catharinae</i> Decaisne	<i>Plantaginaceae</i>	Erva terrestre	
* <i>Polygala cyparissias</i> St. Hil.	<i>Polygalaceae</i>	Erva terrestre	
* <i>Polystichum adiantiforme</i> (Forst) J. IM.	<i>Polypodiaceae</i>	Erva terrestre	
<i>Portulaca</i> sp.	<i>Portulacaceae</i>	Erva terrestre	
* <i>Quesnelia arvensis</i> (Vell.) Mez	<i>Bromeliaceae</i>	Erva terrestre	Gravatá
* <i>Remirea maritima</i> Aubl.	<i>Cyperaceae</i>	Erva terrestre	Pinheirinho da praia, barba de boi
* <i>Scaevola plumieri</i> (Vahl) Blume	<i>Goodeniaceae</i>	Sub-arbusto	
<i>Sebastiania corniculata</i> (Vahl) Pax. var. <i>glabrata</i> (Mart.) M. Arg.	<i>Euphorbiaceae</i>	Erva terrestre	
* <i>Sophora tomentosa</i> L.	<i>Leguminosae</i>	Arbusto	Comandaíba
* <i>Spartina ciliata</i> Kunth.	<i>Gramineae</i>	Erva terrestre	Capim salgado
* <i>Sporobolus virginicus</i> Kunth.	<i>Gramineae</i>	Erva terrestre	Grama da praia
* <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walt.) Kuntze	<i>Gramineae</i>	Erva terrestre	Grama inglesa
* <i>Tibouchina holosericea</i> Baill.	<i>Melastomaceae</i>	Arbusto	Orelha de onça, orelha de gato ou pracajanambí
* <i>Vigna luteola</i> Benth.	<i>Leguminosae</i>	Erva terrestre	

Nota: As plantas assinaladas com um asterisco (\*) são restritas em sua distribuição à região litorânea.

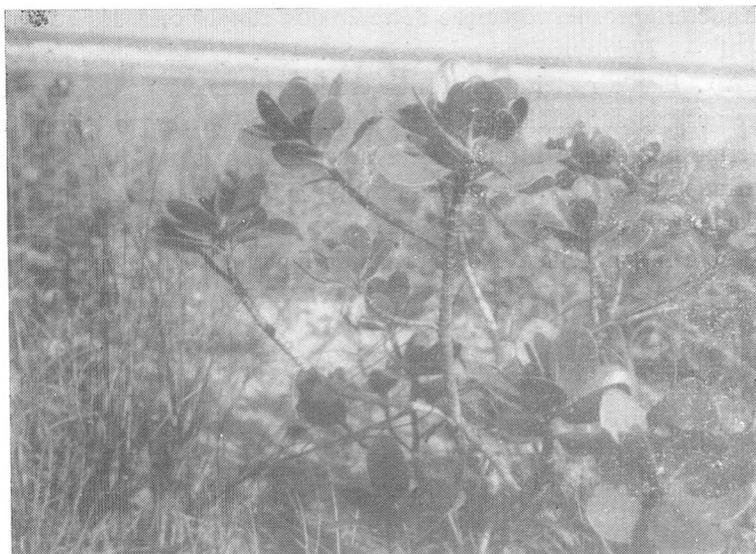


Fig. 11 — *Scaevola plumieri*

Na Ilha de Santo Amaro, na Praia de Pernambuco encontramos *Alternanthera maritima* D. e depois da Praia de Perequê *Sporobolus virginicus* Kunth.

*Altenanthera maritima* D. foi encontrada também na praia Martin de Sá, em Caraguatatuba, juntamente com *Remirea maritima* Aubl. e *Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet.

Como já salientamos as plantas das dunas que ocupam regiões bem próximas do mar apresentam características de halófitas e psamófitas. A seguir daremos uma descrição das espécies mais frequentes e mais características, restritas em sua distribuição a situações costeiras, incluindo as que são adaptadas a viver em depósitos recentes de areia e os sub-arbustos das regiões situadas mais para o interior das dunas. Juntamente com a descrição das plantas apresentamos os esquemas daquelas cujo comportamento estudamos, quanto ao balanço d'água. Esses esquemas foram preparados da seguinte maneira: desenterramos várias plantinhas e medimos fôlhas, caule, nós, profundidade do sistema subterrâneo etc; fotografamos e desenhamos, no local, tôdas as plantas cujo comportamento estâvamos estudando. Usa-

mos, pois, o método empregado por Rachid (52) no estudo dos sistemas subterrâneos da vegetação de verão dos campos cerrados de Emas.

1 — *Philoxerus portulacoides* St. Hil. (*Iresine portulacoides* Moq.). Planta rasteira que forma estolões avermelhados, com nós e entre-nós, na superfície da areia, os quais podem ser posteriormente cobertos por esta e formar raízes adventícias nos nós recentemente soterrados (fig. 12). Geralmente ficam a 6-8 cm. de profundidade, podendo, entretanto, ir até 16 cm. e formar, nos nós, brotos novos que crescem para cima. No esquema da figura 12 vemos plantas bem

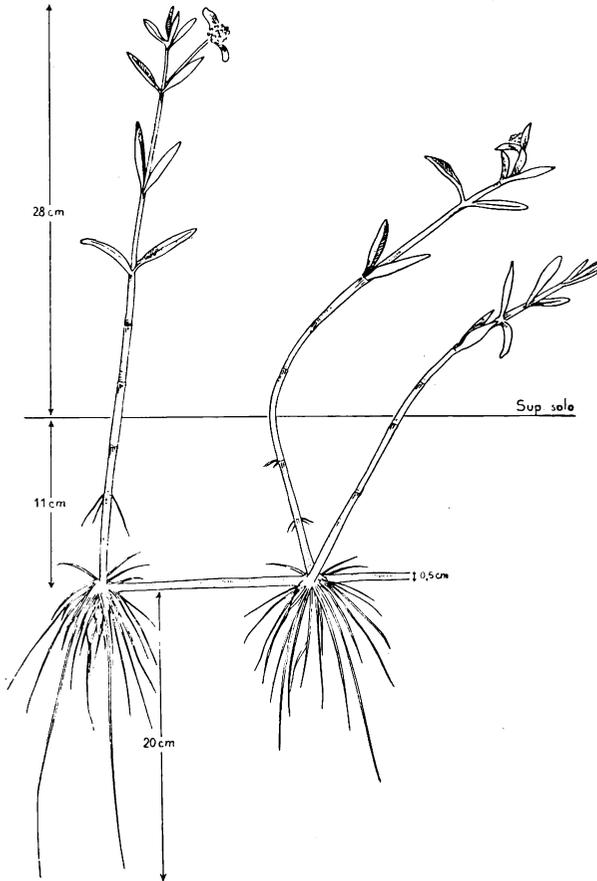


Fig. 12 — Ramos formados nos nós do caule soterrado, flôres e sistema radicular de *Philoxerus portulacoides*

desenvolvidas nas regiões dos nós de um caule subterrâneo que está a uma profundidade de 11 cm; êsses ramos atingem 28 cm. de altura e às vêzes crescem mais ou menos erectos. As raízes fasciculadas atingem uma profundidade de 31 cm. Apresentam fôlhas pequenas (até 4 cm. de comprimento), lineares, carnosas, opostas cruzadas e inflorescência ( $\phi = 1$  cm) com botões brancos e sêcos. No esquema do perfil do solo da fig. 4 vê-se a posição dessas plantinhas nas dunas.

2 — *Spartina ciliata* Kunth. Forma caules subterrâneos que se estendem bastante e originam plantinhas geralmente com 50-60 cm. de altura (mas podem atingir a 1 m); freqüentemente forma tufos densos. Na fig. 13 temos o esquema de uma planta de *Spartina ciliata* Kunth com o caule a 40 cm. de profundidade do qual sai um

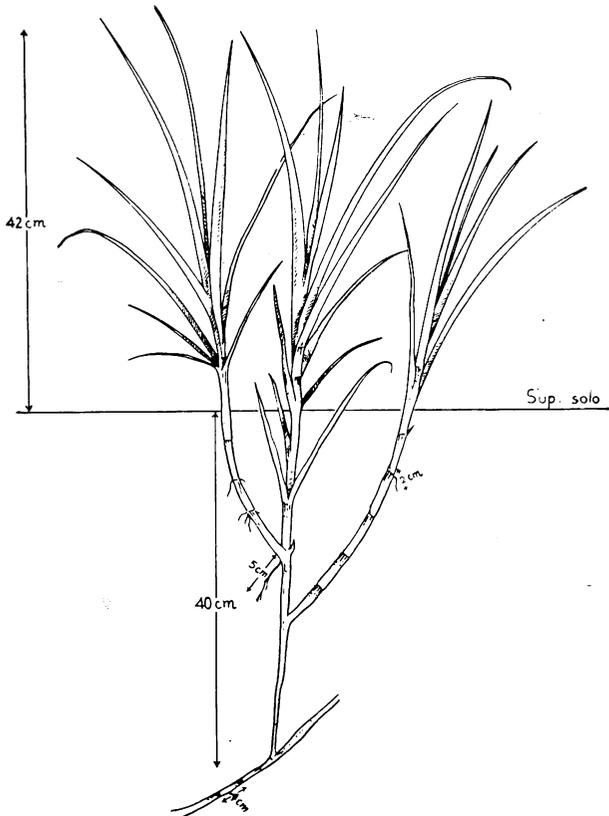


Fig. 13 — *Spartina ciliata*

broto que se ramifica e na parte aérea forma fôlhas que têm a altura de 42 cm. As fôlhas sob certas condições ambientes ficam enroladas. Nessa figura vemos raízes novas com 2-5 cm. nas regiões dos nós. (Às vêzes os caules subterrâneos estão a 1 m. de profundidade, portanto atingindo as regiões úmidas o ano todo). A inflorescência é uma espiga composta.

3 — *Hydrocotyle umbellata* Linn. Erva com caule subterrâneo e fôlhas peltadas, semi-carnosas, com pecíolos longos, que surgem de espaço a espaço com o limbo disposto paralelamente à superfície da areia (fig. 10). No esquema da fig. 14 vêem-se os rizomas geralmente a uma profundidade de 4 a 6 cm. os quais, a intervalos de 4-14 cm. formam fôlhas e raízes adventícias. O pecíolo das fôlhas

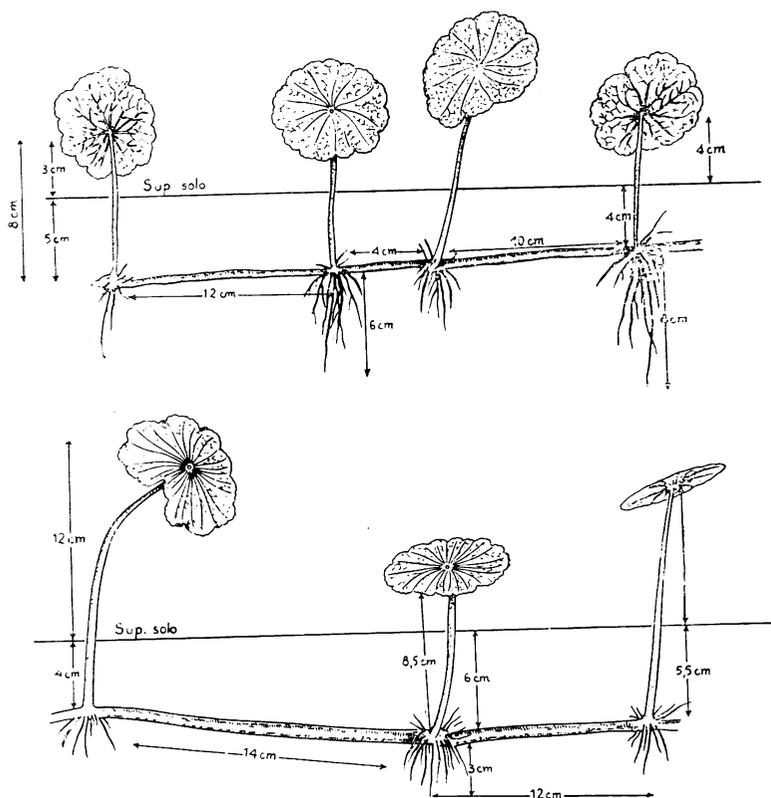


Fig. 14 — *Hydrocotyle umbellata*

adultas pode atingir 12 cm. de altura fora do solo e cêrca de 4 cm. imersos na areia, e o diâmetro do limbo 10 cm. (fig. 14, em baixo). Na região estudada, na orla da praia, os pecíolos das fôlhas geralmente medem 6-8 cm. As maiores raízes tinham 8 cm, podendo, pois, o sistema radicular atingir 16-20 cm. de profundidade (fig. 15). As flores formam umbelas compostas.

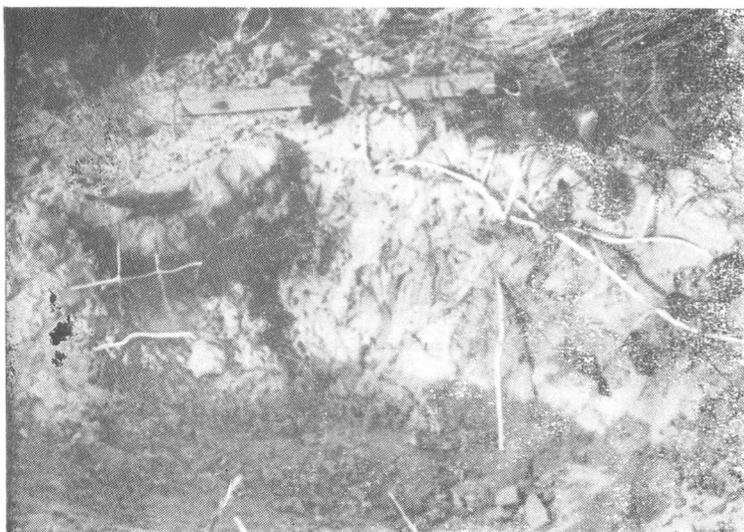


Fig. 15 — Sistema subterrâneo de *Hydrocotyle umbellata*

4 — *Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet. Espécie rastejante formando estôlho na superfície, ou caule soterrado originando ramos para cima. No esquema da figura 16, vê-se um caule subterrâneo a cêrca de 13 cm. de profundidade que originou vários ramos, sendo o maior com 22 cm. de comprimento. A maior raiz medida tinha 36 cm, portanto atinge a uma profundidade de mais ou menos 50 cm. Hueck (39) encontrou os caules subterrâneos até uma profundidade de 50 cm.

Nesse esquema notam-se três frutos formados em ramos mais velhos. As fôlhas são alternas, semi-carnosas, com contorno circular e bilobado no ápice; têm até 12 cm. de comprimento e 8 de largura e as flores são rôxo-claras, campanuladas. Medimos um estôlho na

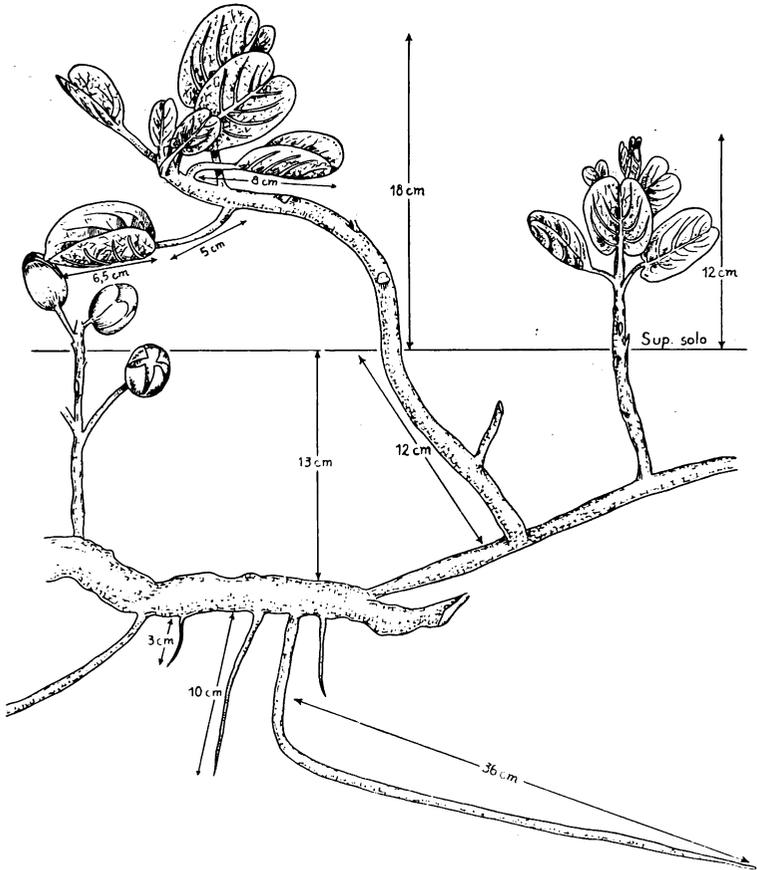


Fig. 16 — Sistema subterrâneo de *Ipomoea pes-caprae*

superfície da areia com cerca de 1,5 m, mas às vezes os estolhos podem atingir a vários metros.

5 — *Ipomoea littoralis* Boiss. Como se pode ver no esquema da fig. 17, em cima, essa espécie tem o caule subterrâneo geralmente a uma profundidade de 6 cm. e o limbo das fôlhas toca a superfície do solo, ficando freqüentemente com a face inferior coberta de areia e às vezes até parcialmente soterradas.

As fôlhas têm limbo estreito com os ápices levemente lobados, atingem até 8 cm. de comprimento e 3 cm. da largura (fig. 17, em baixo). As raízes maiores medidas por nós tinham 10 cm. e o siste-

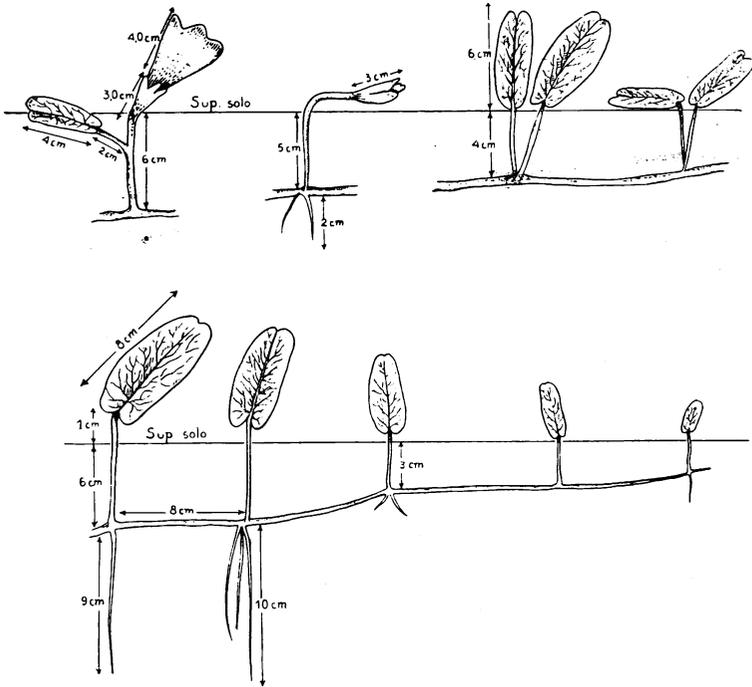


Fig. 17 — *Ipomoea littoralis*: em cima, parte de um ramo e secções de ramos com flôres; em baixo, a extremidade de um ramo; todos com as partes subterrâneas expostas.

ma radicular atingia a uma profundidade de mais ou menos 20 cm. As flores são brancas, isoladas, campanuladas e com cêrca de 7 cm. de comprimento, como podemos ver no esquema superior da fig. 17.

6 — *Remirea maritima* Aubl. Erva com rizoma que se estende sob a areia em direções que são evidenciadas pelos brotos que se formam distanciados uns dos outros (figura 18). As plantas podem atingir a 12 cm. de altura na parte aérea como se vê no esquema da fig. 19, mas a altura mais comum é de cêrca de 7 cm. O rizoma pode estar situado 10 cm. abaixo da superfície da areia e as raízes são pequenas, portanto o sistema radicular é bem superficial como no caso esquematizado em que êle atinge 15 cm. de profundidade (seg. Hueck, pode chegar até 30 cm). As fôlhas são pequenas, com 5-6 cm. de comprimento, aciculares, mais ou menos rígidas e dispostas

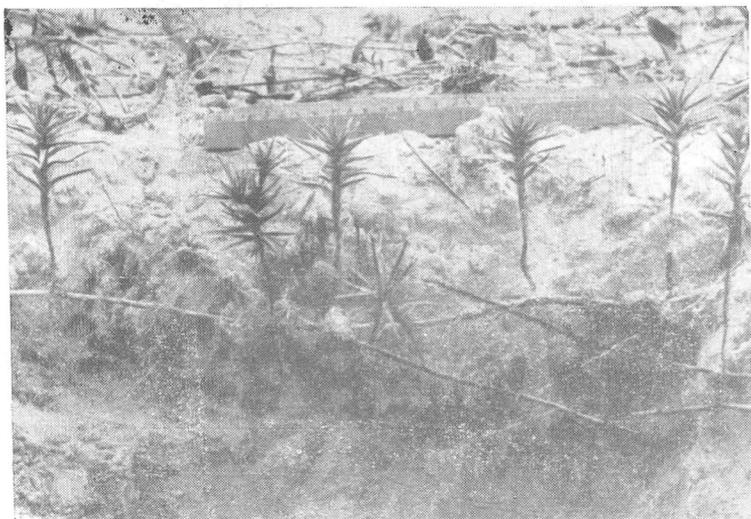


Fig. 18 — Sistema subterrâneo de *Remirea maritima*

de tal maneira que as plantinhas são conhecidas como “pinheirinho da praia”.

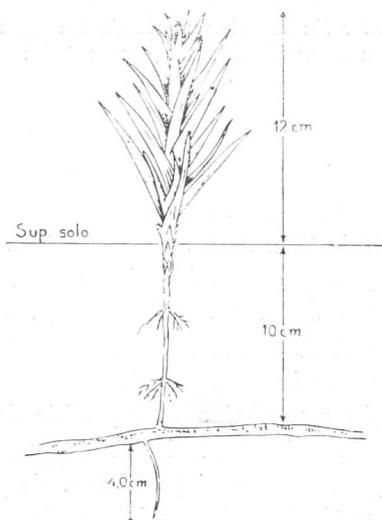


Fig. 19 — *Remirea maritima*



Fig. 20 — Sistema radicular de *Acicarpa spathulata*

7 — *Acicarpa spathulata* R. Br. As plantas, com caule subterrâneo, podem estar isoladas (fig. 20) ou agrupadas. No esquema da fig. 21 está representada uma plantinha isolada. Esta tem cerca de 13 cm. de altura, e a profundidade do sistema subterrâneo é 40 cm. As folhas são de cor verde clara, espatuladas, com 4-5 cm. de comprimento; a inflorescência é um capítulo ( $\phi = 1,0$  cm) e a infrutescência é espinhosa.

8 — *Oxypetalum tomentosum* Wight var. *parvifolium* (Fourn.) Malme. Erva rastejante com latex e folhas pequenas (3-4 cm), opostas, com limbo estreito e afilado na ponta. As flores, em inflorescências axilares, são pequenas, brancas e têm os lobos do cálice

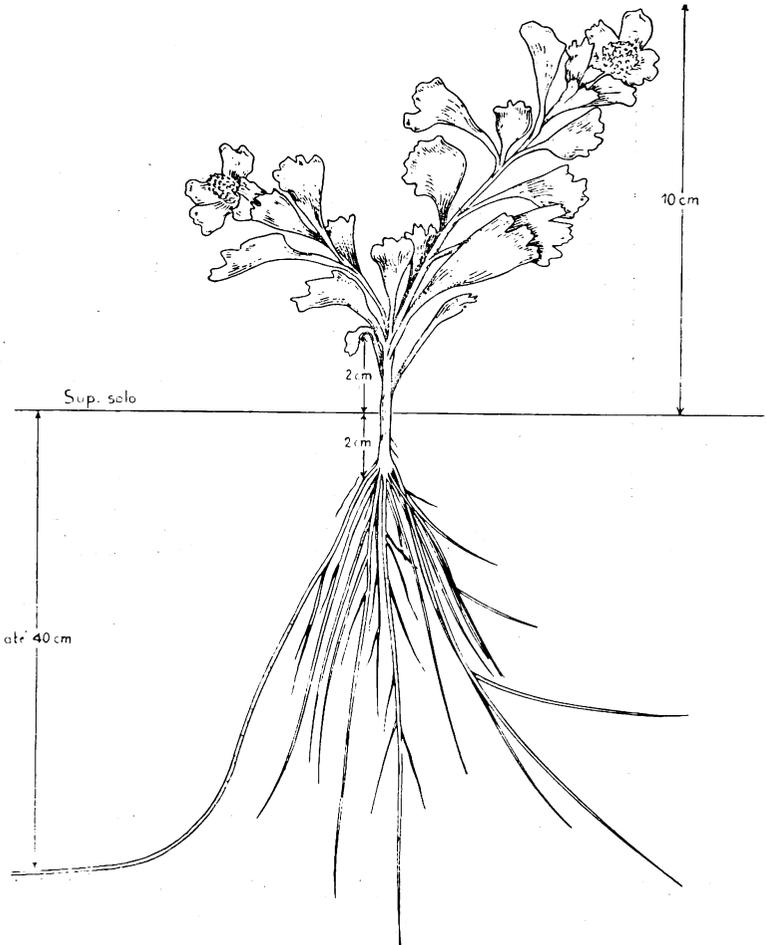


Fig. 21 — *Acicarpha spathulata*

ponteagudos . O meio fruto é uma cápsula fusiforme que abre por uma fenda e tem sementes com pêlos.

9 — *Canavalia obtusifolia* DC. Esta espécie forma estolões na superfície da areia, tem folhas alternas, trifolioladas, com folíolos largos e espessos. A inflorescência é um cacho com flores roxo-claras e o fruto é uma vagem (fig. 22) .

10 — *Polygala cyparissia* St. Hil. Erva pequena de côr verde escura e ramos dispostos radialmente na superfície da areia, com



Fig. 22 — Cobertura vegetal mais densa, com *Canavalia obtusifolia*, na região das dunas da praia de Peruibe.

fôlhas pequenas, lineares, sub-carnosas e com secção transversal circular. A inflorescência é um cacho terminal com flores azuis.

11 — *Epidendrum moseni* Reichb. Sub-arbusto com fôlhas pequenas, elíticas, carnosas, fibrosas e mais ou menos rígidas nos bordos. Tem um rizoma horizontal e às vêzes forma conjuntos densos com mais ou menos 80 cm de altura; sendo importante a reprodução vegetativa. As inflorescências são vistosas, com flores pequenas coloridas de amarelo e vermelho.

12 — *Diodia radula* Cham. S. Schl. Erva rastejante, às vêzes erecta ou trepadeira, com fôlhas (com 2-3 cm. de comprimento) opostas cruzadas, elíticas e pregueadas. As estípulas interpeciolares têm os bordos denteados e as inflorescências são axilares, com flores brancas, pequenas.

13 — *Diodia setigera* DC. Erva igualmente rastejante com fôlhas opostas cruzadas, menores e de forma diversa da espécie anterior (comprimento maior = 1 cm e largura = 2-3 mm), com o ápice mais afilado; inflorescência axilar.

14 — *Plantago catharinea* Decaisne. Erva que forma pequenas rosetas na superfície da areia com 2-3 cm. de altura e com rizoma erecto.

15 — *Lantana undulata* Schrank. Planta rasteira com caule trepador, com folhas opostas, elíticas; inflorescência axilar com flores em espiga, brancas.

16 — *Scaevola plumieri* (Vahl) Blume. Sub-arbusto que forma touceiras, com ramos aéreos de até 1 m. de altura, apresentando caule grosso com folhas alternas, bem próximas umas das outras em falsos verticilos, carnosas, relativamente grandes (comprimento de 5-6 cm), elíticas, semi-sésseis, as quais, quando novas, são verdes e quando velhas, amareladas (fig. 11). Flores isoladas, com corola típica. Uma escavação ao lado de uma planta de *Scaevola* mostrou que o sistema radicular atinge a 1 metro de profundidade.

17 — *Chrysobalanus icaco* Linn. Sub-arbustos isolados ou formando agrupamentos densos. O fruto carnoso avermelhado é conhecido como "maçãzinha da praia".

18 — *Dalbergia ecastophyllum* (L.) Taub. Sub-arbusto com caule flexuoso e folhas grandes coriáceas. Esta espécie também forma touceiras, pois seus ramos flexuosos às vezes ficam dispostos horizontalmente sobre o solo podendo ocasionalmente ser cobertos por areia e originar novas plantinhas. *Dalbergia ecastophyllum* às vezes forma agrupamentos na parte da praia bem próxima ao mar. O fruto é uma sâmara de contorno circular, achatada, e nasce na axila das folhas.

19 — *Sophora tomentosa* L. Planta arbustiva com folhas compostas imparipenadas, de 11 a 15 folíolos; inflorescência racemosa simples, com flores amarelas. O fruto é uma vagem torulosa.

20 — *Tibouchina holosericea* Baill. Arbusto perene, com alguns caules subterrâneos e outros aéreos, de secção quadrangular, atingindo até 1,0 m. de altura quando cresce nas regiões anteriores das dunas, mas podendo atingir a 2 m. de altura mais para o interior. As folhas são opostas cruzadas, quase sésseis, com muitos pêlos sedosos nas duas faces e com 3-5 nervuras salientes na face inferior. A inflorescência é cimosa, com flores roxas grandes.

21 — *Quesnelia arvensis* (Vell.) Mez. Erva terrestre que atinge até 80 cm de altura, com rizoma horizontal. Forma rosetas com fô-

lhas apicioladas, duras e denteadas nos bordos. A inflorescência forma uma espiga com brácteas de cor rosada vistosa.

22 — *Cereus pernambucensis* Lemaire. Sub-arbusto que pode atingir 2 m, geralmente com 4-5 arestas, com aréolas e espinhos. Formam agrupamentos devido à reprodução vegetativa; flores isoladas.

23 — *Cordia verbenacea* DC. Sub-arbusto que às vezes pode atingir 2 m de altura, com folhas alternas, elípticas, com cheiro característico. A inflorescência é um cacho simples.

Dessas observações devemos salientar que as plantas que formam estolões ou rizomas estão situadas nas dunas anteriores mais próximas do mar e que apresentam um sistema radicular superficial, sendo que as profundidades máximas atingidas pelas raízes não ultrapassam 50 cm.

Os sub-arbustos e arbustos estão situados nas regiões das dunas mais para o interior e têm um sistema radicular um pouco mais profundo atingindo geralmente de 1,0 a 1,5 m.

## MÉTODOS

Os métodos empregados no estudo da transpiração das plantas foram os usados anteriormente por outros pesquisadores do Departamento de Botânica. Esses métodos foram amplamente descritos e discutidos por Ferri em seus trabalhos sobre o cerrado e a caatinga (19, 20, 21, 22). Foram usados igualmente por Rawitscher (53), Rawitscher e Ferri (55), Rachid (52), Ferri e Lamberti (26), Andrade (3), Coutinho (13), Ferri e Labouriau (25) em estudos de plantas do cerrado, da caatinga, da mata pluvial, das caatingas do Rio Negro (Ferri, 21), entre outros. Tais métodos têm sido, também, utilizados no estudo de plantas cultivadas, como o eucalipto (Villaça e Ferri, 68), a cana de açúcar (Meguro, 47), o café (Franco, 27), entre outros.

No estudo da transpiração usamos o método das pesagens rápidas, com uma balança de torsão ("Doppelarmige Spiralfederwaage, H. B."). Essa balança foi adaptada numa caixa de vidro inteiramente fechada na parte anterior, com o botão que gira o ponteiro na escala graduada de 0 a 500 mg (divisão 1 mg), situado fora da caixa, de modo a podermos girá-lo e medir as diferenças de peso com a caixa fechada. A caixa apresenta as duas partes laterais e a

parte posterior com uma janela que abre e fecha com um pequeno trinco. Podemos, portanto, abrí-la nos intervalos entre as pesagens e expor a fôlha às condições climáticas do momento. Esse tipo de caixa foi de grande utilidade prática, pois nas condições em que trabalhamos predominava, durante todo o dia, uma brisa do mar para a terra, a qual às vêzes era tão forte que impossibilitaria a pesagem da fôlha numa balança total ou parcialmente exposta durante a pesagem. Na fig. 23 temos uma fotografia mostrando essa caixa com a balança e as condições em que trabalhamos, debaixo de um toldo sob o qual estavam pendurados os vários instrumentos normalmente usados para medir as condições meteorológicas. Medimos a evaporação com um evaporímetro de Piche, a umidade relativa com os termômetros sêco e úmido, pois nas condições reinantes na praia era impossível usar o higrômetro, visto que o vento soprando quase ininterruptamente durante todo o dia, alterava as leituras, dando valores falsos.

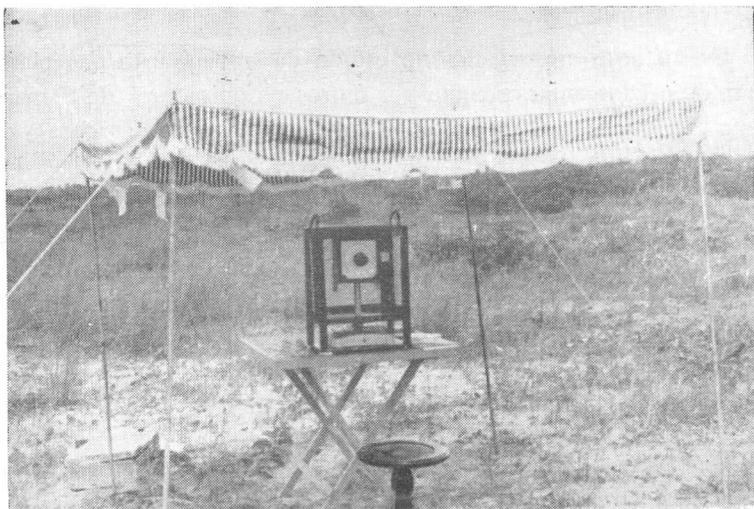


Fig. 23 — Local na praia de Peruibe, onde se realizou o presente trabalho, e parte do equipamento utilizado.

Medimos também a velocidade do vento usando um anemômetro do tipo "Vane anemometer n.º 1.405, Wilh. Lambrecht Göttin-

gen, automático, 0,3-20 m/s". Esse tipo de anemômetro consta de um mecanismo de relógio com um ponteiro que gira durante um minuto ao qual está ligado outro ponteiro que vai girar de acordo com o fluxo do vento durante aquele tempo, e dá a velocidade do vento em m/min.

Na determinação dos valores de transpiração com o método das pesagens rápidas, o intervalo entre as pesagens para cada folha foi de 3 minutos. Pada cada ponto da curva do andamento diário da transpiração usamos o valor médio de 3 folhas, referido à superfície unitária de 100 cm<sup>2</sup>. Nas espécies suculentas os dados foram referidos também a 1 g de peso fresco. Nestes casos é indicada a referência ao peso fresco, principalmente para a comparação das intensidades transpiratórias (Adriani, 1).

As medidas de velocidade do movimento hidroativo dos estômatos, da transpiração cuticular, do grau de abertura dos estômatos, "in situ", do déficit de saturação e da transpiração relativa, foram feitas com os métodos largamente empregados e descritos pelos autores já citados.

Nas determinações da transpiração relativa empregamos evaporímetros de folha ("Blattevaporimeter") e determinamos a transpiração total e a transpiração cuticular em porcentagem da evaporação. Para isso destacamos uma folha e determinamos a transpiração naquele momento; a seguir recortamos o molde dessa folha em papel mataborrão verde e por pesagens sucessivas determinamos a razão da evaporação. A transpiração cuticular era obtida destacando a folha e pendurando-a um certo tempo até fechar os estômatos, pois geralmente havia estômatos nas duas faces da folha. Quando não era esse o caso, usamos o método comum de vaselinar uma das faces.

Para o estudo da anatomia foliar foram feitos cortes no terço inferior da folha fresca ou fixada em álcool a 70% e os desenhos delineados com o auxílio de câmara clara Leitz.

As contagens de estômatos também foram feitas em cortes tangenciais do terço inferior das folhas; fizemos 10 contagens em cada uma de 10 folhas adultas (portanto 100 contagens), tiramos a média e calculamos o erro padrão.

Para as determinações da sucção ( $Sc$ ) das células das folhas usamos o método de Schardakow \*, que é mais prático e preciso para as observações no campo.

Preparamos uma série de soluções de sacarose de 0,1 M a 1,4 M. A seguir dividimo-la em 2 grupos: um grupo mantivemos como soluções-estoque e ao outro adicionamos para cada solução de molaridade 0,1 até 1,4 alguns cristais de azul de metileno. Feito isto preparamos várias baterias de 10 frascos, com capacidade de 10 ml e com tampa de plástico, com 1 ml das soluções de sacarose de 0,1 a 1,0 M ou de 0,5 a 1,4 M, retiradas das soluções-estoque.

Essas baterias eram acondicionadas em caixas e levadas para a praia onde, com o auxílio de um cortador circular ( $\phi = 0,6$  cm), colocamos 10 discos de folhas em cada frasco da série 0,1 a 1,0 M ou 0,5 a 1,4 M. Para isso usamos várias folhas, previamente limpas com papel de filtro, das espécies cuja sucção celular estávamos investigando.

Depois de 2 horas retiramos cuidadosamente os discos de folhas e calculamos a variação da concentração das soluções de sacarose contidas nesses frascos, da seguinte maneira: acrescentamos a solução azul de sacarose da molaridade correspondente, cuidadosamente, com uma pipeta de ponta fina, no centro de cada uma dessas soluções que continham os discos de folha. Por exemplo, ao frasco que continha a solução 0,1 M de sacarose colocamos no centro desta uma gota da solução 0,1 M de sacarose colorida pelo azul de metileno. Quando a solução do frasco havia aumentado a sua concentração, a gota da solução azul subia e depois permanecia à superfície da primeira. Neste caso, a solução do frasco era hipotônica com relação ao  $Sc$  das células da folha e ela ficou mais concentrada porque as células absorveram água. Quando havia diminuído a concentração da solução do frasco na qual estavam os discos, a gota azul descia e permanecia no fundo, e a solução era hipertônica com relação ao  $Sc$  das células da folha. Quando a concentração da solução que continha os discos de folha não se havia alterado sensivelmente, a es-

\* Este método foi descrito por W. S. Schardakow em 1956, no trabalho "Die Bestimmung der Bewässerungstermine der Baumwollpflanze mit Hilfe der Saugkraft der Blätter. Arb. Akad. Wiss. Usbek. Taschkent (Russ.), de que não dispomos.

fera azul permanecia no centro e essa era a solução isotônica com a força de sucção celular. Quando a gôta não permanecia parada no centro, em nenhuma das soluções em teste, a molaridade da solução isotônica estava entre aquela na qual a gôta azul subiu e aquela na qual ela desceu.

Essas determinações foram feitas na Praia de Peruibe e geralmente pela manhã (9-10 hs.). Verificamos posteriormente, numa tabela, os valores em atmosferas, do Sc das células da fôlha.

Determinamos a porcentagem de NaCl nas cinzas de fôlhas como segue: a preparação da amostra foi feita segundo a técnica descrita por Lepper (43); um grande número de fôlhas era destacado e lavado para retirar tôda a matéria estranha, especialmente partículas de areia aderentes e passado rapidamente para um estufa (70.°C); a seguir, essas fôlhas eram moidas e passadas para cadinhos com tampa, que eram pesados e colocados num forno mufla elétrico; retirados da mufla, os cadinhos com as cinzas eram colocados num dessecador e estas eram usadas na determinação do NaCl pelo método gravimétrico de Kolthoff & Sandell (41). Para as pesagens usamos uma balança Mettler-Zürich, Type H<sub>15</sub>, cap. 160 g.

Primeiramente pesamos a amostra e adicionamos a ela água destilada num total de 150 ml. até lavar completamente o cadinho. Filtramos em papel de filtro para um vaso de precipitação de capacidade de 300 ml. (com bastão de vidro, coberto com vidro de relógio e envolvido em papel preto). agitamos e acidificamos com 1 ml de HNO<sub>3</sub> 1:1. Ensaíamos com solução de nitrato de prata a água destilada e o ácido nítrico para verificar a ausência de cloretos.

Precipitamos o cloreto de prata (AgCl) adicionando lentamente, com agitação, um ligeiro excesso de nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>) 0,1 N a frio. Esta operação e as subseqüentes foram realizadas com luz atenuada. Depois aquecemos a suspensão até uma temperatura próxima da ebulição, agitamos durante 1-2 minutos, retiramos do fogo e deixamos sedimentar o precipitado. Adicionamos então algumas gôtas de AgNO<sub>3</sub> ao líquido sobrenadante para verificar a precipitação total dos cloretos. Colocamos o vaso no escuro e deixamos em repouso 2 horas antes de filtrar. Passamos o precipitado para um cadinho Gooch previamente pesado, o qual foi preparado seguindo as indicações quanto à técnica de preparação e filtração em Gooch.

A seguir aquecemos o cadinho Gooch e seu conteúdo em estufa (100°C) até pêso constante. Conhecido o pêso do AgCl, calculamos a porcentagem de NaCl na cinza de fôlhas.

Para a determinação da quantidade de NaCl na solução do solo, retiramos uma amostra do solo a 3 m do nível da maré mais alta e a 40 cm de profundidade; pesamos e secamos em estufa a 100°C até pêso constante; a diferença indicava a quantidade de água do solo e com êsse dado calculamos a porcentagem de água no solo; a seguir preparamos uma solução do solo acrescentando 10 x o conteúdo de água e agitando muito bem durante 24 horas; depois de filtrada a solução (segundo Weaver & Clements, 69), determinamos a porcentagem de NaCl usando método gravimétrico.

## RESULTADOS EXPERIMENTAIS

### Andamento diário da transpiração

No estudo do andamento diário da transpiração das plantas das dunas geralmente foram feitas observações durante a época sêca (período de baixa pluviosidade) e a época chuvosa. Nos dias em que fizemos tais estudos, também analisamos o andamento diário da temperatura, da evaporação, da umidade relativa e da velocidade do vento. Devido a variações no comportamento dessas plantas, torna-se necessário analisar êsses dados em conjunto. Apresentamos, por isso, juntamente com os gráficos do andamento diário da transpiração, os do andamento diário das condições meteorológicas naqueles mesmos dias.

Para tôdas as espécies em que estudamos o andamento diário da transpiração, fizemos também, no mesmo dia, observações sôbre o comportamento dos estômatos "in situ", com o método de infiltração com xilol, nas várias horas do dia.

### A — Andamento diário da temperatura, evaporação, umidade relativa e velocidade do vento.

As figuras n.ºs 24 a 34 mostram os gráficos obtidos nos dias: 6.9.60, 17.9.60; 2.2.61, 3.2.61, 27.6.61, 28.6.61, 13.7.61, 10.11.61; 24.1.62, 27.1.62 e 7.7.62.

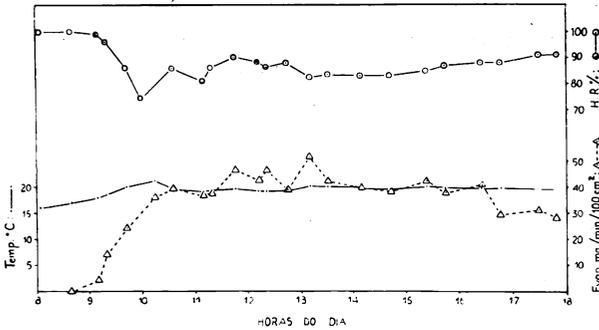


Fig. 24 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa e evaporação, na praia de Peruibe, no início da época chuvosa (6-9-60).

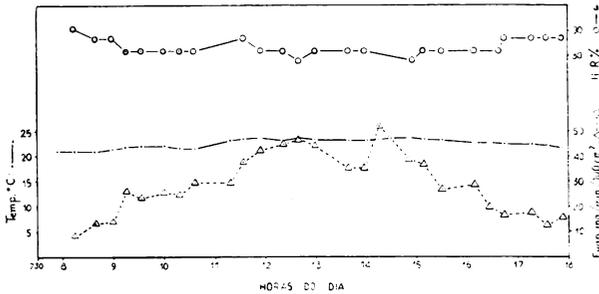


Fig. 25 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa e evaporação, na praia de Peruibe, no início da época chuvosa (17-9-60).

Como vimos nos dados das condições meteorológicas no estudo das condições do ambiente, não há uma época chuvosa bem determinada. Os meses em que mais chove são outubro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, e os com menor quantidade de chuva anual, junho, julho e agosto.

Faremos inicialmente uma análise dos gráficos das condições climáticas da estação chuvosa, escolhendo dentre êles os mais típicos.

Na fig. 24 apresentamos o gráfico do andamento diário da temperatura, da umidade relativa e da evaporação em um dia (6.9.60) de setembro, no início da época chuvosa. Observa-se nêle que a temperatura não variou muito durante todo o dia, sendo seu valor mínimo 16°C, no início das observações, subindo rapidamente para o máximo às 10 h 30 min, quando atingiu 21°C e durante o resto do dia os valores oscilaram um pouco em tórno dêste último. A umidade

relativa decresceu até um valor mínimo de 74% às 10 horas e durante as outras horas do dia permaneceu alta, variando ao redor de 80-90%. A evaporação também subiu rapidamente até às 10 h 30

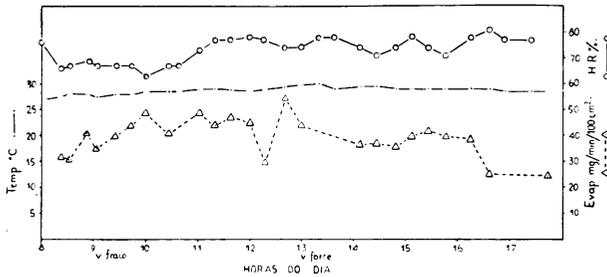


Fig. 26 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa e evaporação, na praia de Peruipe, na época chuvosa (2-2-61).

min e depois, no decorrer do dia, oscilou ao redor de 40 a 50 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, sendo seu valor máximo, atingido às 13 h 10 min, igual a 51 mg/min/100 cm<sup>2</sup>.

No gráfico de novembro de 61 (10.11.61) da fig. 31, temos as curvas das condições meteorológicas, incluindo determinações da velocidade do vento. A temperatura máxima ocorreu às 8 horas e foi igual a 26°C; manteve-se mais ou menos constante durante o dia todo, com valores entre 23 e 24,5°C. A menor umidade relativa

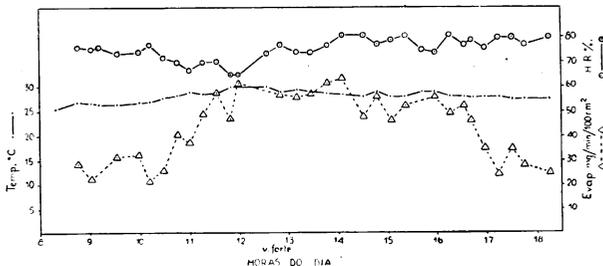


Fig. 27 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa e evaporação, na praia de Peruipe, na época chuvosa (3-2-61).

ocorreu às 8 h 20 min e atingiu o valor de 60% subindo para 70% e mantendo-se ao redor desse valor o dia todo. A curva de evaporação se elevou até às 9 horas, atingindo o valor de 70 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, decrescendo um pouco depois, para subir novamente até seu valor máximo às 12,00 horas (86 mg/min/100 cm<sup>2</sup>). Essas curvas podem ser

fácilmente explicadas pela ocorrência de vento, pois, como podemos observar no gráfico, êste começou a soprar às 9 h 15 min, com uma velocidade igual a 118 m/min e chegou ao valor máximo com uma velocidade igual a 195 m/min às 12 horas.

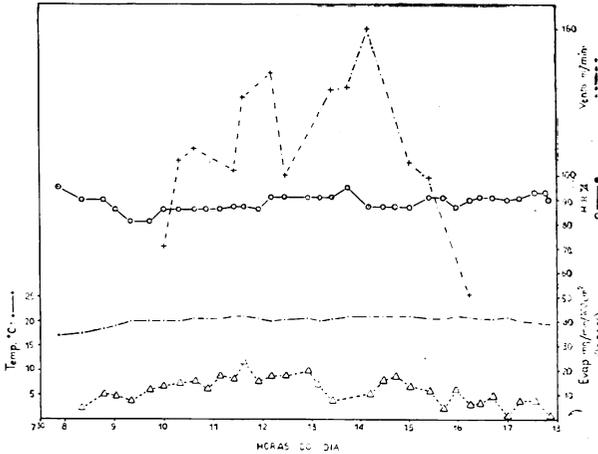


Fig. 28 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento na praia de Peruibe, na época seca (27-6-61).

Nas primeiras horas do dia, portanto, quando não havia vento, os valores da evaporação foram sempre crescentes, mas às 9 horas, com o início do vento do mar para a terra, a evaporação diminuiu. Um fato interessante observado é que com velocidades muito altas do vento, por exemplo às 12 horas no gráfico, a evaporação aumentou.

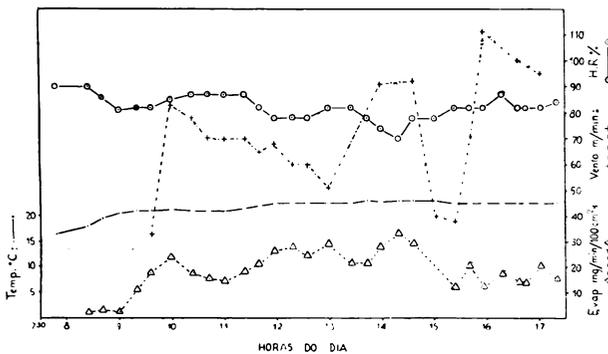


Fig. 29 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento na praia de Peruibe, na época seca (28-6-61).

tou novamente, fato êsse provavelmente explicável porque neste caso a remoção da umidade pelo vento é muito maior que a reposição durante êsse intervalo de tempo pelo próprio vento, que sopra do mar para a terra carregado de borrifos d'água. O vento persistiu durante todo o dia, mas decresceu à tarde e parou às 16 horas.

No dia 24-1-62, como se pode ver na fig. 32, condições mais drásticas ocorreram, pois a temperatura se elevou de 26°C até 33,5°C, às 9 horas da manhã, baixando depois dessa hora para valores ao redor de 26°C que persistiram durante todo o dia. O valor mínimo da umidade relativa também ocorreu pela manhã, pois às 8 h 48 min chegou a 56%, elevando-se novamente às 9 h 30 min para valores ao re-

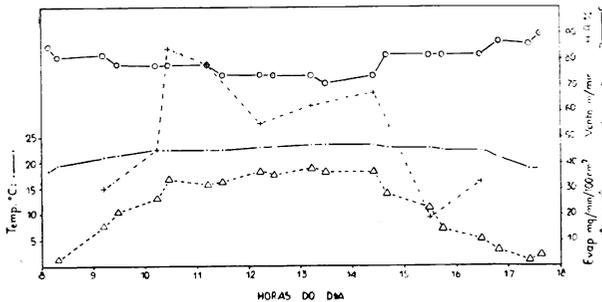


Fig. 30 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento na praia Grande (Mongaguá), na estação seca (13-7-61).

dor de 80%. A evaporação foi máxima às 9 h da manhã, com um valor muito alto, de 86 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, decrescendo depois dessa hora para valores mais baixos, com muitas oscilações durante todo o dia.

Relacionado com essas curvas está também o vento, o qual começou às 8 h 50 min (vel. = 50 m/min), parou das 9 h 30 min às 10 h 18 min, quando começou novamente com valores altos, de 80 m/min, atingindo velocidades muito grandes às 13 e 14 horas (150 m/min). Depois dessa hora a velocidade começou a decrescer e às 16 h 30 min o vento parou.

Na fig. 27 temos um gráfico das condições climáticas de fevereiro, um dos meses em que mais chove no litoral do Estado de São Paulo. No dia 3-2-61 a temperatura variou de 26°C, às 8 h 18 min a 30°C. A umidade relativa atingiu valor mínimo (65%) às 12 horas, mas se manteve ao redor de 80% nas demais horas do dia. A curva de evaporação apresenta dois máximos, um às 12 horas, quan-

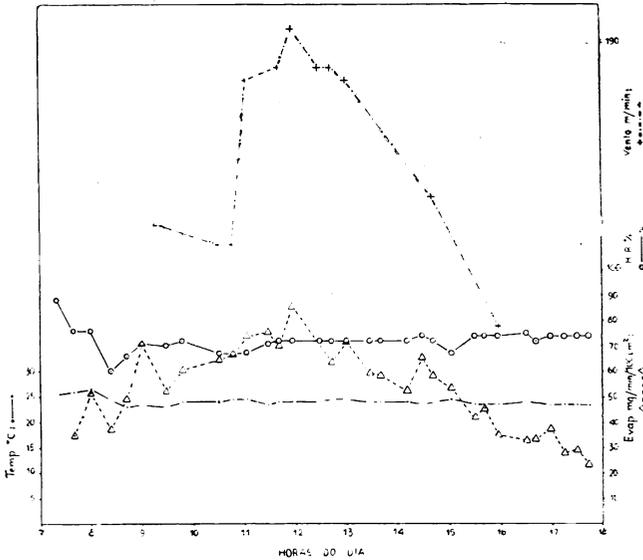


Fig. 31 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento, na praia de Peruibe, na época chuvosa (10-11-61).

do a evaporação foi de 61 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, e outro às 14 h 06 min, com evaporação igual a 63 mg/min/100 cm<sup>2</sup> e decresceu, a partir dessa hora, para 25 mg/min/100 cm<sup>2</sup>. Nesse dia também soprou um vento forte do mar, com início às 12 h 30 min. Neste caso,

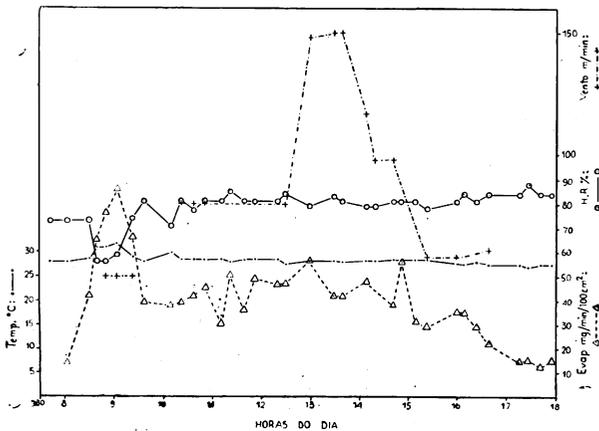


Fig. 32 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento na praia de Peruibe, na época chuvosa (24-1-62).

no gráfico está assinalado somente vento forte porque na ocasião ainda não dispúnhamos de um anemômetro para medir a velocidade do vento.

As determinações das condições meteorológicas na época da seca foram feitas nos meses em que menos chove durante o ano, no litoral do Estado de São Paulo, isto é, em junho e julho.

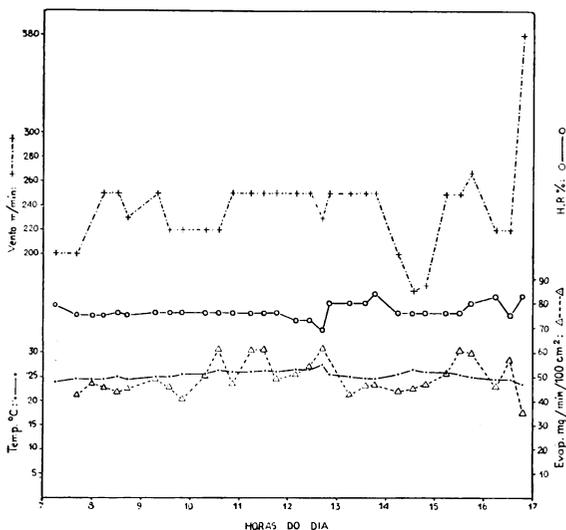


Fig. 33 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento na praia Grande (Mongaguá), na época chuvosa (27-1-62).

Na fig. 28 temos o gráfico das condições climáticas do dia 27-6-61. Neste gráfico podemos observar que a temperatura não atingiu valores muito elevados, sendo o máximo 21°C. Também neste dia a temperatura se elevou gradualmente até às 9 h 20 min, mantendo-se depois dessa hora mais ou menos estacionária durante todo o dia. A evaporação mostrou oscilações ao redor de valores baixos durante todo o dia, sendo o máximo às 11 h 40 min, de 23 mg/min/100 cm<sup>2</sup>. O menor valor da umidade relativa foi 81% entre 9 h 20 min e 9 h 45 min; manteve-se mais alta e com oscilações durante o dia todo. O vento começou às 10 horas soprando ininterruptamente e aumentando a velocidade até às 14 h 10 min, ocasião em que atingiu o seu valor mais alto, de 160 m/min. Depois dessa hora decresceu até às 16 h 15 min, quando cessou.

A temperatura mais baixa observada foi no dia 7-7-62, como se pode ver no gráfico da fig. 34. Neste dia a temperatura variou de 10°C às 7 h 45 min, subindo até os valores de 17 e 18°C nas outras horas e à tarde decrescendo até 15°C. Nêsse dia a curva de evaporação foi ascendente, com muitas oscilações, sendo o valor mais alto, atingido às 14 h 48 min, igual a 80 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, com decréscimo à tarde.

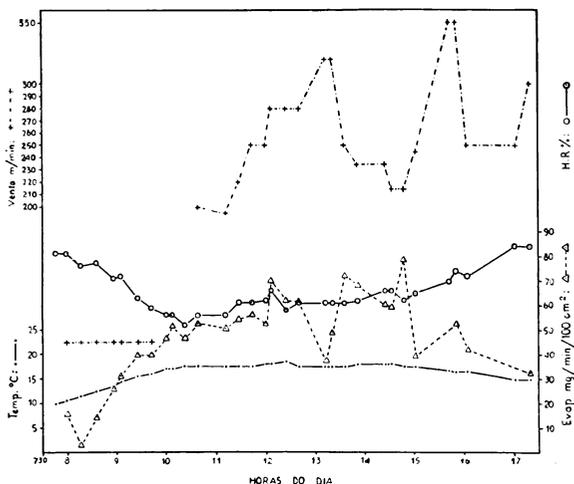


Fig. 34 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento na praia de Peruibe, na época seca (7-7-62).

A umidade relativa baixou até às 10 h 20 min (52%) e manteve-se entre 50 e 70% durante todo o dia, somente se elevando a valores mais altos depois das 16 horas.

A velocidade do vento era relativamente baixa (90 m/min) até às 10 horas. Às 10 h 40 min começou a soprar um vento forte com uma velocidade de 200 m/min, que foi se elevando, com rajadas mais fortes ou mais fracas e com valor máximo de 350 m/min entre as 15 h e 16 h. Essa predominância de ventos fortes com rajadas explicariam, neste caso, as oscilações observadas na curva da evaporação as quais foram muito grandes.

Como vimos nêsses gráficos, portanto, as curvas das condições meteorológicas freqüentemente variam muito durante o decorrer do dia. De um modo geral as curvas de temperatura e evaporação são

ascendentes até às 9 ou 10 horas da manhã, às vezes atingindo seus valores máximos a essa hora. Frequentemente até às 10 horas havia calma e às 10 horas começava a soprar um vento forte, do mar para a terra, carregado de umidade, o que explicaria as curvas obtidas de evaporação, umidade relativa e temperatura.

Nas outras horas do dia o vento continuava a soprar ininterruptamente com rajadas cuja velocidade às vezes variava muito, ocasionando oscilações nas curvas de evaporação e umidade relativa. Observamos que de um modo geral ventos com velocidades relativamente baixas tendem a aumentar a umidade relativa do ar e diminuir a evaporação. Este fato é explicado porque o vento frequentemente sopra do mar para a terra e é, portanto, carregado de borrifos d'água salgada, aumentando a umidade da atmosfera. Às vezes à tarde, quando o vento era contínuo e em direção à terra, notamos uma forte condensação de vapores (neblina) perto do solo no local em que trabalhávamos, isto é, próximo ao mar.

Em nossas determinações das condições meteorológicas para a época seca, isto é, no inverno, a temperatura mínima medida foi de  $10^{\circ}\text{C}$  no início do dia, e a temperatura máxima foi de  $23^{\circ}\text{C}$ . A menor umidade relativa foi 52% e a maior 95%. Para os dados de evaporação o menor foi  $2\text{ mg/min}/100\text{ cm}^2$  e o maior  $78\text{ mg/min}/100\text{ cm}^2$ . A velocidade do vento variou entre  $16\text{ m/min}$  e  $350\text{ m/min}$ .

Na época chuvosa a menor temperatura observada por nós foi  $16^{\circ}\text{C}$  e a maior  $34,5^{\circ}\text{C}$ ; a umidade relativa máxima foi 100% e a mínima 38%; nesse mesmo dia observamos a maior evaporação —  $159\text{ mg/min}/100\text{ cm}^2$ . A menor evaporação determinada nessa época foi  $4,0\text{ mg/min}/100\text{ cm}^2$ . A velocidade do vento mínima medida foi  $50\text{ m/min}$  e a máxima  $380\text{ m/min}$ .

Dêsses dados se conclui que as maiores evaporações foram observadas nos meses de verão, na estação chuvosa, bem como os menores valores da umidade relativa. Também a temperatura no verão atingiu valores muito elevados, chegando a  $34,5^{\circ}\text{C}$ . A temperatura mínima medida por nós no inverno foi de  $10^{\circ}\text{C}$ . As velocidades máximas e mínimas do vento não variaram muito comparando-se as duas épocas.

B — Andamento diário da transpiração

I — Ervas terrestres (estoloníferas ou rizomatosas).

1 — *Philoxerus portulacoides* St. Hil.

A curva do andamento diário da transpiração dessa espécie revela dois máximos e, portanto, restrição. *Philoxerus portulacoides* é uma suculenta da ante-duna e na figura 35 temos o gráfico do andamento diário da sua transpiração na época chuvosa (24-1-62).

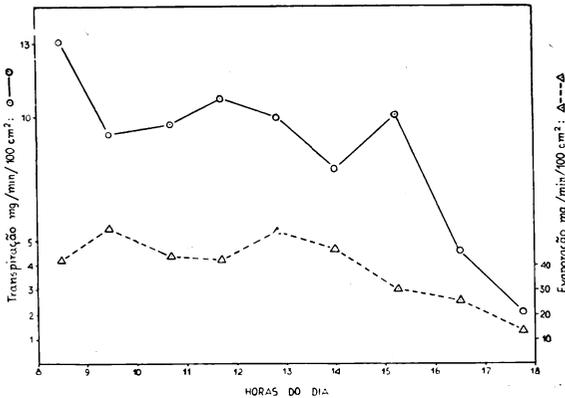


Fig. 35 — Andamento diário da transpiração de *Philoxerus portulacoides*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (24-1-62).

Comparando-se as duas curvas nota-se que a da transpiração não acompanha a da evaporação, pois há um decréscimo às 9 h 30 min indicando uma restrição e, além disso, há outro máximo à tarde: a curva da evaporação é descendente e a da transpiração ascendente nessa ocasião. A transpiração máxima por unidade de superfície foi 13 mg/min/100 cm<sup>2</sup>.

Observando as curvas das condições meteorológicas desse dia (24-1-62), na fig. 32, vemos que os maiores valores da evaporação ocorreram pela manhã, às 9 horas e que os valores oscilaram durante todo o dia. Nota-se também que às 8 h 50 min começou a soprar um vento fraco do mar para a terra, com velocidade igual a 50 m/min, o qual parou entre 9 h 20 min e 10 h 20 min, começando de novo com valores cada vez maiores até atingir, às 14 horas, a veloci-

dade de 150 m/min, decrescendo depois dessa hora. O ocorrência de vento explicaria os valores de evaporação elevados no início do dia quando êle ainda era fraco e os valores mais baixos durante o dia todo quando êle era mais forte, pois, como se pode ver pela curva da H. R., ela atingiu os menores valores antes das 9 horas da manhã (56%) e depois dessa hora aumentou até valores ao redor de 80%.

Essas curvas mostram, portanto, que mesmo na época do verão, quando condições climáticas mais severas deveriam ocorrer, o vento soprando do mar para a terra mantém um ambiente de alta H. R. e com evaporação relativamente baixa, sendo portanto os valores de transpiração também relativamente baixos nesse dia.

Sobre o efeito do vento na transpiração Stocker (63) afirma o seguinte: — "... não é de admirar-se dos efeitos diversos observados com relação ao vento. Via de regra vemos como é de se esperar uma ascensão na transpiração. Sua curva então segue mais ou menos aquela da evaporação e deixa atrás aquelas do deficit de saturação não afetados pelo vento. Globalmente não se poderá superestimar o efeito da ascensão transpiratória pelo vento ao ar livre. Para a vegetação rasteira é preciso considerar o freiamento extraordinariamente forte do vento nas proximidades do solo, mesmo em dias de altas velocidades eólicas —".

Êsse autor, porém, refere-se às variações na evaporação e transpiração causadas pelo vento mas sem correspondentes alterações nos deficits de saturação do ar, o que não é o caso no presente trabalho.

Na fig. 36 temos os andamentos diários da transpiração dessa espécie na época sêca (27-6-61).

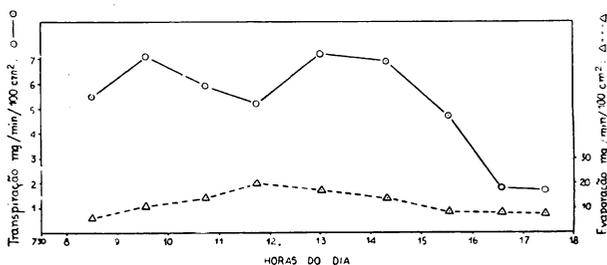


Fig. 36 — Andamento diário da transpiração de *Philoxerus portulacoides*, e da evaporação na praia de Peruipe, na época sêca (27-6-61).

A curva de andamento diário da transpiração nessa época também apresenta 2 máximos, um às 9 h 35 min e outro às 13 h, havendo um período, das 9 h 35 min às 11 h 45 min, durante o qual a curva da transpiração não acompanha a da evaporação, revelando uma pequena restrição nesse período. A transpiração máxima por unidade de superfície foi igual a 7,2 mg/min/100 cm<sup>2</sup> às 13 h. No dia 27-6-61 (figura 28) a evaporação manteve valores baixos o dia todo e o vento começou a soprar às 10 horas (70 m/min) com rajadas sempre crescentes até às 14 h 10 min (160 m/min).

A H. R. foi alta durante todo o dia, o valor menor ocorreu às 9 h 30 min e foi igual a 80%.

Como conseqüência, portanto, das condições climatológicas na época da seca, a transpiração também apresenta valores mais baixos que no verão, e, igualmente como na época chuvosa, apresenta uma pequena restrição na hora em que a evaporação se torna um pouco maior.

Vemos na Tabela 13 que os valores máximos da transpiração de *Philoxerus portulacoides* por unidade de peso são muito baixos, tanto na época chuvosa como na época seca, sendo bem menores nesta última (diferença = 50%).

De maneira geral podemos concluir que essa espécie suculenta apresenta valores muito baixos de transpiração e que os valores mais baixos são os da época seca e que em ambas as épocas ela apresenta uma pequena restrição na transpiração.

Infiltração com xilol feita no dia 24-1-62 em folhas dessa planta, mostrou uma diminuição da abertura estomática entre 11 h 10 min e 13 h 30 min, mas tal diminuição não coincidiu com a observada na curva da transpiração dessa época. O mesmo ocorreu com a infiltração no dia 27-6-61 (época seca) e seus valores também coincidiram com a curva da transpiração, pois com o xilol não notamos fechamento estomático.

## 2 — *Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet

Outro gráfico (fig. 37) de andamento diário da transpiração que apresentamos, é o de *Ipomoea pes-caprae*, no início da época chuvosa (7-9-60). Ele mostra que a curva da transpiração acom-

panha a da evaporação e que o valor máximo da transpiração é 5,4 mg/min/100 cm<sup>2</sup>.

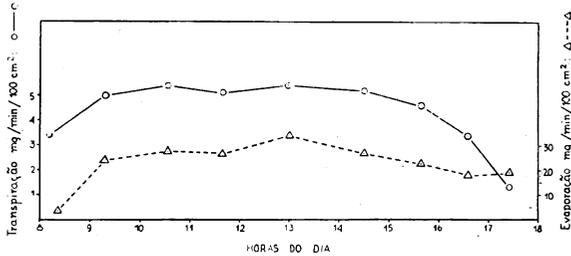


Fig. 37 — Andamento diário da transpiração de *Ipomoea nes-caprae*, e da evaporação na praia de Peruibe, no início da época chuvosa (7-9-60).

A curva do andamento diário da transpiração em plena época chuvosa, mostrada na fig. 38. do dia 2-2-61, acompanha a da evaporação, mas com um valor máximo bem maior, 19,4 mg/min/100 cm<sup>2</sup> às 10 h 10 min; ambas as curvas são ascendentes até essa hora, tornando-se descendentes depois. O decréscimo depois das 10 horas também neste caso é explicado pela ocorrência de vento que ainda era fraco às 9 horas.

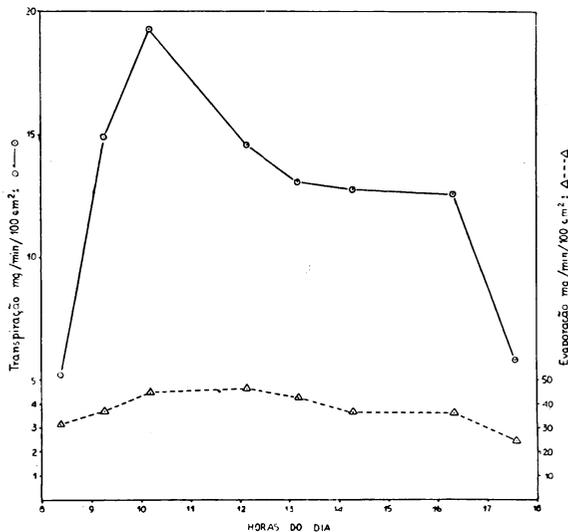


Fig. 38 — Andamento diário da transpiração de *Ipomoea pes-caprae*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (2-2-61).

Durante a época sêca (7-7-62), como se pode ver pela fig. 39, enquanto a curva da evaporação é ascendente, a da transpiração apresenta uma depressão até as 11 h 18 min, mostrando uma nítida restrição pela manhã. Nas outras horas do dia ela acompanha a curva da evaporação. Pelos gráficos das condições meteorológicas (fig. 34) vemos que às 10 h 30 min começou a soprar um vento forte, que ainda não causou efeito e depressão na curva da evaporação até às 12 h 15 min, provavelmente devido à sua direção ou à sua velocidade. Depois dessa hora velocidades muito altas do vento (350 m/min) causaram uma diminuição na evaporação e conseqüentemente na transpiração. O valor mais alto da transpiração nessa época foi 6.0 mg/min/100 cm<sup>2</sup>.

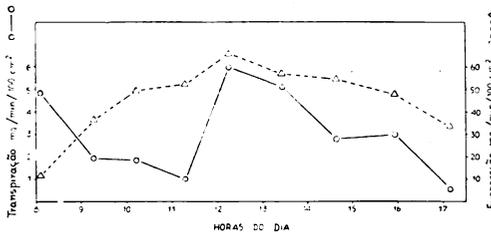


Fig. 39 — Andamento diário da transpiração de *Ipomoea pes-caprae*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época sêca (7-7-62).

Da observação dos gráficos das 2 épocas nota-se ainda que na época chuvosa os valores da transpiração foram muito elevados em confronto com os da evaporação, e na época sêca tal fato não ocorreu.

Em resumo, essa planta apresentou restrição sòmente na época sêca, com valores máximos de transpiração bem mais baixos também nessa época.

Os valores de infiltração com xilol para essa espécie no dia 2-2-62 concordam com os da transpiração; mostram que os estômatos estavam mais abertos às 10 horas e continuaram abertos durante todo o dia. No dia 7-7-62 vimos que pela manhã o xilol quase não penetrava mas depois das 12 horas penetrou bem; na face superior, a infiltração foi maior e seus resultados concordam com os da curva de transpiração.

3 — *Hydrocotyle umbellata* Linn.

Outra espécie com hábito rastejante, cujas fôlhas ficam na superfície da areia é *Hydrocotyle umbellata* cujos gráficos de transpiração nas estações chuvosa e seca apresentamos nas figs. 40, 41 e 42.

Na fig. 40 que representa a curva do andamento diário da transpiração no início da estação chuvosa (6-9-60) nota-se que a curva do andamento diário da transpiração acompanha a da evaporação pela manhã, mas às 13 h 20 min, enquanto a curva da evaporação ainda é ascendente, a da transpiração apresenta um nítido decréscimo, portanto, restrição durante certo tempo, revelando 2 máximos, pois os estômatos reabrem novamente depois dessa hora, acompanhando de novo a curva da evaporação. A transpiração máxima nesse dia foi 13 mg/min/100 cm<sup>2</sup> às 10 h 25 min. O gráfico das condições meteorológicas para êsse dia está representado na fig. 24 e nêle nota-se que a evaporação atingiu o valor mais elevado, igual a 51 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, às 13 h 12 min, não coincidindo, pois, com o máximo da transpiração, que ocorreu às 10 h 25 min.

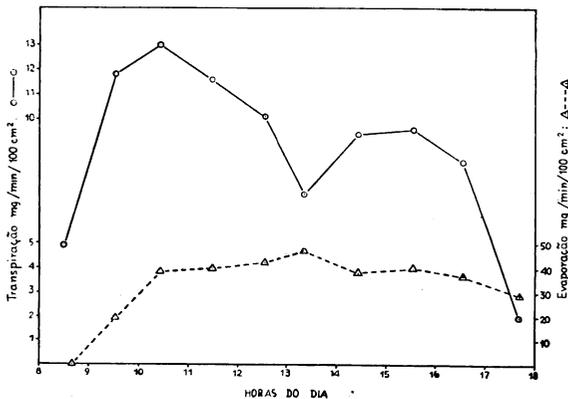


Fig. 40 — Andamento diário da transpiração de *Hydrocotyle umbellata*, e da evaporação na praia de Peruibe, no início da época chuvosa (6-9-60).

Na época chuvosa os valores de transpiração foram mais elevados, sendo o mais alto, às 12 h 25 min, de 25,3 mg/min/cm<sup>2</sup>. Nessa época, no gráfico do andamento diário da transpiração do dia 3-2-61 (fig. 41), vemos que a curva da transpiração acompanha a da evaporação, cujos valores também foram relativamente altos nesse dia.

O gráfico das condições meteorológicas do dia 3-2-61 está na fig. 27 e nele vemos que os maiores valores da evaporação foram entre 12 h e 14 h e 15 min e nesse dia soprou do mar um vento forte a partir de 12 h 30 min.

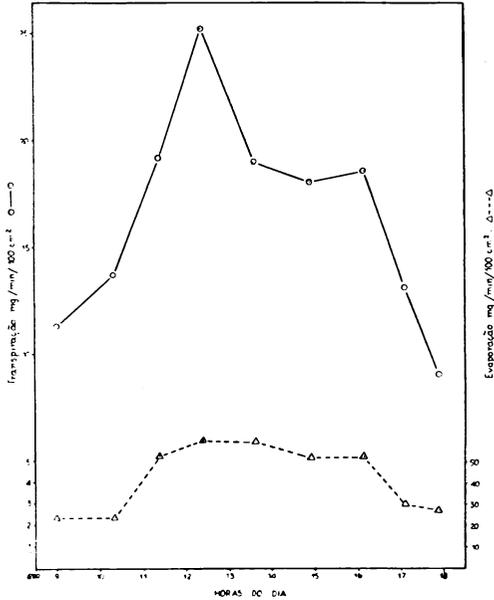


Fig. 41 — Andamento diário da transpiração de *Hydrocotyle umbellata*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (3-2-61).

Na época seca (fig. 42) do dia 27-6-61, a curva do andamento diário da transpiração não acompanha a da evaporação, apresentando também uma restrição às 12 h 20 min, hora em que o valor da evaporação é o mais alto; a transpiração elevou-se novamente quando a curva da evaporação decresceu um pouco, apresentando nessa hora o seu valor máximo, que foi 9,3 mg/min/100 cm<sup>2</sup>. Esse tipo de curva com 2 máximos mostra que o fechamento em hora de condições mais severas possibilita uma reabertura posterior dos estômatos nas horas em que a evaporação está diminuindo. No gráfico das condições meteorológicas desse dia (fig. 28) vemos que os valores da evaporação foram baixos durante todo o dia e que o vento começou a soprar às 10 horas com velocidades crescentes, mas com oscilações até 14 h 10 min (velocidade máxima 160 m/min).

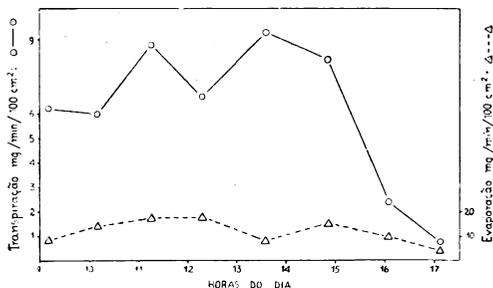


Fig. 42 — Andamento diário da transpiração de *Hydrocotyle umbellata*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época seca (27-6-61).

Portanto, mesmo nas condições em que a evaporação foi relativamente baixa na época da seca, *Hydrocotyle* apresentou uma pequena restrição no consumo d'água e na época chuvosa tal restrição não ocorreu e os valores máximos de transpiração nessa última época foram maiores que na seca.

No dia 6-9-60 essa planta mostrou diminuição de infiltração às 11 h e 14 h 10 min, nas duas faces, mas às 13 horas, quando houve restrição na curva da transpiração, não houve, por infiltração de xilol, indicação de fechamento estomático.

No dia 3-2-61 os valores de infiltração com xilol acompanharam os de transpiração durante todo o dia, não revelando diminuições de fendas estomáticas.

No dia 27-6-61 a infiltração com xilol mostrou estômatos mais abertos às 11 h, 12 h e 13 h, o que discrepou da curva de transpiração com restrição às 12 h 20 min.

#### 4 — *Spartina ciliata* Kunth

Na fig 43 apresentamos o gráfico do andamento diário da transpiração de *Spartina ciliata* na época chuvosa (10-11-61). Vemos que a curva da transpiração acompanha a da evaporação quase perfeitamente, exceto às 13 h 50 min, quando a evaporação está decrescendo e a transpiração apresenta uma elevação, abrindo-se, portanto, um pouco os estômatos. O valor máximo da transpiração foi 12,4 mg/min/100 cm<sup>2</sup> nessa hora. Na curva do andamento diário das condições meteorológicas do dia 10-11-61 (fig. 31) vemos que a curva da evaporação é ascendente, com muitas oscilações, até às

12 horas e que o vento começou às 9 horas com valores baixos e apresentou também o seu maior valor ao redor das 12 horas (190 m/min). Como conseqüência aumentou a evaporação, pois, como se vê, a curva da velocidade do vento foi paralela à da evaporação.

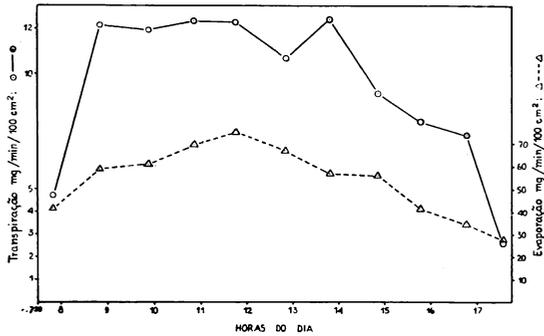


Fig. 43 — Andamento diário da transpiração de *Spartina ciliata*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (10-11-61).

A figura n.º 44 representa a curva do andamento diário da transpiração dessa espécie na época seca (28-6-61). Podemos ver que ocorreu uma pequena restrição às 10 h 10 min, hora em que a evaporação é ascendente; houve posteriormente reabertura dos estômatos e nas demais horas do dia a curva da transpiração acompanhou a da evaporação. Na fig. 29, no gráfico das condições meteorológicas desse dia, observamos que os valores de evaporação foram relativamente baixos o dia todo e que às 9 h 30 min começou a soprar o vento cuja velocidade variou muito no decorrer do dia, causando no início uma diminuição da evaporação e mais tarde as oscilações observadas nessa última. A maior velocidade do vento foi 110 m/min.

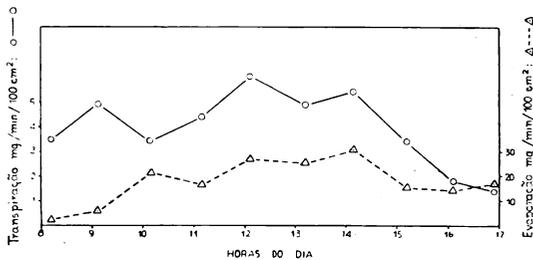


Fig. 44 — Andamento diário da transpiração de *Spartina ciliata*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época seca (28-6-61).

O valor máximo da transpiração, nesse dia, foi 6 mg/min/100 cm<sup>2</sup> às 12 h 6 min.

Para *Spartina cilata* os dados de infiltração mostram-se concordantes com os de transpiração, na face superior e inferior, não apresentando restrições, no dia 10-11-61.

No dia 28-6-61, a infiltração com xilol coincide com os dados do andamento diário da transpiração; os estômatos da face abaxial já estavam fechados às 10 horas e os da face adaxial estavam somente um pouco abertos.

### 5 — *Ipomoea littoralis* Boiss.

Para essa espécie temos o gráfico do andamento diário da transpiração no início e em plena época chuvosa.

A figura 45 representa a curva do andamento diário da transpiração do dia 17-9-60, que acompanha a curva da evaporação durante certo tempo. Depois das 11 h e 45 min, entretanto, quando a curva da evaporação ainda é ascendente, a da transpiração já está caindo, mostrando um início de fechamento estomático nas horas em que as condições são mais severas, fechamento esse que continua à tarde. A curva de transpiração, portanto, tem um só máximo que não coincide com o da evaporação. Nesse dia o valor máximo da transpiração foi 13,3 mg/min/100 cm<sup>2</sup> e o gráfico das condições meteorológicas (fig. 25) mostra que a evaporação apresenta os maiores valores das 12 às 14 horas.

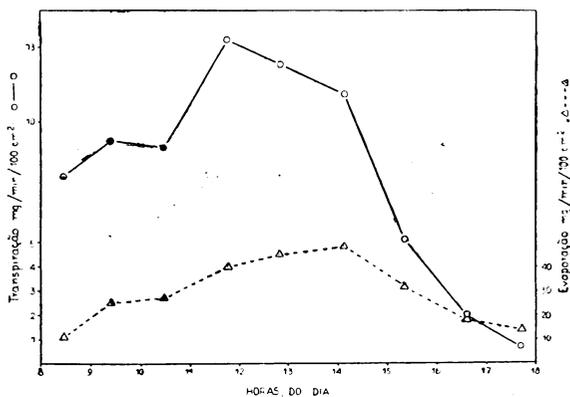


Fig. 45 — Andamento diário da transpiração de *Ipomoea littoralis*, e da evaporação na praia de Peruipe, no início da época chuvosa (17-9-60).

Um fato curioso observado na determinação dos valores transpiratórios de *Ipomoea littoralis* às 17 h 37 min e às 17 h 49 min foi que a fôlha aumentava de pêso em lugar de diminuir. Nessa hõra, a determinação do grau de abertura dos estõmatos com xilol foi negativa. Numa fõlha colocada na balança a diferença foi + 1 mg nos dois primeiros minutos e — 0,5 mg no minuto seguinte, depois + 0,5 mg novamente e em seguida — 0,5 mg, dando em 5 minutos uma diferença total de + 0,5 mg, portanto + 0,13 mg/min. Numa outra fõlha as pesagens indicaram — 0,13 mg/min e numa terceira — 1,0 mg/min. Tirando a média desses valores a diferença foi de 0,73 mg/min/100 cm<sup>2</sup>. ( $\pm 0,62$ ), valor êsse que se acha representado no grãfico da fig. 45.

Isso pode explicar-se porque nesse dia, a essa hora, não havia mais sol e o vento fraco do mar para a terra tornava o ambiente muito úmido e a fõlha, em lugar de perder água, absorvia-a da atmosfera. Êsse fato já tinha sido observado por Coutinho (13) em uma espécie da mata pluvial tropical, *Billbergia amoena*, para a qual havia em determinadas horas do dia maior absorção que transpiração.

Na primeira fõlha que estudamos, durante o citado período de tempo, o balanço entre a absorção e a transpiração resultou num ganho de água e nas outras duas numa perda de água. Nestas condições

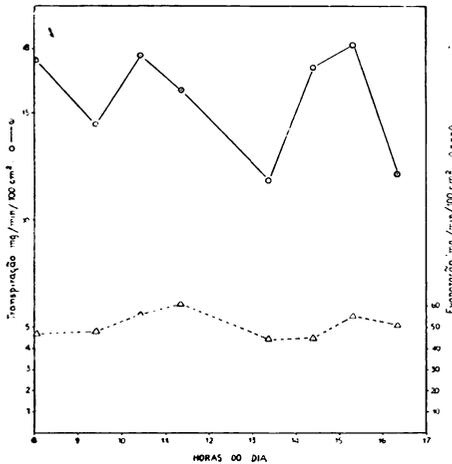


Fig. 46 — Andamento diário da transpiração de *Ipomoea littoralis*, e da evaporação na praia Grande (Mongaguá), na época chuvosa (27-1-62).

provavelmente o filme de sal depositado sobre a superfície da fôlha absorveu água da atmosfera.

Na fig. n.º 46 temos a curva do andamento diário da transpiração de *Ipomoea littoralis* na época chuvosa (27-1-62) e podemos observar que ela apresenta muitas oscilações, mas que às 9 h 30 min há uma nítida restrição e depois dessa hora ela acompanha a curva da evaporação. Neste gráfico vemos que a evaporação e a transpiração decrescem depois das 11 h 30 min e aumentam novamente à tarde, sendo, portanto, as duas curvas paralelas depois dessa hora.

O valor máximo da transpiração nesse dia foi 18,2 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, às 15 h 20 min.

A curva do andamento diário das condições meteorológicas do dia 27-1-62, na fig. 33, mostra que a evaporação oscilou muito durante o dia todo, com valores entre 30 e 60 mg/min/100 cm<sup>2</sup> e que soprou um vento forte cuja velocidade variou de 200 m/min até 380 m/min. Analisando essas duas curvas vemos que elas são mais ou menos paralelas e neste caso o vento forte tende a aumentar a evaporação.

Também neste caso, no dia 17-9-61, os valores de infiltração com xilol coincidem com os da transpiração, pois às 11 h 38 min e às 12 h 45 min, a infiltração com xilol diminuiu na face abaxial e depois dessa hora coincide com a curva do andamento diário, pois os estômatos da face inferior fecharam e os da superior ficaram somente um pouco abertos.

No dia 27-1-62 a infiltração com xilol também mostrou que havia uma diminuição das aberturas estomáticas, discrepando, entretanto, dos dados do andamento diário da transpiração às 10 h 20 min; nas outras horas a infiltração acompanha a transpiração, havendo às 13 h 20 min uma diminuição das fendas estomáticas, em coincidência com o decréscimo da transpiração.

#### 6 — *Canavalia obtusifolia* DC.

Outra espécie rastejante estudada foi *Canavalia obtusifolia*, mas dela, infelizmente, temos somente o gráfico do andamento diário da transpiração na época chuvosa, do dia 3-2-61, o qual é apresentado na fig. 47. Nesse gráfico podemos observar que a curva

do andamento diário da transpiração é paralela à da evaporação durante todo o dia. A planta não apresenta, pois, restrição no consumo d'água. O valor máximo da transpiração nesse dia foi 18,5 mg/min/100 cm<sup>2</sup> às 12 h 05 min. A curva do andamento diário das condições climáticas desse dia está representada na fig. 27.

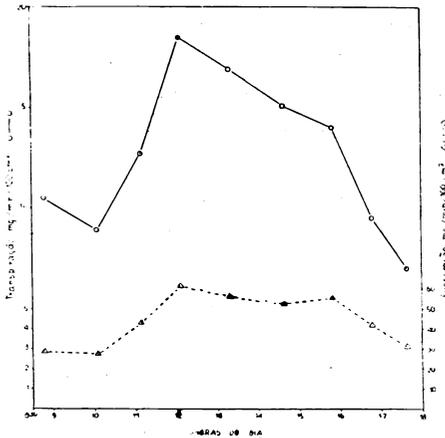


Fig. 47 — Andamento diário da transpiração de *Canavalia obtusifolia*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (3-2-61).

Infiltração com xilol também mostrou os estômatos desta planta abertos durante todo o dia (3-2-61), ocorrendo as maiores infiltrações entre 12 e 15 h 30 min.

Da observação dessas curvas podemos concluir, portanto, que as espécies de plantas rasteiras estudadas apresentam uma nítida restrição evidenciada na curva do andamento diário da transpiração na época seca. Essas plantas, inclusive *Phylloxerus portulacoides* que é uma espécie suculenta, formam estolões ou rizomas que crescem paralelos à superfície da areia e apresentam, como já vimos, um sistema radicular bem desenvolvido, mas muito pouco profundo, resentindo-se muito, por isso, da falta d'água nessa época. Apesar dos valores da evaporação serem relativamente baixos nesses meses de inverno, essas plantas restringem o seu consumo d'água. Esses dados foram confirmados por infiltração com xilol nas seguintes espécies: *Ipomoea pes-caprae*, *Spartina ciliata* e *Ipomoea littoralis*. Duas das espécies estudadas, *Phylloxerus portulacoides* e *Ipomoea littoralis*, além

da restrição na época sêca, apresentaram-na também na época chuvosa e êsses dados também foram confirmados por infiltração com xilol. Como vimos nas horas em que as condições eram mais severas, nessa época, os estômatos diminuíram suas aberturas.

As curvas do andamento diário da transpiração dessas espécies na época sêca, foram sempre curvas com 2 máximos, pois a diminuição das aberturas estomáticas nas horas de condições climáticas mais severas possibilita uma reabertura dos estômatos mais tarde. Como sabemos, a planta, fechando os estômatos, reabastece de água seus tecidos e os estômatos podem abrir-se novamente.

Convém salientar que com *Ipomoea littoralis* obtivemos uma curva que indica restrição, mas com um único máximo, não havendo, pois, reabertura estomática posteriormente.

## II — Sub-arbustos e arbustos

Estudamos também o andamento diário da transpiração de alguns sub-arbustos e arbustos, entre os quais: *Scaevola plumieri* (Vahl) Blume, *Dalbergia ecastophyllum* (L.) Taub., *Chrysobalanus icaco* Linn., *Tibouchina holosericea* Baill. que eram muito freqüentes nas regiões em que fizemos nossas observações.

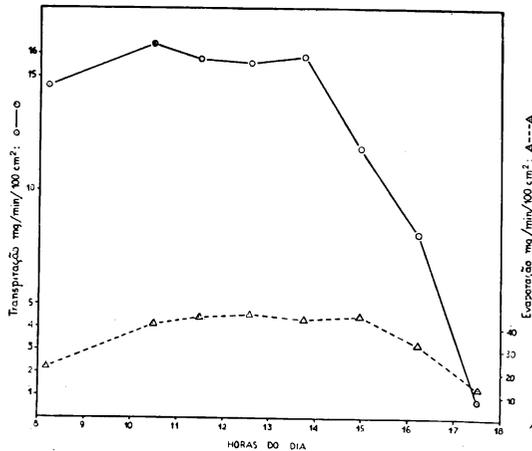


Fig. 48 — Andamento diário da transpiração de *Scaevola plumieri*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (24-1-62).

1 — *Scaevola plumieri* (Vahl) Blume.

Na figura 48 apresentamos o gráfico, obtido na época chuvosa, para *Scaevola plumieri*, uma suculenta da parte anterior da duna encontrada na Praia de Peruibe.

Nesse gráfico, do dia 24-1-62, vemos que a curva de transpiração segue paralelamente a da evaporação durante todo o dia, não apresentando, portanto, restrição no consumo d'água.

Os maiores valores de transpiração foram, respectivamente, 16,4 mg/min/100 cm<sup>2</sup> e 4,0 mg/min/1 g, como vemos na Tabela 13. O gráfico das condições meteorológicas desse dia é apresentado na fig. 32.

O gráfico da figura 49, do dia 28-6-61 (época seca) mostra que também nessa época a curva do andamento diário da transpiração acompanha a da evaporação. O valor mais elevado da transpiração foi igual a 11 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, ou 1,6 mg/min/1 g (Tabela 13). O gráfico das condições meteorológicas do dia 28-6-61 está representado na fig. 29.

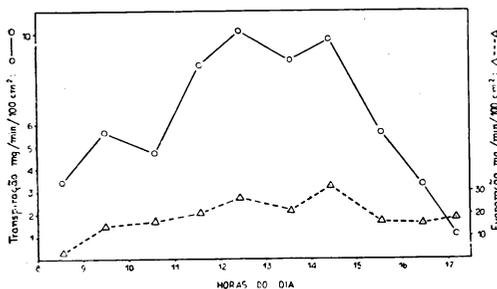


Fig. 49 — Andamento diário da transpiração de *Scaevola plumieri*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época seca (28-6-61).

No dia 17-9-60, portanto no início da época chuvosa, *Scaevola plumieri* também não apresentou restrição da transpiração e a curva do seu andamento diário acompanhou a da evaporação, como podemos ver na fig. 50. As curvas das condições meteorológicas desse dia estão na fig. 25.

Observamos, portanto, que, tanto na época chuvosa quanto na seca, *Scaevola plumieri* não apresenta restrição no consumo d'água em nenhuma hora do dia, resultando numa curva do andamento diário da transpiração que acompanha a do andamento diário da evaporação.

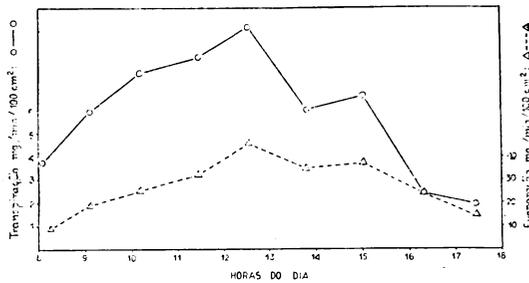


Fig. 50 — Andamento diário da transpiração de *Scaevola plumieri*, e da evaporação na praia de Peruibe, no início da época chuvosa (17-9-60).

Infiltração com xilol em ambas as épocas confirmou este resultado, pois os estômatos mantiveram-se abertos o dia todo com valores de infiltração que acompanhavam os da curva de transpiração.

## 2 — *Dalbergia ecastophyllum* (L) Taub.

Outra espécie estudada foi *Dalbergia ecastophyllum*, cujo gráfico do andamento diário da transpiração, na época chuvosa, está representado na fig. 51 (2-2-61). Podemos observar que a curva da transpiração não acompanha a da evaporação, pois logo pela manhã, às 9 h 30 min, quando a curva da evaporação é ainda ascendente, a da transpiração não o é indicando uma pequena restrição, e à tarde, quando a curva da evaporação apresenta um decréscimo, a da transpiração se eleva novamente, originando um segundo máximo. O valor máximo da transpiração nesse dia foi 12,7 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, às 8 h 42 min. O gráfico das condições meteorológicas desse dia está na fig. 26.

Infiltração com xilol não mostrou fechamento estomático coincidindo com a mencionada restrição de transpiração, pois foi mais ou menos igual o dia todo.

Na época seca, como vemos na fig. 52, do dia 27-6-61, a curva do andamento diário da transpiração apresenta 3 máximos e também não acompanha a curva do andamento diário da evaporação. Vemos que a planta apresenta uma restrição às 9 h 50 min e outra às 12 h e depois disso reabre novamente os estômatos e somente o último máximo é que coincide com o da evaporação. A maior in-

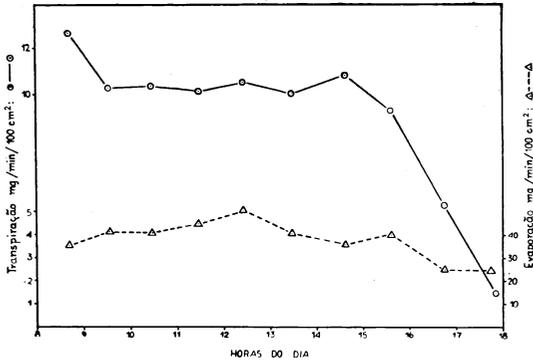


Fig. 51 — Andamento diário da transpiração de *Dalbergia ecastophyllum*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (2-2-61).

tensidade transpiratória foi 5,8 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, e a infiltração com xilol não mostrou fechamento estomático nas horas indicadas.

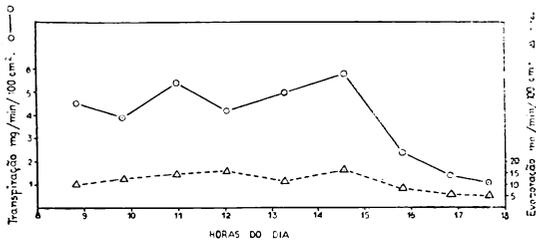


Fig. 52 — Andamento diário da transpiração de *Dalbergia ecastophyllum*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época seca (27-6-61).

Fizemos também uma determinação do andamento diário da transpiração dessa espécie no início da época chuvosa, no dia 7-9-60. No gráfico desse dia (fig. 53), vemos que a curva da transpiração

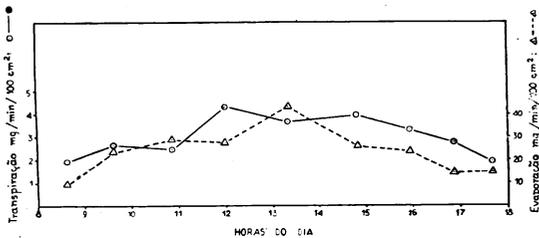


Fig. 53 — Andamento diário da transpiração de *Dalbergia ecastophyllum*, e da evaporação na praia de Peruibe, no início da época chuvosa (7-9-60).

também não acompanha a da evaporação, pois mostra pequena restrição na hora de maior evaporação, isto é, às 13 h e 20 min, havendo dois máximos de transpiração. O maior valor da transpiração, nesse dia, foi 4,3 mg/min/100 cm<sup>2</sup>.

### 3 — *Chrysobalanus icaco* Linn.

Na fig. 54 temos o gráfico do andamento diário dessa espécie na época chuvosa, no dia 27-1-62; vemos que a curva da transpiração acompanha mais ou menos paralelamente a da evaporação, mas com maiores oscilações, não revelando restrição no consumo d'água. O maior valor da transpiração foi 11,5 mg/min/100 cm<sup>2</sup> nesse dia e o gráfico das condições meteorológicas está representado na fig. 33. Infiltrações com xilol confirmaram os dados obtidos com a balança, pois não mostraram fechamento estomático em nenhuma hora do dia.

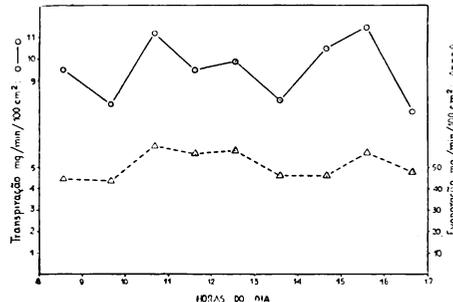


Fig. 54 — Andamento diário da transpiração de *Chrysobalanus icaco*, e da evaporação na Praia Grande (Mongaguá), na época chuvosa (27-1-62).

Ao contrário, o gráfico do andamento diário da transpiração de *Chrysobalanus icaco*, na época seca (13-7-61), representado na fig. 55, mostra uma curva com 3 máximos, com restrições bem nítidas às 11 h 20 min e às 13 h 20 min, sendo que nesta hora a evaporação apresenta o seu valor máximo. A curva das condições meteorológicas deste dia está na fig. 30.

A maior transpiração medida foi 7,7 mg/min/100 cm<sup>2</sup>. Os valores de infiltração com xilol concordam com os da curva do andamento diário da transpiração, pois apresentam uma diminuição às 11 h 15 min e outra às 13 h 15 min.

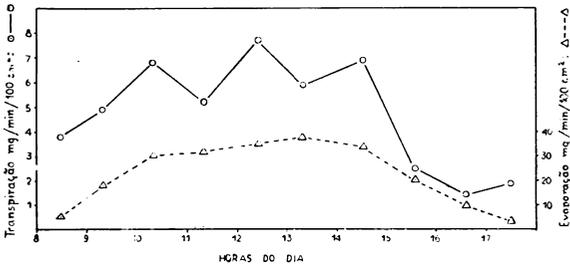


Fig. 55 — Andamento diário da transpiração de *Chrysobalanus icaco*, e da evaporação na Praia Grande (Mongaguá), na época seca (13-7-61).

4 — *Tibouchina holosericea* Baill.

A curva do andamento diário da transpiração de *Tibouchina holosericea* (fig. 56), na época chuvosa (3-2-61), acompanha a da evaporação e não apresenta restrição. O valor máximo da transpiração é igual a 13,6 mg/min/100 cm<sup>2</sup> e o gráfico das condições meteorológicas do dia 3-2-61 está representado na fig. 27. Os dados de infiltração com xilol, nessa espécie, concordam com o comportamento transpiratório, pois verificamos que os estômatos permanecem abertos o dia todo.

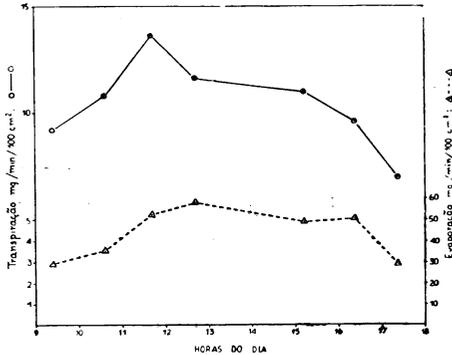


Fig. 56 — Andamento diário da transpiração de *Tibouchina holosericea*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (3-2-61).

No dia 7-7-62, portanto em plena época seca (fig. 57) vemos que a curva do andamento diário da transpiração não acompanha a da evaporação, até as 11 h e 30 minutos, e que seu máximo coincide com o da evaporação às 13 h 45 min. Até as 11 h, enquanto a evapo-

ração sobe muito, a transpiração quase não se altera, caindo um pouco nêsse período indicando sua curva uma pequena restrição nessas horas. O maior valor da transpiração nesse dia foi 9,0 mg/min/100 cm<sup>2</sup> e infiltração com xilol deu valores mais ou menos constantes o dia todo, não concordando, pois, com os dados da curva do andamento diário da transpiração. O gráfico das condições climáticas dêste dia está na fig. 34.

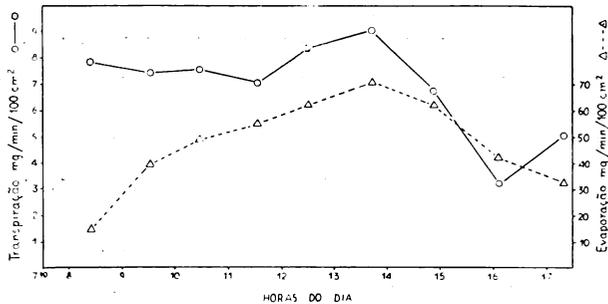


Fig. 57 — Andamento diário da transpiração de *Tibouchina holosericea*, e da evaporação na praia de Perube, na época seca (7-7-62).

Os arbustos e sub-arbustos mostraram, portanto, maior variação no comportamento. Assim, na época seca, *Dalbergia ecastophyllum*, *Chysobalanus icaco* e *Tibouchina holosericea* apresentaram restrição no consumo d'água, as duas primeiras com uma curva do andamento diário da transpiração com 3 máximos. *Scaevola plumieri* não apresentou restrição, sendo a curva de andamento diário da transpiração paralela à de evaporação. Em tôdas essas espécies os dados obtidos com infiltração confirmaram os de transpiração, com exceção de *Dalbergia ecastophyllum* e *Tibouchina holosericea*.

Na época chuvosa tôdas as espécies estudadas apresentaram uma curva sem restrição no consumo d'água, exceto *Dalbergia ecastophyllum*, que apresentou restrição também nessa época, mostrando uma curva de andamento diário da transpiração com 2 máximos. Os dados de infiltração concordaram com os da curva de transpiração, com exceção novamente de *Dalbergia ecastophyllum*. Quanto aos valores máximos de transpiração, igualmente, como já observamos com relação às espécies de hábito rastejante, foram êles mais baixos na época seca. Como já vimos, *Scaevola plumieri* é uma espécie suculenta com sistema radicular mais ou menos profundo (já foi citado anteriormente

que numa perfuração feita encontramos raízes atingindo até cerca de 1 m de profundidade). Se não restringe o consumo d'água fechando os estômatos, nem mesmo na época sêca, isso talvez esteja relacionado com algumas de suas características morfológicas, tais como suculência, cutícula espessa, etc.

As outras três espécies provavelmente também têm um sistema radicular profundo e na época sêca em que a retirada d'água do solo é dificultada, elas apresentam uma restrição no consumo d'água com fechamento estomático nas horas em que as condições climáticas tornam-se mais severas. Como as raízes dessas espécies atingem camadas mais profundas do solo onde a solução edáfica é mais concentrada ou mesmo a água salgada subterrânea que se infiltra no solo, elas se ressentem da falta d'água. Como já vimos, devido ao sal, a solução do solo é normalmente bem concentrada e na época da sêca, ou seja quando as precipitações são mais escassas, ela ficaria mais concentrada ainda, causando maior dificuldade na absorção da água (sêca fisiológica). Para evitar o aparecimento de um deficit na sua economia hídrica e assegurar a absorção de água num solo às vêzes "fisiologicamente sêco", as plantas se acham adaptadas das várias maneiras citadas.

Esse fato também seria a causa das intensidades transpiratórias mais baixas na época da sêca, mas não devemos esquecer que nessa época as condições climáticas são bem mais brandas, com valores baixos de evaporação e altos de umidade relativa.

Na tabela 13 vemos que as intensidades transpiratórias máximas em mg/min/100 cm<sup>2</sup> são menores na época sêca em tôdas as espécies estudadas. As intensidades transpiratórias máximas em mg/min/1 g nas espécies suculentas são muito baixas e igualmente são menores na época sêca. Esses valores são da mesma ordem de grandeza dos citados por Adriani (1) em halófitas, mas como esse autor salienta, qualquer comparação de intensidades transpiratórias deve ser feita com cautela. Nas plantas que estudamos as próprias condições climáticas (diferentes nas duas épocas) causariam esses valores baixos.

Tabela 13  
Intensidades transpiratórias máximas

Espécie	Transpiração em mg/min/100 cm <sup>2</sup>	
	Estação seca	Estação chuvosa
<i>Philoxerus portulacoides</i> St. Hil.	7,2	13,0
<i>Ipomoea pes-caprae</i> Sweet	6,0	19,4
<i>Hydrocotyle umbellata</i> Linn.	9,3	25,3
<i>Spartina ciliata</i> Kunth	6,0	12,4
<i>Ipomoea littoralis</i> Boiss.	—	18,2
<i>Canavalia obtusifolia</i> DC.	—	18,5
<i>Scaevola plumieri</i> (Vahl) Blume	11,0	16,4 (22)
<i>Dalbergia ecastophyllum</i> (L.) Taub	5,8	12,7
<i>Chrysobalanus icaco</i> Linn.	7,7	11,5
<i>Tibouchina holosericea</i> Baill.	9,0	13,6

Intensidades transpiratórias máximas para suculentas

Espécie	Transpiração em mg/min/1 g	
	Estação seca	Estação chuvosa
<i>Philoxerus portulacoides</i> St. Hil.	1,24	2,7
<i>Scaevola plumieri</i> (Vahl) Blume	1,60	4,0

Comportamento dos estômatos nas fôlhas em sua situação natural.

Fizemos também determinação do grau de abertura dos estômatos "in situ", isto é na fôlha não destacada da planta, pelo método de infiltração (método de Molisch), citado no capítulo referente à metodologia. Usamos xilol como líquido infiltrante e fizemos determinações da infiltração nas várias horas do dia.

Nas espécies em que investigamos o andamento diário da transpiração na época seca e na chuvosa, fizemos simultaneamente infiltrações com xilol.

Investigamos também a infiltração com xilol em outras espécies frequentes na associação mas cujo andamento diário da transpiração não estudamos. Além dessas determinações observamos o comportamento das aberturas dos estômatos em muitas espécies, no início da época chuvosa.

Na tabela 14 apresentamos os dados de infiltração obtidos na época chuvosa e uma observação geral nos mostra que a maioria das

Tabela 14

Grau de abertura dos estômatos na época chuvosa (jan.-fev.)

Espécie	Face	Horas do Dia															
		8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00					
<i>Philoxerus portulacoides</i>	adaxial	1	3	3	2	1	2										
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	adaxial	2	3	4	3	4	3	2									
	abaxial	2	2	3	3	4	4	3	4	3	2						
<i>Ipomoea littoralis</i>	adaxial	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	abaxial	1	3	2	3	3	1	3									
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	adaxial	—	—	2	2	3	2	2									1
	abaxial	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3		3
<i>Canavalia obtusifolia</i>	adaxial	—	—	—	—	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	—	—
	abaxial	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
<i>Spartina ciliata</i>	adaxial	2	3	3	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	—	—
	abaxial	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—
<i>Scaevola plumieri</i>	adaxial	1	3	1	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	1		1
	abaxial	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	—	—	—
<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	abaxial	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	1				
<i>Tibouchina holosericea</i>	abaxial	2			3	4		4	4	4	4	4	4	4	4	2	2
<i>Chrysobalanus icaco</i>	abaxial	1	4	4	3	4	3	3	3	3	2						
<i>Sophora tomentosa</i>	abaxial	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2		2
<i>Cordia verbenacea</i>	abaxial	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Nota: — 1 = infiltração fraca

2 = infiltração regular

3 = infiltração intensa

4 = infiltração muito intensa

— = ausência de infiltração

Os espaços em branco indicam ausência de observações

espécies estudadas tem estômatos nas duas faces e que êles se mantêm abertos o dia todo, fechando sòmente à tardinha.

Os dados de infiltração das tabelas relativas às espécies cujo andamento diário da transpiração foi estudado, são dos mesmos dias em que tal estudo foi feito.

Em *Philoxerus portulacoides* vemos que os estômatos permaneceram abertos o dia todo, com uma pequena diminuição da abertura estomática entre 11 e 12 h, não coincidindo com os dados da curva do andamento diário da transpiração, que mostra uma restrição às 9 h 30 min. Constatamos fechamento total dos estômatos, portanto infiltração negativa, sòmente às 18 horas. Os estômatos estão localizados na face adaxial.

Os dados de infiltração em *Ipomoea pes-caprae* concordam com os da curva do andamento diário da transpiração. Os estômatos mantêm-se abertos durante todo o dia, apresentando abertura máxima às 10 h e 12 h.

*Hydrocotyle umbellata* também apresentou os estômatos abertos o dia todo. Nessas duas espécies foi constatada uma diferença no grau de infiltração com xilol nas duas faces.

Também em *Spartina ciliata* a infiltração mostrou estômatos abertos o dia todo, sendo porém menor na face abaxial durante tôdas as horas do dia e nula às 16 horas. Os estômatos da face adaxial fecharam às 18 horas.

*Ipomoea littoralis* não apresentou infiltração na face adaxial com uma única exceção às 11 horas. Na face abaxial os dados de infiltração mostram que os estômatos permanecem abertos o dia todo, com uma diminuição das aberturas estomáticas às 13 e às 16 horas.

Em *Canavalia obtusifolia* os estômatos da face abaxial permaneceram abertos durante o dia todo e os da face adaxial abriram sòmente às 12 horas e fecharam às 18. As aberturas máximas foram observadas entre 12 e 16 horas.

*Scaevola plumieri* mantêm os estômatos das duas faces abertos durante o dia todo; os da face abaxial fecharam às 17 horas.

*Dalbergia ecastophyllum* também apresentou estômatos abertos durante todo o dia, sòmente com uma diminuição da abertura às 16 horas, o que não concordou com os dados da curva de transpiração que mostram uma restrição às 9 h 30 min.

Os estômatos de *Chrysobalanus icaco*, igualmente, estavam abertos durante todo o dia, mas o grau de abertura variou, apresentando os máximos entre 9 e 12 horas.

Em *Tibouchina holosericea* a determinação da infiltração foi feita observando-se o aspecto apresentado pela gota nas duas faces, pois essa planta apresenta fôlha pilosa o que dificulta a observação. Observamos que ela também mantém os estômatos abertos o dia todo, com aberturas máximas à tarde, entre 12 e 17 horas.

Nessa tabela incluímos dados de duas espécies das quais não foi estudada a transpiração: *Sophora tomentosa* e *Cordia verbenacea*. Ambas mostraram os estômatos abertos durante todo o dia.

Na estação chuvosa, portanto, na maioria das espécies, os estômatos permanecem abertos durante o dia, fechando-se à tardinha. Constatamos, porém, que em algumas espécies há uma diminuição nas aberturas estomáticas em certas horas do dia e em duas delas, *Philoxerus portulacoides* e *Ipomoea littoralis*, essas diminuições não coincidem com as restrições apresentadas pelas curvas de transpiração.

Na Tabela n.º 15 apresentamos os resultados de infiltração obtidos na época seca. Podemos ver que as aberturas estomáticas, de um modo geral, eram menores que na época chuvosa e determinadas espécies não apresentaram o grau máximo de abertura como naquela época.

*Philoxerus portulacoides* manteve os estômatos abertos o dia todo, com abertura máxima entre 12 e 13 h, fechando-os às 16 horas. Como já vimos, esses dados não concordam com os do andamento diário da transpiração que mostraram uma restrição às 11 h 45 min.

Em *Ipomoea pes-caprae* a abertura máxima verificada foi às 12 horas, mas observamos fechamento dos estômatos da face inferior às 10 horas e das duas faces às 13 horas, sendo que este último coincide com uma diminuição nas curvas de evaporação e transpiração.

*Hydrocotyle umbellata* mostra os estômatos abertos o dia todo, com abertura máxima às 11 h e 13 h, fechando-os nas duas faces, às 17 horas. Isso não concorda, entretanto, com o que revela a curva do andamento diário da transpiração, na qual se observa certa restrição.

*Spartina ciliata*, igualmente, manteve os estômatos da face adaxial abertos o dia todo, com a abertura maior não atingindo a má-

Tabela 15

Grau de abertura dos estômatos na época seca (junho-julho)

Espécie	Face	Horas do Dia										
		8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	
<i>Philoxerus portulacoides</i>	adaxial	—	2	3	—	4	4	2	3	—	—	—
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	adaxial	—	1	1	—	1	—	—	—	1	—	—
	abaxial	—	1	—	—	2	1	1	—	1	—	—
<i>Ipomoea littoralis</i>	adaxial	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	abaxial	1	—	2	1	2	2	1	—	—	—	—
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	adaxial	1	3	2	2	2	4	—	2	—	—	—
	abaxial	—	2	3	4	4	2	—	2	1	—	—
<i>Spartina ciliata</i>	adaxial	—	2	2	2	2	2	3	3	2	1	—
	abaxial	2	—	—	—	—	2	2	2	—	1	—
<i>Scaevola plumieri</i>	adaxial	—	2	3	3	2	2	2	2	2	—	—
	abaxial	—	—	2	3	2	2	2	2	1	1	—
<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	abaxial	—	3	3	4	4	4	4	4	3	2	—
<i>Tibouchina holosericea</i>	abaxial	2	3	3	3	4	2	3	3	—	—	—
<i>Chrysobalanus icaco</i>	abaxial	1	2	2	1	3	2	2	1	2	1	—
<i>Cordia verbenacea</i>	abaxial	—	2	3	3	2	1	2	2	2	—	—
<i>Diodia radula</i>	abaxial	—	2	2	4	3	3	3	3	3	—	—
<i>Sophora tomentosa</i>	abaxial	1	1	3	3	2	2	—	—	—	—	—
<i>Acicarpa spathulata</i>	adaxial	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—
	abaxial	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—

Nota: — 1 = infiltração fraca

2 = infiltração regular

3 = infiltração intensa

4 = infiltração muito intensa

— = ausência de infiltração

Os espaços em branco indicam ausência de observações

xima observada na época chuvosa. Os estômatos da face abaxial se fecham das 9 às 12 h reabrindo-se depois dessa hora, o que explica, provavelmente, a restrição apresentada na curva de transpiração às 10 h 10 min.

De *Ipomoea littoralis* não temos uma curva de andamento diário da transpiração na época seca, mas comparando os dados de infiltração nas duas épocas podemos observar que na face adaxial os estômatos se mantêm fechados o dia todo nas duas épocas, com exceção de uma observação apenas, às 11 horas, num dia da época chuvosa, que indicou infiltração fraca.

Na época seca os estômatos da face abaxial fecharam às 9 horas, indicando provavelmente uma restrição a essa hora, e reabriram às 10 horas, continuando abertos até as 16 horas, quando se fecharam. Os dados de infiltração também indicam um menor grau de abertura estomática na época seca.

Em *Scaevola plumieri* a infiltração com xilol indicou que os estômatos ainda estavam fechados às 8 horas, abriram às 9 e permaneceram abertos o dia todo, variando somente um pouco o grau de abertura: houve diminuição depois das 12 horas nas duas faces, mas os máximos foram iguais nas duas épocas.

Em *Dalbergia ecastophyllum* os estômatos permaneceram abertos o dia todo, não coincidindo com a restrição observada na curva da transpiração.

*Chrysobalanus icaco* mostrou estômatos abertos, mas com uma redução na abertura estomática às 11 horas, coincidente com a restrição apresentada na curva de transpiração e um aumento às 12 horas, seguido de nova diminuição na abertura às 13 horas, o que também concorda com outro decréscimo na curva da transpiração. Os graus de abertura nessa época foram menores que no verão.

Os dados de infiltração em *Tibouchina holosericea* também indicam estômatos abertos o dia todo, com abertura máxima às 12 horas, o que não coincide com os da curva do andamento diário da transpiração. Neste caso o maior grau de abertura observado na época seca foi igual ao da época chuvosa.

Em algumas espécies (*Philoxerus portulacoides*, *Hydrocotyle umbellata*, *Dalbergia ecastophyllum* e *Tibouchina holosericea*) que revelaram restrição no consumo de água na época seca, não foi de-

tectado um correspondente fechamento estomático. Sòmente em dois casos — (*Chrysobalanus icaco* e *Spartina ciliata*) — observou-se diminuição da abertura estomática coincidindo com um decréscimo na curva de transpiração.

A restrição foi devida, portanto, nestes casos, a uma diminuição das aberturas estomáticas que pôde ser detectada pelo método de infiltração; em outros casos, embora a causa da restrição transpiratória possa ter sido a mesma diminuição das fendas estomáticas, tal não pôde ser comprovado pela infiltração. A causa provável dessa discrepância é que sob certas condições há uma deposição de sais na superfície da fôlha que pode alterar o grau de infiltração devido a uma maior ou menor afinidade com o líquido infiltrante.

Podemos concluir da observação dêsses dados que, de um modo geral, o grau de abertura dos estômatos é menor na época sêca que na chuvosa e que em alguns casos há uma diminuição da abertura estomática na época sêca, em certas horas, que coincide com restrições na curva de transpiração.

Fizemos ainda determinações de infiltração com xilol na época sêca nas seguintes espécies: *Cordia verbenacea*, *Diodia radula*, *Sophora tomentosa* e *Acicarpha spathulata*.

*Cordia verbenacea* apresenta os estômatos da face abaxial abertos, mas com grau de abertura menor que na época chuvosa.

*Sophora tomentosa* e *Diodia radula* também apresentam os estômatos abertos durante todo o dia.

*Acicarpha spathulata* mantém os estômatos fechados até às 10 horas; abre-os então e fecha-os novamente às 13 horas, reabrindo-os mais tarde outra vez. Apresenta menor infiltração na época sêca que na chuvosa.

Para completar nossas observações apresentamos também a tabela 16 com dados de infiltração obtidos no início da época chuvosa. Nessa época fizemos observações nas espécies já estudadas, acrescentando *Oxypetalum tomentosum* e *Remirea maritima*.

Nessa tabela vemos que os dados da infiltração nas espécies estudadas coincidem com os da tabela n.º 14.

A maioria mostra estômatos abertos o dia todo e em determinadas horas do dia apresenta os graus máximos de abertura. Sòmente *Ipomoea pes-caprae* evidenciou graus de abertura um pouco

Tabela 16

Grau de abertura dos estômatos no início da época chuvosa (novembro)

Espécie	Face	Horas do Dia													
		7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00		
<i>Philoxerus portulacoides</i>	adaxial	1	2	1	4	—	3	2	2	1	2	1	2	1	—
	adaxial	—	—	1	—	1	1	2	1	1	—	—	—	—	—
	abaxial	—	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	—	—	—
<i>Ipomoea littoralis</i>	adaxial	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	abaxial	—	2	1	2	3	2	2	2	2	2	1	—	—	—
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	adaxial	1	2	1	1	—	1	1	1	2	2	2	3	—	—
	abaxial	—	3	2	2	1	2	2	1	2	1	3	3	2	1
<i>Spartina ciliata</i>	adaxial	2	2	3	3	4	3	3	3	3	2	2	2	—	—
	abaxial	—	1	1	1	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Oxypetalum tomentosum</i>	adaxial	2	—	—	4	3	4	2	2	2	—	—	—	—	—
	abaxial	3	3	4	3	4	3	4	3	3	2	3	2	3	1
<i>Scaevola plumieri</i>	adaxial	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	1	—	—	—
	abaxial	2	2	2	3	3	3	2	3	2	3	2	1	—	—
<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	adaxial	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	—
	abaxial	3	4	3	3	3	4	4	3	4	3	4	4	—	—
<i>Tibouchina holosericea</i>	adaxial	—	1	3	3	2	1	2	3	2	3	2	1	—	—
	abaxial	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	2
<i>Sophora tomentosa</i>	adaxial	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	2	2	1	—
	abaxial	—	—	3	3	1	3	3	2	3	3	—	—	—	—
<i>Cordia verbenacea</i>	adaxial	2	2	—	3	1	3	3	3	3	3	3	2	—	—
	abaxial	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	2	1
<i>Diodia radula</i>	adaxial	—	—	3	3	1	3	3	2	3	2	3	—	—	—
	abaxial	2	2	—	3	1	3	3	3	3	3	3	2	—	—
<i>Acicarpa spathulata</i>	adaxial	3	3	3	4	4	4	3	3	3	2	2	2	1	—
	abaxial	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Nota: — 1 = infiltração fraca

2 = infiltração regular

3 = infiltração intensa

4 = infiltração muito intensa

— = ausência de infiltração

Os espaços em branco indicam ausência de observações

menores que os observados na estação chuvosa e fechou os estômatos às 17 horas.

*Oxypetalum tomentosum* e *Remirea maritima* também mantiveram os estômatos abertos o dia todo, com aberturas máximas entre 10 e 12 horas.

Determinações da infiltração com xilol em *Epidendrum moseni* deram sempre resultados negativos em várias horas do dia, provavelmente porque esta planta mantém os estômatos fechados o dia todo. Este fato foi verificado em *Epidendrum ellipticum* por Coutinho (13).

Uma determinação da infiltração com xilol no dia 8-7-63 na face inferior de fôlhas situadas na base do caule deu infiltração intensa (4) às 9 horas da manhã, mas a essa hora, tais fôlhas ainda estavam úmidas de orvalho. Nesse mesmo dia, das 11 até às 12 h 30 min, o xilol não penetrou.

Observações em *Quesnelia arvensis* revelaram infiltração fraca na face inferior às 9 h 30 min, 11 e 12 horas, e depois, às 13 h 30 min e 14 h 20 min indicaram resultados negativos.

#### Determinação da rapidez do movimento hidroativo dos estômatos e transpiração cuticular

Segundo indicações feitas na descrição da metodologia para as determinações do movimento hidroativo, destacamos uma fôlha e a colocamos na balança de torsão, pesando-a de minuto em minuto durante um certo tempo, até que as diferenças de pêso obtidas fôssem constantes. Com êsses dados foram construídas curvas baseadas nas diferenças de pêso em mg/min, as quais mostram um decréscimo com oscilações até atingir valores mais ou menos constantes. O tempo que os valores levam para se tornarem constantes indica a rapidez de fechamento dos estômatos e êsses valores constantes representam a transpiração cuticular.

Baseados nesses gráficos e dados, foram feitos cálculos do valor da transpiração total, das porcentagens de redução das aberturas estomáticas em determinado tempo e do valor da transpiração cuticular (tab. 17).

Tabela 17  
Rapidez dos movimentos estomáticos hidroativos

Espécie	Condições		Trans- piração inicial absoluta mg/min/10C cm <sup>2</sup>	% aproxima- da da redu- ção da ra- zão inicial da trans- piração	Tempo em minutos
	T °C	HR %			
<i>Philoxerus portulacoides</i>	24,8	84	17,7	90	20
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	27,5	66	30	60	30
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	29	78	10,1	80	40
<i>Ipomoea littoralis</i>	24	72	16,6	80	25
<i>Canavalia obtusifolia</i>	27,5	77	16,2	80	60
<i>Spartina ciliata</i>	25,5	76	14,5	80	20
<i>Acicarpa spathulata</i>	23,5	71	28,7	60	20
<i>Quesnelia arvensis</i>	19	76	3	70	5
<i>Epidendrum moseni</i>	21,5	65	10,6	70	5
<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	30,5	71	10,9	90	25
<i>Chrysobalanus icaco</i>	23,5	71	10,7	80	15
<i>Cordia verbenacea</i>	18,5	71	10,2	70	40
<i>Scaevola plumieri</i>	34	40	82,6	70	45
<i>Tibouchina holosericea</i>	28	73	32,1	90	30
<i>Sophora tomentosa</i>	18,5	76	4,7	60	30

As observações do fechamento hidroativo dos estômatos nas plantas das dunas estão representadas nas figs. 58 a 72 as quais correspondem aos tipos mais freqüentemente encontrados em cada espécie estudada em determinadas condições.

Para as plantas pioneiras estoloníferas ou rizomatosas os resultados obtidos foram os seguintes:

1 — *Philoxerus portulacoides* fecha os estômatos em 20 min. (fig. 58). A maior razão da transpiração para um ramo geralmente com 4 fôlhas, com superfície igual a 31,5 cm<sup>2</sup>, foi 5,5 mg/min; para 100 cm<sup>2</sup> seria 17,7 mg/min. Houve uma redução de cerca de 90% da transpiração em 20 min., aproximadamente; a transpiração cuticular representando, portanto, somente 10% da total.

Infiltração com xilol na face adaxial (ep. superior) foi igual a 4 no início da experiência e depois de 25 min foi — (zero).

2 — *Hydrocotyle umbellata* fecha os estômatos em 30 minutos. Nesta planta uma fôlha com superfície igual a 92,7 cm<sup>2</sup> tinha uma

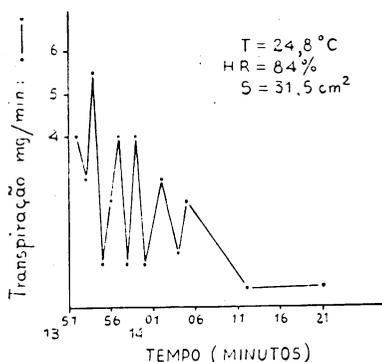


Fig. 58 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Philoxerus portulacoides*. transpiração total (isto é estomatar + cuticular) igual a 30 mg/min (fig. 59). Em 30 minutos houve uma redução de cerca de 60% da transpiração total; a transpiração cuticular representa 40% da total. Infiltração com xilol na epiderme superior foi 3 e na inferior 2 no início da observação e — (zero) em ambas, ao fim de 55 minutos.

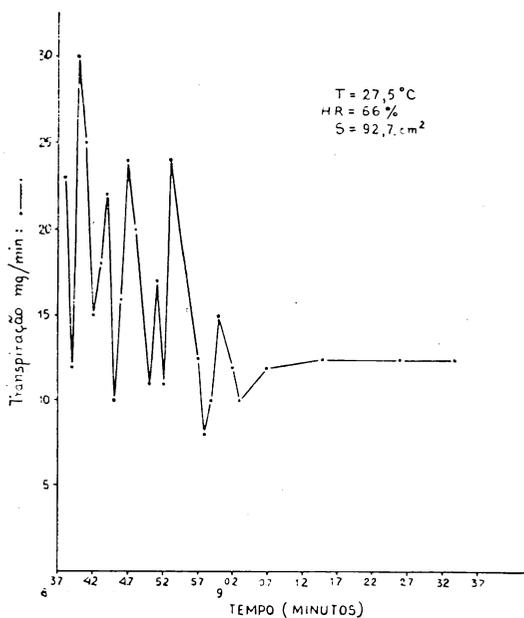


Fig. 59 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Hydrocotyle umbellata*.

3 — *Ipomoea pes-caprae*, na maioria das observações, ainda não tinha fechado os estômatos em cerca de 40 minutos, pois mesmo depois desse período, a curva de perda d'água continua um pouco decrescente. Nêsse gráfico da fig. 60, a transpiração total era de 7,0 mg/min para uma superfície de 69 cm<sup>2</sup> e a transpiração cuticular de 1,7 mg/min. Houve, portanto, uma redução de 80% da

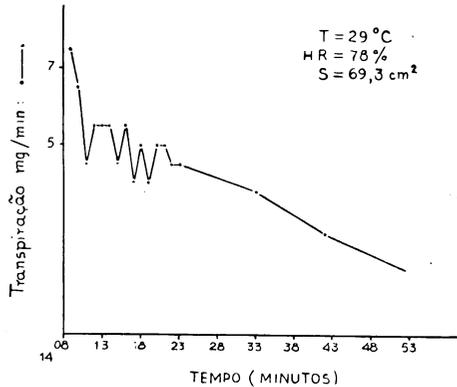


Fig. 60 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Ipomoea pes-caprae*.

transpiração inicial e a transpiração cuticular representa cerca de 20% da primeira. A transpiração é 10,1 mg/min/100 cm<sup>2</sup>.

4 — A fôlha de *Ipomoea littoralis* fecha os estômatos em cerca de 25 minutos depois de retirada da planta e apresenta uma transpiração total de 16,6 mg/min/100 cm<sup>2</sup>. Em 25 min houve uma redu-

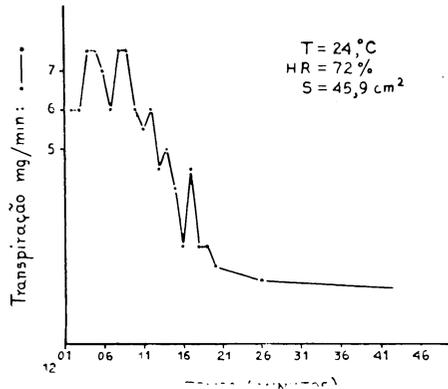


Fig. 61 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Ipomoea littoralis*.



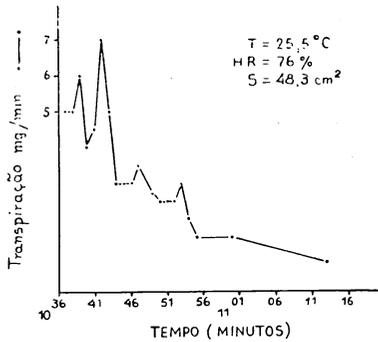


Fig. 63 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Spartina ciliata*.

7 — *Acicarpa spathulata*, uma erva que forma rizomas em pequena profundidade, fecha os estômatos em 20 minutos, sendo que a redução da transpiração total foi cêrca de 60%; portanto, a transpiração cuticular representa 40% da total. Esta última era, nas condições da experiência, igual a 28,7 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, (fig. 64).

8 — *Quesnelia arvensis* fecha mais ràpidamente os estômatos, mas sua transpiração total, nas condições estudadas, era muito baixa

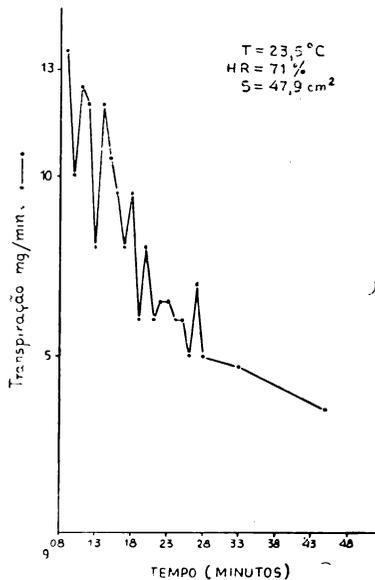


Fig. 64 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Acicarpa spathulata*.

em comparação com a das demais, pois era igual a 3,0 mg/min, em um pedaço de folha de cerca de 100 cm<sup>2</sup>, vaselinada nas regiões do corte (fig: 65).

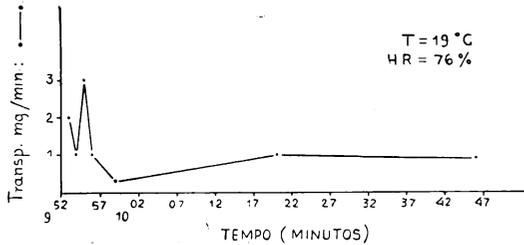


Fig. 65 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Quesnèlia arvensis*.

Em 7 minutos ela reduz a transpiração cerca de 70% e a transpiração cuticular é somente 30% da total.

9 — *Epidendrum moseni* é outra planta que parece ter reação hidroativa relativamente rápida; em 5 minutos reduziu a transpiração cerca de 70%, como se vê na figura 66. A transpiração total foi de 10,6 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, nas condições estudadas. Outras observações feitas em horas diferentes do dia não mostraram redução, indicando que provavelmente esta planta mantém os estômatos fechados a maior parte do dia, confirmando as observações feitas com xilol, que não penetrou durante todo o dia, como foi citado na p. 96. No gráfico da fig. 66 vê-se que os estômatos já não estavam muitos abertos, apesar da observação ter sido feita pela manhã (10 h) quando algumas folhas (inferiores) ainda apresentavam estômatos abertos.

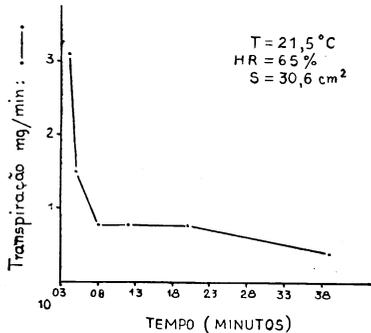


Fig. 66 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Epidendrum moseni*.

Esses dados indicam que, de um modo geral, as plantas estoloníferas e rizomatosas, características da vegetação das dunas, não apresentam uma reação hidroativa muito rápida, como seria de esperar, devido ao caráter xerofítico que, segundo alguns autores, essas plantas apresentam.

Os dois únicos casos em que observamos um movimento estomático rápido foram de plantas cujos estômatos estavam somente um pouco abertos, sob as condições ambientes matinais, quando as observações foram feitas; tais plantas, provavelmente, mantêm os estômatos fechados a maior parte do dia.

Geralmente as ervas estoloníferas ou rizomatosas fecham os estômatos entre 20 minutos e 60 minutos e a redução da transpiração total varia de 60% (*Hydrocotyle*) até 90% (*Philoxerus*), ficando os valores de redução mais freqüentes entre 60 a 80%.

As observações sobre os sub-arbustos e arbustos da região em estudo estão representados nas figuras: 67 a 72.

10 — *Dalbergia ecastophyllum* leva 25 minutos para fechar os estômatos, isto é, para reduzir a transpiração em cerca de 90%. A transpiração total de *Dalbergia ecastophyllum* nas condições ambientes citadas na fig. 67, é igual a 10,9 mg/min/100 cm<sup>2</sup>.

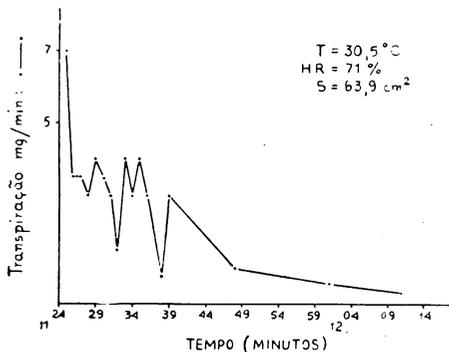


Fig. 67 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Dalbergia ecastophyllum*.

11 — *Chrysobalanus icaco* tem uma transpiração total de 10,7 mg/min/100 cm<sup>2</sup> e para reduzir sua transpiração para cerca de 20% levou 15 minutos, nas condições em que a observação foi feita (fig. 68).

12 — *Cordia verbenacea*, como se vê na fig. 69 tem um tempo de fechamento hidroativo cêrca de 40 minutos, com uma redução de cêrca de 70% da transpiração total, que era de 10,2 mg/min/100 cm<sup>2</sup>.

13 — *Scaevola plumieri* levou 45 minutos para fechar os estômatos. A transpiração cuticular representa aproximadamente 30% da transpiração total. A transpiração total máxíma atingida depois de 3 min na balança foi de 82,6 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, nas condições citadas na fig. 70.

14 — *Tibouchina holosericea*, em meia hora, reduziu a transpiração para um valor igual a 10% da transpiração total. A transpiração total naquelas condições era igual a 32,1 mg/min/100 cm<sup>2</sup> (fig. 71).

15 — Em *Sophora tomentosa*, meia hora é o tempo aproximado de fechamento hidroativo, com uma redução de aproximadamente 60% da transpiração total. A transpiração total era igual a 4,7 mg/min/100 cm<sup>2</sup> (fig. 72).

Êstes sub-arbustos e arbustos também, de maneira geral, têm um movimento estomático hidroativo relativamente lento, levando de 25 a 45 minutos para se completar. Uma única espécie, *Chrysobalanus icaco*, tem movimento relativamente rápido: o fechamento estomático ocorreu em 15 minutos aproximadamente.

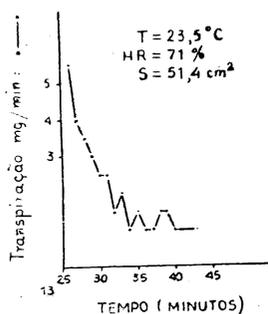


Fig. 68 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Chrysobalanus icaco*.

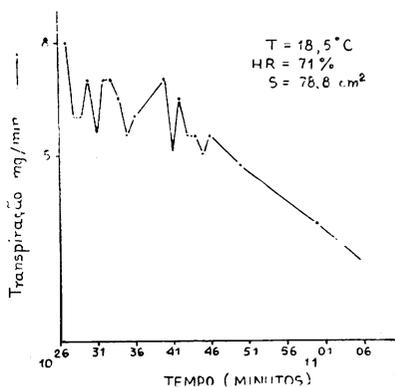


Fig. 69 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Cordia verbenacea*.

É interessante notar que entre as espécies suculentas houve uma nítida diferença com *Philoxerus portulacoides* levando somente 20

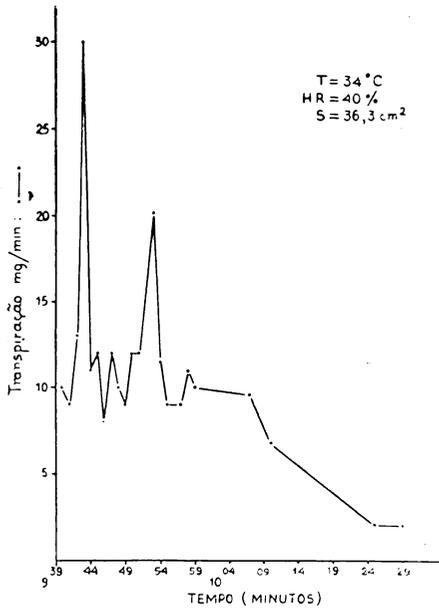


Fig. 70 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Scaevola plumieri*.

minutos para fechar os estômatos e *Scaevola plumieri* com um comportamento mais típico das plantas suculentas, levando 45 minutos. Essa lentidão de fechamento estomático é de se esperar, pois *Scaevola plumieri* é uma das suculentas mais características da vegetação das dunas. Devido à “hidratação” de seus tecidos, ela não tem necessidade de movimentos estomáticos hidroativos muito rápidos.

Podemos notar, também, por êsses gráficos, que ocorrem na maioria dos casos as “pulsações” nas curvas de fechamento estomático, fato êsse já discutido por Ferri (20) e Coutinho (13). Essas pulsações foram de ocorrência geral para as espécies estudadas, e em alguns casos, como *Philoxerus portulacoides* (fig. 58), *Hydrocotyle umbellata* (fig. 59), *Ipomoea littoralis* (fig. 61), *Scaevola plumieri* (fig. 70), observamos um aumento da transpiração logo nos primeiros minutos após ter sido a fôlha destacada da planta.

Franco e Magalhães (28) referem-se a êsse aumento da transpiração devido ao corte do pecíolo. Compararam a transpiração do cafeeiro, do feijoeiro, da bananeira, da cana de açúcar e do mamoeiro, usando o método das pesagens rápidas e o método gasométrico. De

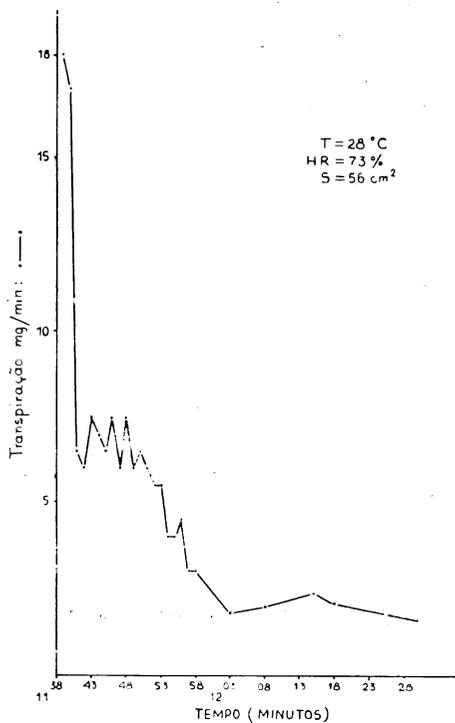


Fig. 71 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Tibouchina holosericea*.

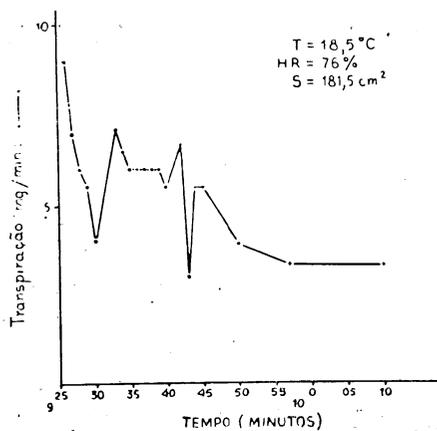


Fig. 72 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Sophora tomentosa*.

acôrdo com êles, o aumento da transpiração corresponderia a uma "abertura temporária dos estômatos" que ocorreria logo após o corte do pecíolo, descrita e explicada por vários autores.

As condições em que as observações foram feitas geralmente eram as mais extremas naquêle ambiente, mas como vemos pelos dados das figuras 58 a 72, predominavam as umidades relativas e temperaturas elevadas. Na ocasião das observações foram feitas simultâneamente infiltrações com xilol para determinar o grau de abertura dos estômatos no início e no fim das observações.

Deficit de saturação

Os dados dos deficits de saturação representados na tabela 18 foram determinados segundo técnica usual e calculados usando-se a fórmula de Stocker (citado por Ferri, 20):

$$\frac{\text{Cont. máx. de água} - \text{conteúdo real de água}}{\text{Cont. máximo de água}} \times 100$$

Os resultados estão apresentados, portanto, em % do conteúdo máximo de água.

Tabela 18

Deficit de saturação Planta	Praia Grande	
	Deficit de saturação em % do conteúdo máximo de água	
	maio 1961 — Valores obtidos às 14 h	
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	6,3	
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	6,0	
<i>Ipomoea littoralis</i>	11,1	
<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	4,1	
<i>Chrysobalanus icaco</i>	2,6	
<i>Philoxerus portulacoides</i>	10,1	
	novembro 1961 — 9-10 h	
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	8,3	
<i>Ipomoea littoralis</i>	11,2	
<i>Chrysobalanus icaco</i>	1,8	
	janeiro 1962 — 9-10 h	
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	8,3	
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	7,1	
<i>Spartina ciliata</i>	8,7	
<i>Cordia verbenacea</i>	9,4	

Nos meses chuvosos (novembro e janeiro) os deficits de saturação foram baixos sendo o maior o de *Ipomoea littoralis*, de 11,2% e o menor de *Chrysobalanus icaco*, de 1,8% .

Em maio (início da época seca) os deficits de saturação também foram baixos e sem diferenças significantes, nas mesmas espécies. Nessa época a planta com o deficit de saturação mais alto também foi *Ipomoea littoralis*, com 11,1% e foi, igualmente, *Chrysobalanus icaco*, a de deficit mais baixo: 2,6% .

Determinamos também os deficits de saturação de *Tibouchina holosericea*: 8,5% em abril e 9,8% em janeiro. Trata-se de planta com folhas muito pilosas. Ferri (20) já informou que, nas determinações de deficits de saturação de folhas pilosas pode haver um desvio considerável do valor real. Tais folhas retêm muita água entre os pêlos e ao determinarmos o peso saturado, por mais que sequeamos com papel de filtro suas superfícies no momento de pesar, o peso obtido poderá ser maior que o real, resultando num deficit de saturação exagerado.

As plantas cujos dados estão apresentados na tabela n.º 18 mantinham os estômatos abertos o dia todo, mas algumas apresentavam uma diminuição na abertura estomática, com correspondente restrição no consumo d'água, pelo menos na época seca.

Os valores obtidos, de deficit de saturação de plantas da praia, não são grandes e também não apresentam diferenças significantes entre a época seca e a chuvosa. Comparando-se, porém, os valores das ervas rastejantes com os dos sub-arbustos, notamos que os destes últimos são mais baixos nas duas épocas.

No cerrado Ferri (19, 20) encontrou valores igualmente baixos, sendo o maior valor observado por êle 5,3% . Na caatinga o mesmo autor (20) encontrou também deficits relativamente baixos, tanto na época chuvosa como na seca e o maior valor obtido foi 10,9% . A explicação que êle dá é a de que neste último caso trata-se de plantas bem adaptadas ao ambiente, que possuem aparelhos estomáticos de funcionamento muito eficiente, capazes de impedir uma perda d'água elevada, a ponto de causar alto deficit de saturação; assim elas os mantêm fechados sempre que as condições o exijam. No cerrado, embora os estômatos permaneçam sempre abertos, o supri-

mento d'água é em geral muito bom, o que impede o desenvolvimento de elevados deficits de saturação.

Coutinho (13) apresenta uma tabela em que compara os deficits de saturação encontrados em plantas da mata pluvial com os de plantas xerofíticas de regiões áridas e cita os seguintes fatos: a) as plantas da mata apresentam de maneira geral baixos deficits de saturação, com exceção de algumas epífitas nas quais êle encontrou valores muito elevados; b) nas plantas das regiões de deserto os dados de Evenari indicam deficits de 45% até 75%, os de Lemée 46%, os de Killian 58%; para as estepes os dados de Morello indicam deficits de 38% a 53%; os valores obtidos por Coutinho em determinadas espécies da mata vão de 42% a 94%.

Na época sêca também Stocker (citado por Ferri, 20) encontrou em plantas sujeitas a condições xerofíticas valores de até 50%.

No caso da vegetação litorânea a explicação dos baixos deficits de saturação encontrados estaria no fato de que as próprias condições climáticas não permitiriam a produção de deficits elevados, pois, como já vimos, nas regiões costeiras a umidade relativa é geralmente alta durante todo o dia, devido ao vento carregado de umidade que sopra do mar para a terra a partir das 10 horas. Mesmo na época sêca em que condições mais severas ocorrem com a diminuição das precipitações atmosféricas e conseqüente concentração da solução do solo, as condições climáticas são tais que não levam a grandes perdas d'água pelas plantas.

Para o caso de dias excepcionais, entretanto, em que as condições ambientes se agravem, essas plantas devem dispor de eficiente proteção contra a perda d'água. Apresentam, portanto, algumas características de xerófitas \* como eficiente mecanismo regulador de perda d'água, seja por processos fisiológicos, inclusive funcionamento estomático eficaz, o que impede altos deficits de saturação, seja por elementos morfológicos protetores, como é o caso de algumas espécies que apresentam suculência, pêlos, cutícula espessa, estômatos em depressões, como veremos adiante, no estudo da anatomia das folhas.

---

\* Com relação ao xerofitismo cf. observações de Killian e Lemée (40).

## Transpiração relativa

As determinações da transpiração relativa foram feitas de duas maneiras descritas no capítulo dos métodos. Uma delas foi baseada nos dados de transpiração e evaporação da curva do andamento diário da transpiração e neste caso os valores de evaporação foram obtidos com o evaporímetro de Piche. A outra foi baseada em determinações com "evaporímetros de fôlha" e com os dados obtidos determinamos a transpiração total e a transpiração cuticular em porcentagem da evaporação.

No primeiro caso determinamos a transpiração em porcentagem da evaporação na mesma hora, para todos os pontos da curva do andamento diário da transpiração.

Como sabemos os valores de transpiração relativa são muito variáveis, pois são calculados segundo a fórmula  $T. R. = T/E \times 100$ ; T e E nem sempre variam na mesma proporção. Por isso notamos que em certos casos os valores da transpiração máxima em porcentagem da evaporação não coincidiam com os da transpiração relativa máxima.

Os dados de transpiração relativa máxima e mínima no decorrer do dia, na época sêca e na chuvosa, estão relacionados na tabela 19. Uma análise dêsses dados mostra que os menores valores foram

Tabela 19

## Transpiração relativa (T/E %)

Espécie	Época sêca		Época chuvosa			
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima		
	hora	hora	hora	hora	hora	hora
<i>Philoxerus portulacoides</i>	91,6 (8,30)	22,5 (16,36)	33,6 (15,15)	15,7 (17,45)		
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	40,0 (8,06)	1,6 (17,10)	42,6 (9,15)	24,1 (17,35)		
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	77,5 (9,10)	20,0 (17,06)	57,0 (10,18)	32,2 (13,36)		
<i>Spartina ciliata</i>	98,0 (9,12)	8,2 (16,54)	21,7 (13,50)	9,0 (17,35)		
<i>Ipomoea littoralis</i>	—	—	38,2 (14,25)	23,9 (16,20)		
<i>Canavalia obtusifolia</i>	—	—	46,4 (8,45)	11,3 (17,40)		
<i>Scaevola plumieri</i>	42,5 (11,30)	6,1 (17,12)	66,3 (8,10)	6,1 (17,30)		
<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	45,4 (13,18)	22,0 (17,40)	36,0 (8,42)	6,0 (17,50)		
<i>Chrysobalanus icaco</i>	76,0 (8,30)	6,3 (15,36)	32,6 (14,40)	15,8 (16,39)		
<i>Tibouchina holosericea</i>	52,0 (8,25)	7,6 (16,06)	32,0 (9,27)	19,6 (16,25)		

obtidos à tarde, depois das 17 horas e os maiores, freqüentemente pela manhã, ou no máximo até as 15 horas. As transpirações relativas máximas de algumas espécies estudadas foram excepcionalmente altas e obtidas na época seca. Chegamos a medir valores de transpiração relativa de 98% em *Spartina ciliata*, 91,6% em *Philoxerus por-lacoides*, 77,5% em *Hydrocotyle umbellata* e 76% em *Chrysobalanus icaco*.

Comparando-se as espécies erbáceas e as arbustivas, nota-se que as mais altas transpirações relativas ocorrem freqüentemente entre as primeiras, sendo *Chrysobalanus icaco* a única espécie arbustiva que apresenta transpiração relativa alta.

É interessante notar que esses valores foram sempre obtidos nas primeiras horas da manhã, ocasião em que os valores de evaporação eram muito baixos. Tal fato mostra que em alguns casos os estômatos já atingem grandes aberturas nessas horas, determinando valores relativamente altos de transpiração quando comparados com os de evaporação.

Outro fato observado é que as diferenças entre as transpirações relativas máximas e mínimas nas várias horas do dia também foram maiores na época seca.

Como os mais altos valores da transpiração relativa geralmente ocorrem nas primeiras horas do dia, havendo depois uma queda rápida até valores muito baixos, conclui-se que há uma diminuição da perda d'água pela planta, quando a evaporação aumenta, por um mecanismo qualquer que garanta a manutenção do equilíbrio hídrico. Já foi evidenciado no estudo do andamento diário da transpiração que algumas plantas têm a capacidade de restringir o seu consumo de água quando as condições o exigem.

Os valores da transpiração máxima em porcentagem da evaporação na mesma hora, nas épocas seca e chuvosa, estão apresentados na tabela 20. Comparando-se os dados dessa tabela com os da tabela 19, verifica-se que a transpiração máxima em porcentagem da evaporação é geralmente inferior à transpiração relativa máxima das mesmas espécies. O maior valor da transpiração máxima em porcentagem da evaporação foi encontrado em *Hydrocotyle umbellata* na época seca: 54%. Nota-se ainda na tabela 20 que não há uma diferença significativa entre os valores obtidos na época seca e

na chuvosa excetuando os de *Ipomoea pes-caprae* que foram 42,6% na época chuvosa e 9% na época sêca. Observando-se os dados das curvas do andamento diário da transpiração dessa espécie (figuras 38 e 39) nas 2 épocas, vê-se que na época chuvosa a transpiração atingiu valores muito altos (19,3 mg/min/100 cm<sup>2</sup> quando a evaporação era igual a 45 mg/min/100 cm<sup>2</sup>) e que na época sêca ela apresentou restrição no consumo d'água e a transpiração absoluta máxima foi bem menor (6 mg/min/100 cm<sup>2</sup>, quando a evaporação era igual a 66 mg/min/100 cm<sup>2</sup>).

Sabemos que os dados de transpiração relativa baseados em medidas de evaporação com o evaporímetro de Piche estão sujeitos a várias críticas e como as determinações feitas com o "Blatt-evaporime-

Tabela 20

Valores de transpiração máxima (em % da Evaporação)

Espécie	Época sêca	Época chuvosa
<i>Phloxerus portulacoïdes</i>	48,6	30,9
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	9,0	42,6
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	54,1	42,0
<i>Spartina ciliata</i>	22,2	21,7
<i>Ipomoea littoralis</i>	—	33,0
<i>Canavalia obtusifolia</i>	—	31,4
<i>Scaevola plumieri</i>	37,4	40,0
<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	36,2	36,2
<i>Chrysobalanus icaco</i>	22,0	20,5
<i>Tibouchina holosericea</i>	12,8	25,1

ter" são mais precisas, apresentamos na tabela 21 os dados de transpiração relativa obtidos dessa maneira. Na mesma tabela encontram-se valores de transpiração cuticular. De um modo geral os dados de transpiração relativa da tabela 21 diferem dos valores anteriores obtidos nas mesmas espécies. Os dados apresentados na tabela 21 são da época sêca e pela manhã. Comparando-os com os da tabela 20 verificamos que são da mesma ordem de grandeza que os da transpiração máxima em porcentagem da evaporação. Como vemos, a transpiração máxima em porcentagem da evaporação em *Tibouchina holosericea* foi 12,8% e a transpiração relativa medida com o evaporímetro de fôlha foi 16,5%. Com exceção dessa espécie, as demais apresentam

transpiração relativa geralmente alta, sendo a maior igual a 62% em *Hydrocotyle umbellata*.

A transpiração cuticular em porcentagem da evaporação é relativamente baixa e variou de 1,4% em *Cordia verbenacea* a 5,6 em *Ipomoea pes-caprae*. Esses dados são comparáveis aos de Ferri (20) obtidos no cerrado e aos de Coutinho (13) na mata pluvial tropical, mas não observamos valores tão baixos como este último em determinadas espécies da mata. Por outro lado, nossos valores diferem dos encontrados por vários autores (Killian e Lemée, 40) em plantas xerófitas de regiões áridas, os quais geralmente são inferiores a 1%.

Tabela 21

Transpiração relativa e transpiração cuticular em porcentagem da evaporação

Espécie	T/E %	T. cut./E %
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	44,5	5,6
<i>Ipomoea littoralis</i>	58,3	4,2
<i>Chrysobalanus icaco</i>	32,4	2,3
<i>Cordia verbenacea</i>	44,2	1,4
<i>Dalbergia ecastophyllum</i>	38,0	2,6
<i>Spartina ciliata</i>	30,0	4,9
<i>Oxypetalum tomentosum</i>	41,8	—
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	62,0	—
<i>Scaevola plumieri</i>	58,0	—
<i>Tibouchina holosericea</i>	16,5	2,5

Nota-se na tabela 21, que a transpiração cuticular em porcentagem da evaporação é menor nas espécies arbustivas, tendo elas, portanto, uma proteção cuticular mais eficiente contra a perda d'água.

Fizemos também determinações da transpiração relativa de *Epidendrum moseni*, usando o evaporímetro de fôlha. Como vimos, esta espécie provavelmente mantém os estômatos fechados durante o dia, o que explicaria os resultados apresentados a seguir. Numa determinação obtivemos T/E = 6,3% e T.cut./E = 1,6%, indicando que no primeiro caso os estômatos estavam quase fechados. Em outra determinação nessa mesma espécie, mas nas primeiras horas da manhã, quando os estômatos ainda estavam abertos, obtivemos os seguintes valores: T/E = 27,7% e T.cut./E = 5,5%.

Fôrça de sucção das células e porcentagens de cloreto de sódio nas cinzas das fôlhas.

A fôrça de sucção (Sc) das células da fôlha foi estabelecida pelo método de Schardakow, já descrito.

As determinações foram feitas geralmente pela manhã entre 9 e 11 h, em dias ensolarados, nos meses de junho e julho, portanto na época sêca.

Apresentamos na tabela 22 juntamente com os valores de Sc, a temperatura e a umidade relativa nos momentos em que aquêles valores foram estabelecidos.

Tabela 22

Sucção celular (atm) das células das fôlhas.

Espécie	21-6-63 T = 17° C H. R. = 52%	
	Sol. isotônica (M)	Sc (atm)
<i>Scaevola plumieri</i> (Vahl) Blume	0,3	8,13
<i>Hydrocotyle umbellata</i> Linn.	0,3 — 0,4	8,13 — 11,11
<i>Phloxerus portulacoides</i> St. Hil.	0,3	8,13
<i>Dalbergia ecastophyllum</i> (L.) Taub.	1,0	34,5
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) Sweet	0,3 — 0,4	8,13 — 11,11
	2-7-63 T = 23° C H. R. = 60%	
<i>Chrysobalanus icaco</i> Linn.	0,5 — 0,6	14,31 — 17,77
<i>Dalbergia ecastophyllum</i> (L.) Taub.	0,9 — 1	29,7 — 34,6
<i>Ipomoea littoralis</i> Boiss.	< 0,1	< 2,64
<i>Epidendrum moseni</i> Reichb.	0,2 — 0,3	5,29 — 8,13
	10-7-63 T = 21,5° C H. R. = 69%	
<i>Sophora tomentosa</i> L.	0,6 — 0,7	17,77 — 21,49
<i>Dalbergia ecastophyllum</i> (L.) Taub.	0,8 — 0,9	25,54 — 29,7
<i>Tibouchina holosericea</i> Baill.	0,5	14,31
	30-7-63 T = 21° C H. R. = 78%	
<i>Spartina ciliata</i> Kunth	0,2 — 0,3	5,29 — 8,13
<i>Scaevola plumieri</i> (Vahl) Blume	0,4	11,11
<i>Dalbergia ecastophyllum</i> (L.) Taub.	1,0	34,6

Nessa tabela vemos que os maiores valores de Sc foram encontrados entre as espécies arbustivas: 34,6 atm em *Dalbergia ecastophyllum*, 17,7 a 21,49 atm em *Sophora tomentosa*, 14,31 a 17,77 em *Chrysobalanus icaco* e 14,31 atm em *Tibouchina holosericea*.

As espécies rastejantes apresentaram valores mais baixos de Sc: 8,13 a 11,11 atm em *Hydrocotyle umbellata*, 8,13 em *Philoxerus portulacoides*, 8,13 a 11,11 em *Ipomoea pes-caprae*, e em *Ipomoea littoralis* menos que 2,64 atm.

Entre os sub-arbustos encontramos valor de Sc relativamente baixo em *Scaevola plumieri* (entre 8,13 e 11,1 atm) e em *Epidendrum moseni* (entre 5,29 e 8,13 atm), mas, como veremos adiante, a primeira é uma espécie suculenta com grande tecido armazenador de água e a segunda é semi-carnosa, com um espesso clorênquima de células grandes com paredes reforçadas.

*Philoxerus portulacoides*, geralmente considerada como halófito típica, pois é uma das primeiras espécies colonizadoras das porções arenosas próximas ao mar, apresenta valor de Sc relativamente baixo (8,13 atm), talvez também devido ao grande parênquima aquífero existente na folha.

Convém mencionar que segundo os dados da maioria dos autores, os valores de Sc e as pressões osmóticas do suco celular em plantas de regiões litorâneas oscilam muito.

Segundo Walter (69) a pressão osmótica das células da folha oscila de acordo com o teor salino e o grau de seca do "habitat". Este autor cita em plantas de *Ipomoea pes-caprae*, da Ilha dos Mortos, em Tanga, pressões osmóticas de 12,7 atm e 10,7 atm. Em *Sesuvium portulacastrum*, uma halófito típica da região, menciona pressões osmóticas de 27,5 e 52,3 atm e em *Hibiscus tiliaceus*, uma espécie arbustiva, pressão osmótica de 25 atm.

Gooding (31) encontrou em folhas de *Ipomoea pes-caprae* e *Philoxerus vermicularis* forças de sucção de 80-100 atm.

Strogonov (65) diz que devido à grande acumulação de sais em suas células, as halófitas têm altas pressões osmóticas no suco celular, às vezes chegando a 100-200 atm.

Em seu trabalho sobre a ecologia das plantas do Mediterrâneo, Braun-Blanquet e Walter (9) apresentam curvas anuais de valores osmóticos de plantas suculentas (baixos) e de algumas halófitas em duas épocas do ano (geralmente altos: entre 36,8 e 82,5 atm).

Mas Salisbury (57) cita em algumas espécies de enraizamento pouco profundo, encontradas nas dunas, forças osmóticas de sucção também não muito altas, com os valores extremos de 5,7 e 14,3 atm.

Não encontramos, igualmente, valores de  $Sc$  excepcionalmente altos em células das folhas das espécies rastejantes e rizomatosas consideradas como halófitas. Achamos, outrossim, valores comparáveis aos que Walter encontrou em *Ipomoea pes-caprae*.

Como vimos, essas espécies apresentam um sistema radicular que atinge somente as camadas mais superficiais da areia.

Numa determinação da porcentagem de NaCl na solução do solo, o valor encontrado, de 1,298%, não indicava uma concentração excessiva, que causasse um grande aumento da salinidade do solo, a 40 cm de profundidade.

Segundo Adriani (2) o limite mais baixo de concentração, para um solo ser considerado hálico, é 0,5% de NaCl. Já mencionamos que de acordo com Schimper os solos das praias arenosas não são muito salinos, pois os sais depositados na superfície são lavados pelas chuvas.

Strogonov (65) relaciona o poder de retenção de água do solo com o conteúdo de água e o conteúdo de sais. Mediu em solos com alto conteúdo de água e alto conteúdo de sal, poder de retenção de 17 atm, e com baixo conteúdo de sal, 11 atm. No caso de baixo conteúdo de água em solos altamente salinos, o poder de retenção de água chega a 143 atm e quando o conteúdo de sal é pequeno, chega a apenas 35 atm. Segundo este autor, entretanto, o alto poder de retenção de água no solo não age como fator limitante no caso das halófitas.

As espécies arbustivas, todavia, cujo sistema radicular atinge camadas um pouco mais profundas do solo, apresentam valores mais altos de  $Sc$ . Essas plantas geralmente atingem a água salgada subterrânea ou as camadas mais próximas nas quais há uma infiltração de água salgada e conseqüentemente a solução edáfica é mais concentrada.

Em *Dalbergia ecastophyllum*, que apresentou o valor mais alto de  $Sc$ , fizemos ainda determinações de  $Sc$  em horas diferentes do mesmo dia e verificamos que houve variação. Assim, às 9 horas ( $t = 21,5^{\circ}C$  e H. R. = 69%) o valor de  $Sc$  estava entre 25,54 atm e 29,7 atm e às 13 horas ( $t = 23,5^{\circ}C$  e H. R. = 72%), entre 34,6 e 39,8 atm.

Adriani (1) elaborou curvas diárias do valor osmótico em *Sarcornia herbacea* e verificou que no verão quente e seco ocorre uma

ascensão considerável do valor osmótico, causada apenas pela perda d'água.

Em *Spartina ciliata* que apresentou baixo valor de Sc, não obtivemos variação, sendo que nas duas observações do mesmo dia, com intervalo de 3 horas, o valor de Sc foi de 5,29 atm.

As determinações do conteúdo de cloreto de sódio, em porcentagem do pêso total das cinzas de fôlhas, foram feitas segundo a técnica gravimétrica descrita no capítulo dos métodos.

Os valores obtidos estão representados na tabela 23 na qual se vê que, de um modo geral, êles são relativamente altos. As espécies que apresentaram maior conteúdo de NaCl são *Ipomoea pes-caprae* (50,30%) e *Scaevola plumieri* (55,42%).

Tabela 23  
Porcentagem de NaCl na cinza de fôlhas

Espécie	NaCl em % do pêso da cinza
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) Sweet	50,30
<i>Chrysobalanus icaco</i> Linn.	14,42
<i>Scaevola plumieri</i> (Vahl) Blume	55,42
<i>Dalbergia ecastophyllum</i> (L.) Taub.	10,17
<i>Cordia verbenacea</i> DC.	15,43
<i>Diodia setigera</i> DC.	34,94

Êsses valores são da mesma ordem de grandeza que os citados por Walter (68) em plantas halófitas, mas comparando-os com os valores de Sc verificamos que não há concordância entre o teor de NaCl e os valores mais altos de Sc.

Em espécies freqüentes nas dunas do litoral não obtivemos, portanto, o paralelismo citado por vários autores, entre os valores osmóticos e a concentração clorídrica. Segundo Steiner (1934) e Steiner e Walter (1939) (citados por Steiner e Eschrich, 62), por exemplo, que estudaram a relação entre o valor osmótico e a participação clorídrica, há um alto teor de cloretos (como NaCl) nas halófitas, disso resultando os altos valores osmóticos obtidos nos sucos das fôlhas. No gráfico apresentado por Steiner, em euhalófitas, de maneira geral, a p.o. está entre 24 e 50 atm e o teor de Cl' entre 8 e 35 atm; em glicófitas, a p.o. está entre 10 e 19 atm e o teor de Cl' entre 1 e 5 atm; em plantas de "habitat" salobro, a p.o. está entre 12 e 34 atm e

o teor de Cl' entre 5 e 12 atm; finalmente, em plantas de mangues, a p.o. está entre 30 e 40 atm e o teor de Cl' entre 15 e 13 atm. Êstes autores também citam numerosas análises feitas em halófitas praianas, nas quais é confirmado o alto teor de cloretos dos sucos celulares.

Em resumo, algumas espécies arbustivas apresentaram valores de Sc relativamente altos, provavelmente relacionados com a alta salinidade do solo nas regiões atingidas pela raiz. Numa das espécies estudadas observamos que êsses valores podem variar no decorrer do dia. As plantas erbáceas, estoloníferas ou rizomatosas, por outro lado, cujo sistema radicular é pouco profundo, apresentaram valores de sucção celular mais baixos que as primeiras. Em geral tôdas essas plantas tinham um conteúdo alto de NaCl, mas êste não mostrava correlação com os valores altos de Sc.

#### Anatomia das fôlhas

O conhecimento da anatomia foliar das espécies de uma associação vegetal é importante no estudo do seu comportamento fisiológico e ecológico.

Assim, juntamente com as investigações sôbre o balanço d'água, foram feitos estudos da estrutura das fôlhas das plantas do cerrado por Ferri (19), Rachid (52), Morretes e Ferri (50), da caatinga por Ferri (20) e da mata pluvial tropical por Coutinho (13).

Além das observações sôbre a anatomia das fôlhas das espécies estudadas quanto ao balanço hídrico, determinamos o número de estômatos por unidade de superfície. Os dados obtidos estão na tabela 24 e por êles vemos que a maioria das espécies apresenta estômatos nas duas faces. Quanto à distribuição vemos que *Ipomoea pes-caprae*, *Hydrocotyle umbellata*, *Scaevola plumieri* e *Spartina ciliata* apresentam mais estômatos na face adaxial; *Acicarpa spathulata*, *Oxypetalum tomentosum* e *Canavalia obtusifolia* têm mais estômatos na face abaxial. *Chrysobalanus icaco* e *Tibouchina holosericea* apresentam estômatos, em grande número, sômente na face abaxial.

Tabela 24

Quantidade de estômatos por mm<sup>2</sup> da superfície foliar

Espécie	Face adaxial	Face abaxial
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) Sweet	100	82
<i>Ipomoea littoralis</i> Boiss.	82	82
<i>Hydrocotyle umbellata</i> Linn.	146	133
<i>Canavalia obtusifolia</i> DC.	105	207
<i>Chrysobalanus icaco</i> Linn.	—	225
<i>Tibouchina holosericea</i> Baill.	—	224
<i>Acicarpa spathulata</i> R. Br.	111	137
<i>Philoxerus portulacoides</i> St. Hil.	53	—
<i>Oxypetalum tomentosum</i> Wight, var. <i>parvifolium</i> (Fourn.) Malme	77	350
<i>Remirea maritima</i> Aubl.	—	107
<i>Spartina ciliata</i> Kunth	± 145	44
<i>Scaevola plumieri</i> (Vahl) Blume	42	34

Analisando êsses dados, verificamos ainda que as plantas de fôlhas suculentas, como *Scaevola plumieri* e *Philoxerus portulacoides*, apresentam menos estômatos por mm<sup>2</sup> que as não suculentas. Killian e Lemée (40) mencionam o fato das suculentas se distinguirem pela sua baixa densidade estomática e a êsse respeito citam os dados de Zimke (1939), Walter (1951) e Wood (1935).

A seguir apresentamos a descrição da estrutura das fôlhas das espécies rastejantes e arbustivas mais freqüentes na vegetação das dunas.

*Hydrocotyle umbellata* Linn. (*Umbelliferae*). A fig. 73 mostra um corte transversal da fôlha passando por uma nervura. Observa-se que essa nervura é transcorrente, pois os feixes vasculares são acompanhados dos dois lados por um parênquima sem clorofila e por um tecido esclerenquimatoso, os quais ocupam todo o espaço entre o feixe e as epidermes superior e inferior.

Ambas as epidermes têm estômatos e a cutícula é relativamente fina. Logo abaixo da epiderme superior existe um parênquima paliçádico formado por duas camadas de células e abaixo dêste um parênquima lacunoso com células pequenas e grandes lacunas, o qual confina com a epiderme inferior.

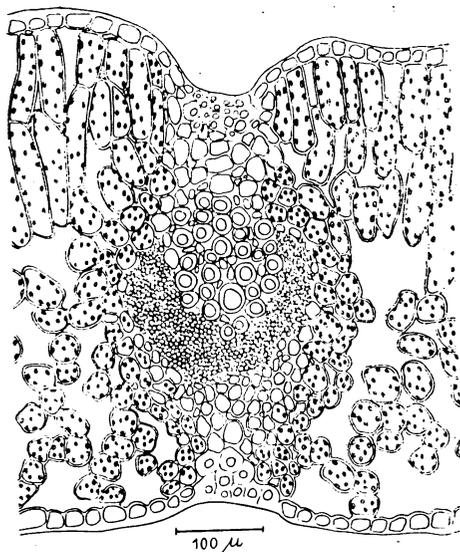


Fig. 73 — Corte transversal da fôlha de *Hydrocotyle umbellata*, passando por uma nervura.

A fig. 74 mostra estômatos em vista frontal; vê-se que são do tipo rubiáceo. isto é com 2 células subsidiárias paralelas ao poro.

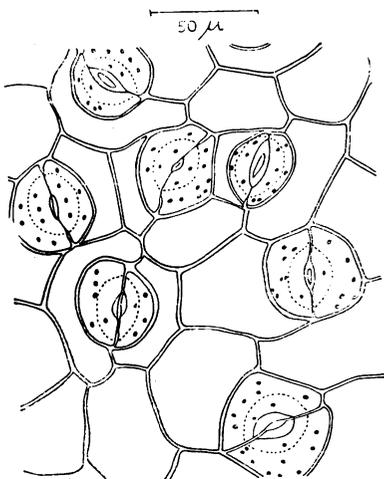


Fig. 74 — Estômatos de *Hydrocotyle umbellata* em vista frontal.

Esse tipo de estômato é citado no gênero *Hydrocotyle* por Metcalf e Chalk (49).

No corte transversal (fig. 75) vê-se que o estômato é do tipo mais freqüente em plantas superiores. Esse tipo é citado por Guttenberg (33) como uma modificação do tipo *Amaryllis*, isto é, com lumen triangular equilátero. Essa espécie não apresenta, pois, características xeromorfas com exceção dos elementos mecânicos que acompanham os feixes líbero-lenhosos.

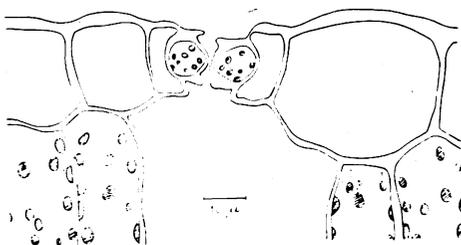


Fig. 75 — Corte transversal mediano do estômato de *Hydrocotyle umbellata*.

*Philoxerus portulacoides* St. Hil (= *Iresine portulacoides* — *Amaranthaceae*).

Nessa espécie observamos uma estrutura xeromorfa, pois apresenta folha suculenta, na qual encontramos um grande parênquima aquífero formado por várias camadas de células grandes (algumas com mais de  $50\mu$ ), como se pode ver no corte transversal passando por uma nervura, na fig. 76. Esse parênquima serve para armazenar água o que possibilita à planta suportar condições eventuais de seca. Acima desse parênquima aquífero há um parênquima clorofiliano formado por células largas, arredondadas, que circundam pequenos feixes líbero-lenhosos e mais acima há um parênquima paliádico formado por uma camada de células, o qual confina com a epiderme superior, onde estão os estômatos.

Na fig. 77, de um corte transversal na região do bordo da folha, vê-se melhor essa organização, com uma parte lateral do parênquima aquífero, um feixe líbero-lenhoso circundado por uma bainha de células clorofiladas e a epiderme superior com 2 estômatos cortados transversalmente. No parênquima clorofiliano há células com grandes

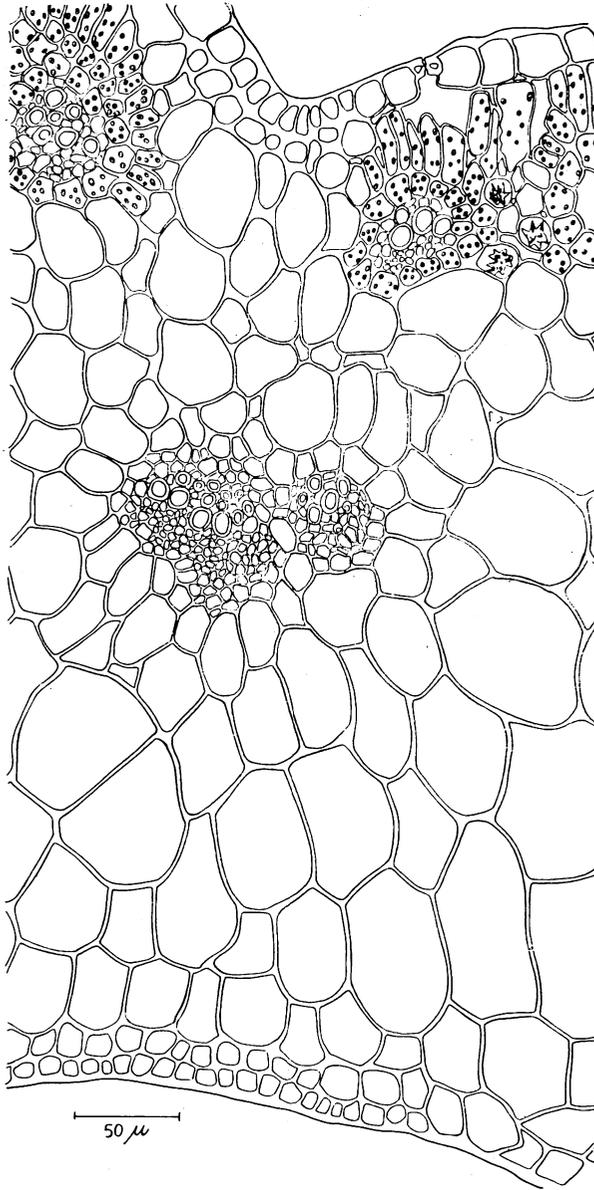


Fig. 76 — Corte transversal da fôlha de *Philoxerus portulacoides*, passando por uma nervura.

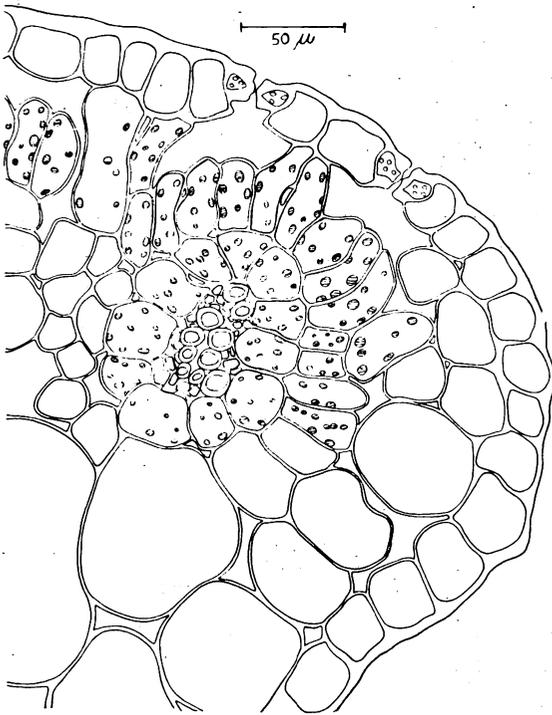


Fig. 77 — Corte transversal da fôlha de *Philoxerus portulacoides*, na região do bordo. Notem-se dois estômatos cortados transversalmente.

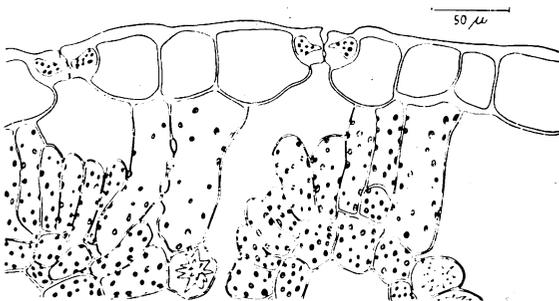


Fig 78 — Estômatos de *Philoxerus portulacoides*: Detalhe da face adaxial, vendo-se dois estômatos em corte transversal.

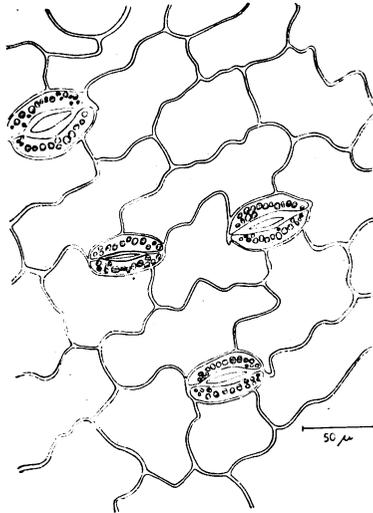


Fig. 79 — Estômatos de *Philoxerus portulacoides* em vista frontal.

agrupamentos de cristais (drusas de oxalado de cálcio) como se pode ver nas figs. 76 e 78. Schinz, citado por Metcalf e Chalk (49), refere-se à existência de cristais agrupados grandes e numerosos em *Iresine*.

Na fig. 78 temos os estômatos cortados transversalmente; vemos em maior detalhe o parênquima clorofiliano, células portadoras de drusas e outras células alongadas, abaixo da epiderme superior. Os estômatos em corte transversal mediano, na figura 78 à direita, têm o lumen triangular, com grande refôrço e no corte polar à esquerda, o lumen é um pouco maior.

Os estômatos em vista frontal estão representados na fig. 79 e têm um número variável de células circundantes.

*Ipomoea littoralis* Boiss. (*Convolvulaceae*).

No corte transversal da fôlha (fig. 80) observamos logo abaixo da epiderme superior um parênquima paliçádico formado por várias camadas de células curtas, seguido de um parênquima lacunoso mais ou menos compacto e mediano e de outro parênquima paliçádico com células mais curtas limitando com a epiderme inferior.

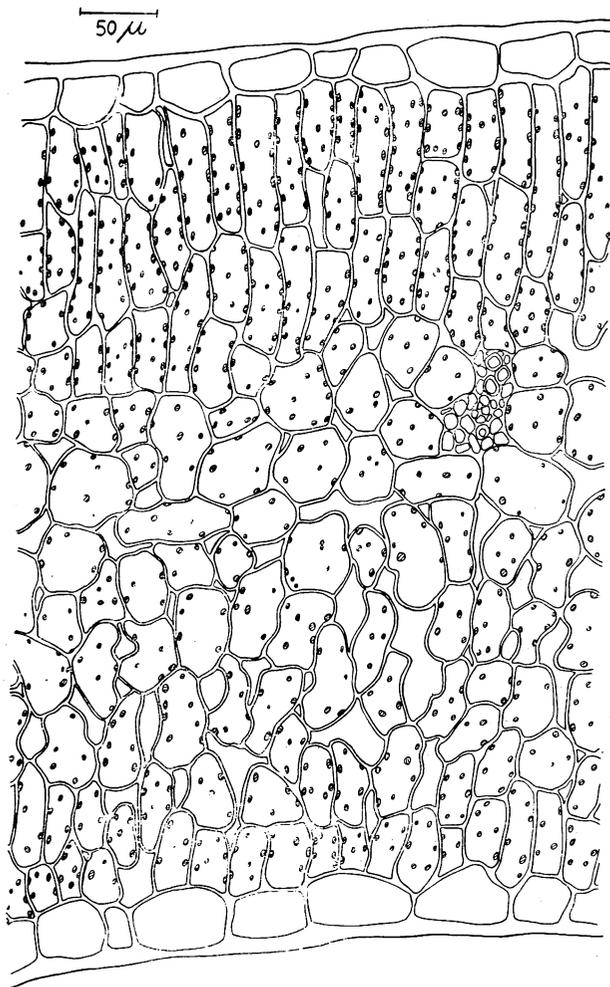


Fig. 80 — Corte transversal da fôlha de *Ipomoea littoralis*.

Na fig. 81 temos a epiderme inferior em vista frontal mostrando estômatos e um pêlo glandular esférico. Os estômatos são do tipo rubiáceo, isto é, com 2 células subsidiárias paralelas ao poro da célula-guarda e têm um refôrço espesso do lado do ostíolo. Esse aspecto é igual nas duas epidermes.

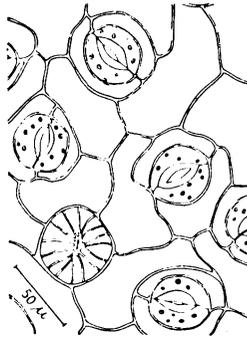


Fig. 81 — Epiderme abaxial de *Ipomoea littoralis*. Notem-se os estômatos em vista frontal e um pêlo glandular.

Na fig. 82 vemos um estômato cortado transversalmente e um pêlo glandular. O estômato é do tipo *Amaryllis* modificado (seg. Guttenberg, 33), com lumen triangular e grande refôrço. As células subsidiárias estão situadas no mesmo nível das demais células epidérmicas, mas formam uma saliência para dentro da câmara sub-estomática. O pêlo glandular apresenta um pedúnculo formado por uma única célula e uma cabeça mais ou menos achatada formada por várias células, com as paredes verticais dispostas radialmente.

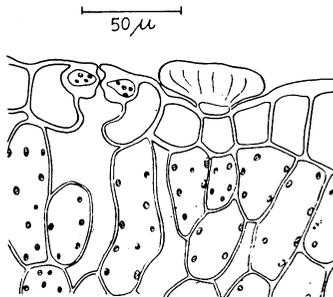


Fig. 82 — Estômato em corte transversal mediano e um pêlo glandular de *Ipomoea littoralis*.

Observamos ainda, embora não o tenhamos representado, no parênquima paliádico, células diferentes, um pouco mais largas, sem cloroplastos e com conteúdo cinza, as quais, provavelmente, são glândulas secretoras internas, com conteúdo leitoso.

*Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet (*Convolvulaceae*).

Apresenta fôlha semi-suculenta e com estômatos nas duas faces. Na fig. 83 temos uma secção transversal da fôlha passando por uma nervura. Vê-se um feixe líbero-lenhoso circundado por um grande parênquima de células relativamente grandes. Entre essas estão células secretoras com conteúdo leitoso; elas são geralmente um pouco maiores que as demais e mais ou menos isodiamétricas.

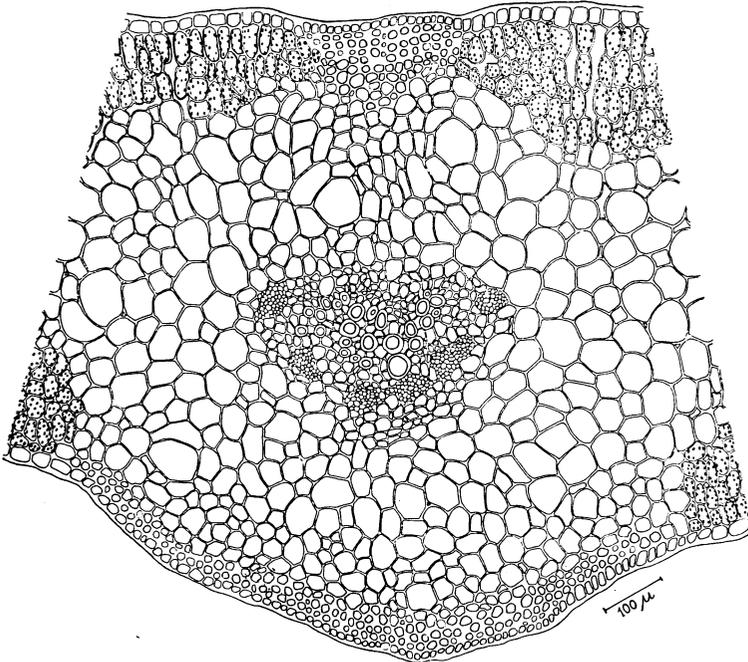


Fig. 83 — Corte transversal da fôlha de *Ipomoea pes-caprae* passando por uma nervura.

Lateralmente vemos o parênquima paliádico das duas faces, o qual, no centro e entre as nervuras, está ligado por uma trave de parênquima lacunoso com células grandes mas com poucos cloro-

plastos, o que não se vê na figura. O parênquima paliçádico tem as células mais ou menos curtas e em várias camadas. Abaixo das epidermes encontram-se algumas células esclerenquimatosas.

No corte transversal do bordo da fôlha (fig. 84) vemos as células epidérmicas, algumas células com antociana que estão representadas com riscos diagonais, outras com a parede reforçada, um pequeno feixe líbero-lenhoso circundado por uma bainha de células incolores; e à direita vemos o clorênquima e algumas células grandes que são secretoras internas.

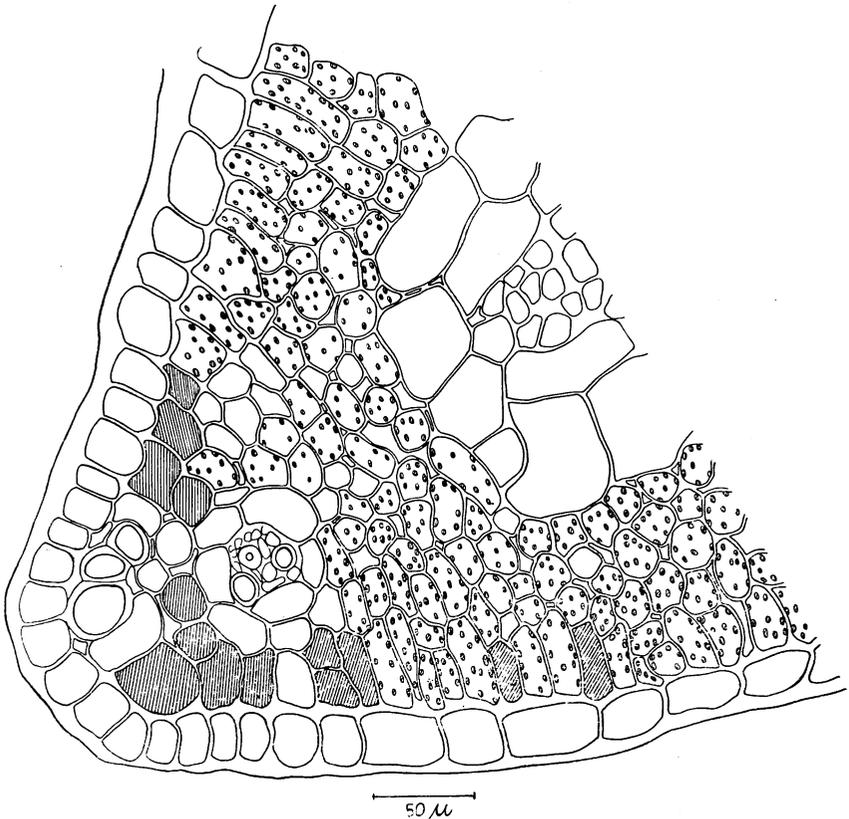


Fig. 84 — Corte transversal do bordo da fôlha de *Ipomoea pes-caprae*.

Na vista frontal da epiderme da face abaxial (fig. 85) vemos estômatos do tipo rubiáceo e um pêlo glandular com várias células

compondo a cabeça. Esse aspecto é igual nas duas epidermes e as glândulas têm a mesma organização que as de *Ipomoea littoralis*, isto é, têm um pedúnculo curto unicelular e uma cabeça dividida por paredes verticais.

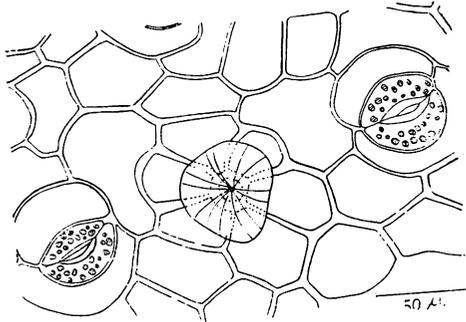


Fig. 85 — Epiderme abaxial da fôlha de *Ipomoea pes-caprae*.

Na fig. 86 temos estômatos em cortes transversal e longitudinal. No corte transversal vemos que o estômato está situado no mesmo nível das outras células epidérmicas e tem lumen de secção triangular equilátera. No corte longitudinal vemos que o lumen é largo em tôda a extensão. O estômato, portanto, é do tipo mais comum entre as Dicotyledoneae.

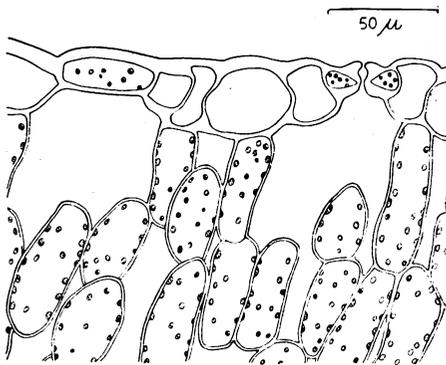


Fig. 86 — Estômatos de *Ipomoea pes-caprae*: corte transversal à direita e longitudinal à esquerda.

Kienholz (citado por Metcalf e Chalk, 49), encontrou diferenças anatômicas entre folhas de sol e de sombra, em *Ipomoea pes-caprae*, quanto ao número de estômatos e a espessura do limbo.

A ocorrência de pêlos glandulares é citada para o gênero *Ipomoea* por Solereder (61). Este autor cita ainda que Volkens menciona a presença de glândulas externas que excretam sais em *Crassa cretica* L., enquanto Hallier descreve glândulas similares com excreção calcárea em certas espécies de *Ipomoea* que pertencem à secção *Pharbitis*.

Helder (36) afirma que têm sido encontradas glândulas que secretam sais em certas espécies que toleram altas salinidades e que elas estariam relacionadas com a dessalinização da planta por um secreção ativa principalmente de NaCl. Ele cita glândulas de sais em espécies de *Avicennia*, *Spartina*, *Acanthus*, etc. Segundo a descrição das glândulas de sais encontradas em *Statice gmelini* e *Spartina townsendii*, a organização da glândula é diferente das encontradas por nós.

Walter, entretanto, em 1962 (69), menciona que Bünning indicou a presença de glândulas secretoras de sal em folhas de *Ipomoea pes-caprae* e diz que tal fato deveria ser examinado mais cuidadosamente.

Como as glândulas secretoras de sal são geralmente encontradas em espécies que crescem em "habitats" de alta salinidade e como o aspecto morfológico das glândulas descritas em outras espécies é diferente, somente uma microanálise poderia confirmar a suposição de serem essas glândulas secretoras de sais.

*Canavalia obtusifolia* DC. (*Leguminosae*). — Outra espécie rastejante cuja anatomia estudamos, é *Canavalia obtusifolia*. A folha apresenta estrutura dorsiventral, como se pode ver no corte transversal — (fig. 87). Observamos um parênquima paliádico formado por várias camadas de células relativamente curtas e a seguir um parênquima lacunoso com células pequenas, de forma irregular e apresentando grandes lacunas. Na fig. 88a apresentamos corte transversal passando pela epiderme superior e, na fig. 88b, pela inferior; mostram essas figuras estômatos e cutícula não muito espessa em ambas as epidermes. No estômato da epiderme superior as células-guarda formam uma pequena depressão, o que não ocorre na epiderme inferior.

Apresentamos na fig. 89 um corte tangencial da epiderme inferior no qual vemos estômatos, células com cristais e pêlos. O estô-

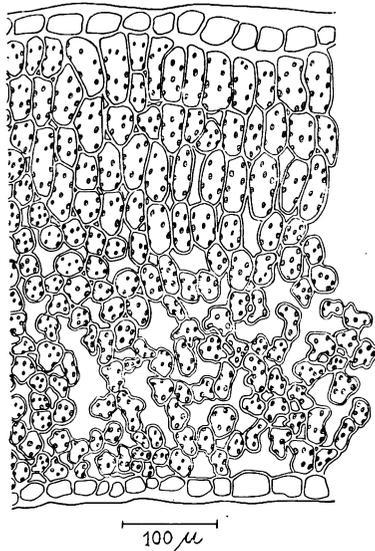


Fig. 87 — Corte transversal da fôlha de *Canavalia obtusifolia*.

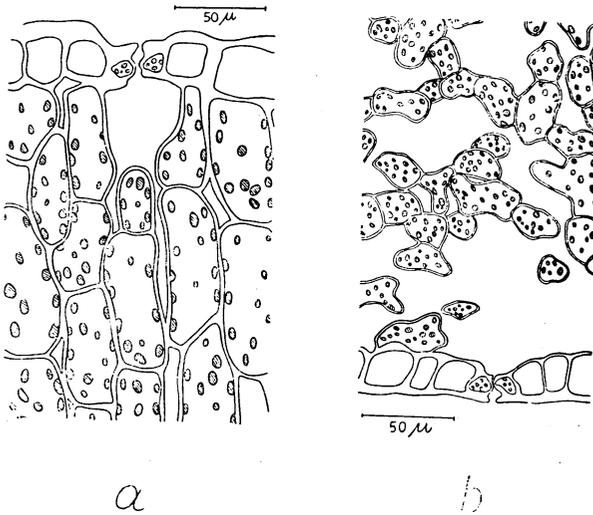


Fig. 88 — Detalhe do corte transversal da fôlha de *Canavalia obtusifolia*: a) face adaxial; b) face abaxial.

mato é circundado por células epidérmicas sem orientação especial e em numero variável. O aspecto das duas epidermes é idêntico, com a única diferença que a superior não apresenta pêlos.

A ocorrência de células com cristais na epiderme de fôlhas foi observada no gênero *Canavalia* de uma forma característica, segundo Debold (citado por Solereder, 61). Esse autor acha que tôdas as espécies pertencentes a êsse gênero possuem células contendo cristais caracteristicamente arranjados. Êle os descreve como cristais diferenciados que ocupam pares isolados de células, ao redor das quais as

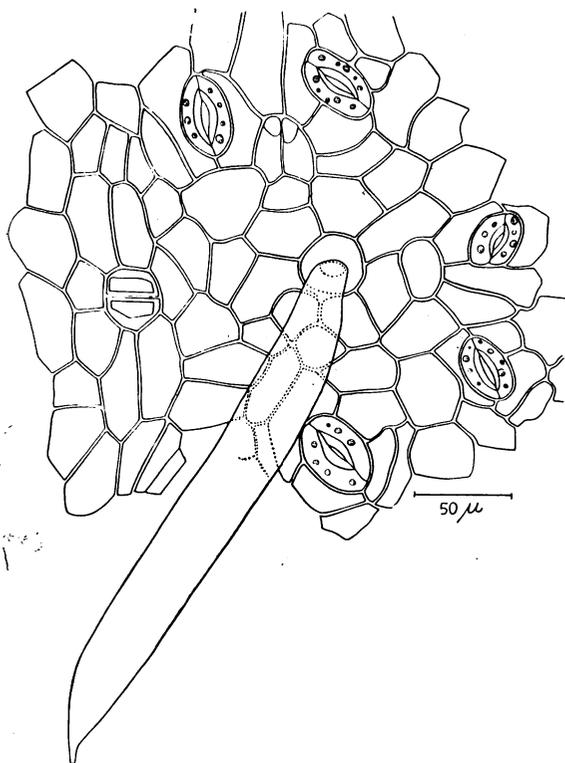


Fig. 89 — Epiderme abaxial da fôlha de *Canavalia obtusifolia*. Notem-se os estômatos em vista frontal, as células com cristal de oxalato de cálcio e o pêlo.

outras células epidérmicas são agrupadas, de maneira radial. Em vista frontal as duas células têm um contorno poligonal e cada uma

está em contacto com a outra por uma parede relativamente longa, como nas células-guarda de um estômato; suas paredes laterais e internas são fortemente espessadas, mas a parede externa, por outro lado, é fina e o lumen está cheio com um cristal que, segundo Borodin, seria oxalato de cálcio.

Os pêlos são simples, pluricelulares, unisseriados, com duas células: uma célula basal e uma longa célula terminal. Solereder (61) descreve-os como tendo forma de gancho (“hooked hairs”).

No corte transversal da fig. 90, podemos ver que o estômato é do tipo *Amaryllis* modificado, com lumen grande, mais ou menos triangular.

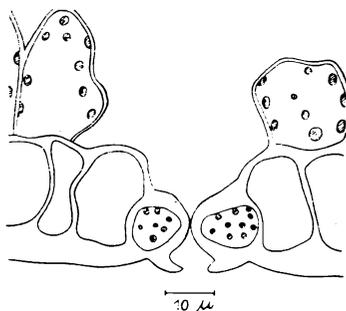


Fig. 90 — Corte transversal mediano do estômato de *Canavalia obtusifolia*.

*Oxypetalum tomentosum* Wight var. *parvifolium* (Fourn.) Malmé — (Asclepiadaceae). — Na fig. 91 temos um corte transversal da folha dessa espécie e vemos que a estrutura é dorsiventral. Há estômatos nas duas faces. Abaixo da epiderme superior existe um parênquima paliçádico com uma camada de células e abaixo deste o parênquima lacunoso, com células pequenas e grandes lacunas. Segue-se-lhe a epiderme inferior na qual vemos um estômato cortado transversalmente. Notamos ainda, no mesófilo, um tubo laticífero cortado longitudinalmente e situado logo abaixo do parênquima paliçádico. Neste parênquima e também no parênquima lacunoso vemos gotas de óleo.

Na fig. 92 temos o corte transversal de um estômato da face adaxial, em detalhe. O estômato é do tipo mais comum em Dicotiledóneas e está situado numa pequena depressão. Nessa figura vemos

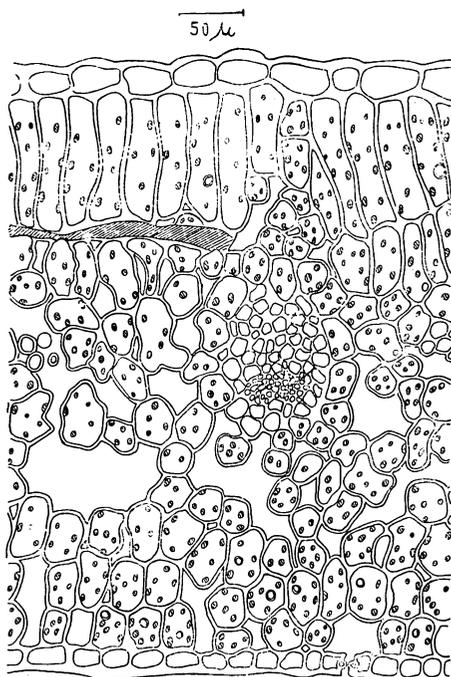


Fig. 91 — Corte transversal da fôlha de *Oxypetalum tomentosum*.

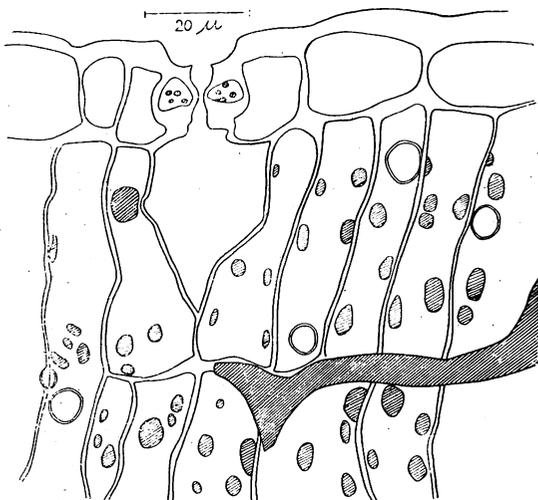


Fig. 92 — Corte transversal mediano do estômato de *Oxypetalum tomentosum*, da face adaxial da fôlha.

um tubo lactífero abaixo das células alongadas do parênquima paliádico e muitas das quais com gotas de óleo.

Na vista frontal do estômato (fig. 93) verificamos que êle tem um número variável de células subsidiárias.

*Spartina ciliata* Kunth (*Gramineae*) — Esau (18) apresenta as principais características anatômicas das fôlhas e dos estômatos das gramíneas em geral.

Na fig. 94 temos o corte transversal da fôlha de *Spartina ciliata*, com uma saliência e os sulcos profundos da face adaxial, característi-

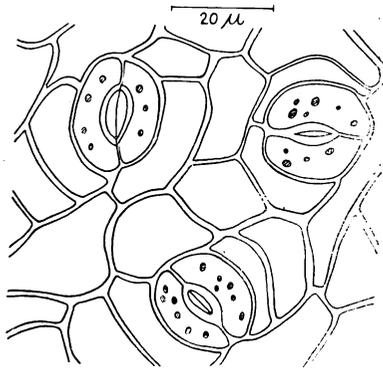


Fig. 93 — Estômatos de *Oxypetalum tomentosum* em vista frontal.

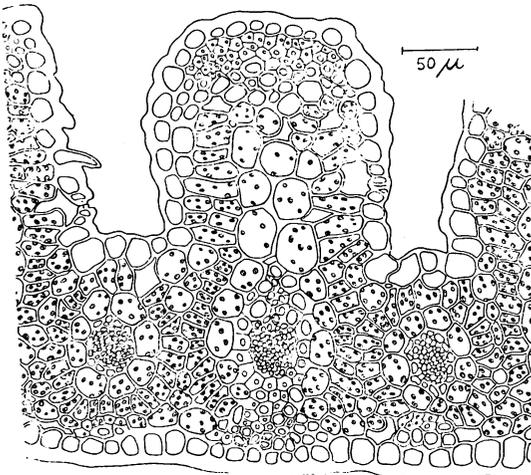


Fig. 94 — Corte transversal da fôlha de *Spartina ciliata*, mostrando uma saliência da superfície.

cos dessa espécie. Essa saliência é achatada no ápice e os feixes vasculares estão situados na porção inferior abaixo do sulco. Na face adaxial temos a epiderme com os estômatos e os pêlos unicelulares que estão situados nas paredes laterais da saliência.

Na parte profunda do sulco vemos as células buliformes (ou motoras) que são somente um pouco mais largas que as demais células epidérmicas. Os pêlos são ôcos, longos, filiformes e terminados em ponta. Os estômatos estão presentes nas duas faces, mas em quantidade muito maior na adaxial, em cujos sulcos estão situados.

Abaixo da epiderme, na parte saliente, vemos um esclerênquima formado por várias células e ocupando tóda a largura do ápice da saliência. A seguir vemos o clorênquima que se dispõe ao redor dos feixes vasculares. A bainha ao redor do feixe vascular é formada por duas camadas de células: a interna é formada por células muito pequenas e incolores, como se pode ver no feixe menor situado late-

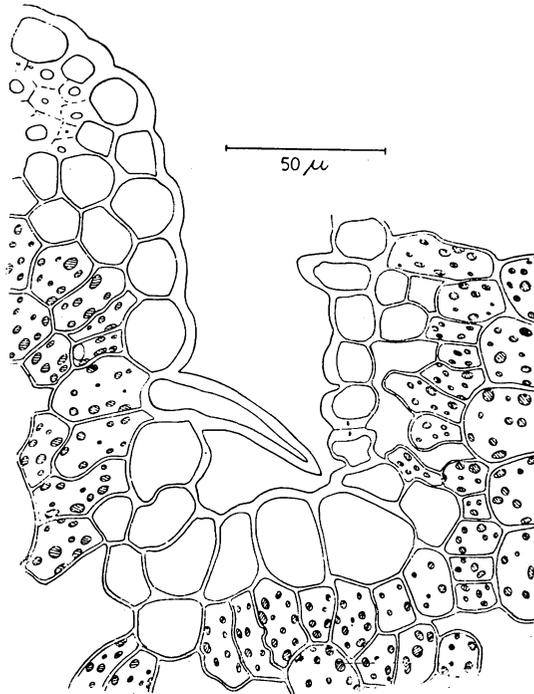


Fig. 95 — Corte transversal da fôlha de *Spartina ciliata*, mostrando um detalhe do sulco da superfície.

ralmente; e a externa por células grandes mas com poucos cloroplastos. A camada externa da bainha projeta-se para a saliência, como podemos ver nessa figura. Na face abaxial existe um pequeno esclerênquima formado por algumas células e situado logo abaixo da epiderme inferior. Notamos ainda no feixe vascular da saliência o xilema e o floema circundados por uma bainha interna esclerenquimatosa.

Na fig. 95 temos um detalhe do corte transversal da fôlha, no qual vemos um estômato cortado transversalmente, as células buliformes e um pêlo unicelular situado lateralmente e terminado em ponta.

Em vista frontal (fig. 96) as células epidérmicas, curtas e longas, são ordenadas em fileiras; as células curtas podem estar isoladas ou aos pares. São retangulares e têm corpos silocosos enchendo-as completamente. Alternando com essas fileiras há uma de células mais ou menos alongadas e estômatos. Em vista frontal êstes exibem duas células anexas, paralelas à fenda e com a forma mais ou menos triangular. As células-guarda são retas e de membrana muito reforçada na parte média.

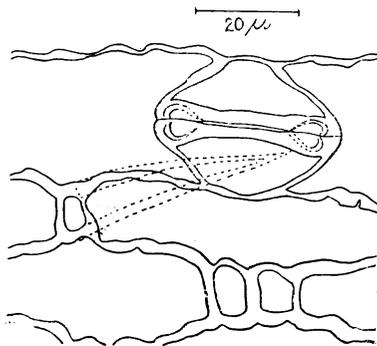


Fig. 96 — Epiderme adaxial da fôlha de *Spartina ciliata*.

O estômato é do tipo que tem as células-guarda bulbosas nas extremidades. A porção mediana tem a membrana muito engrossada como se pode ver em detalhe no corte transversal do estômato, na fig. 97a que mostra também o lumen estreito e mais ou menos ovalado; no corte transversal da região polar (fig. 97b) vemos que o lumen é alargado e a parede delgada. No corte longitudinal (fig. 97c) o lumen tem a forma de halteres.

*Spartina ciliata* foi descrita por Prat, citado por Metcalf (48).

Já mencionamos que essa planta apresenta o fenômeno de enrolamento quando exposta a condições de seca. Esse enrolamento é observado freqüentemente nas gramíneas, principalmente nas gramíneas xerófitas. Eames e McDaniels (16), citam uma espécie de *Spartina* de pântanos salgados como um exemplo extremo dessa adaptação, a qual, além de ter a fôlha com pregas, possui os estômatos protegidos em profundos sulcos. As fôlhas de muitas gramíneas são

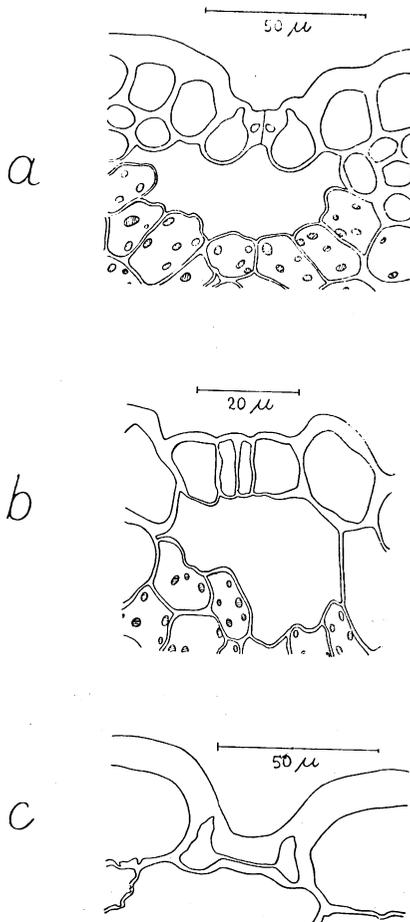


Fig. 97 — Estômato de *Spartina ciliata*: a) corte transversal mediano; b) corte transversal polar; c) corte longitudinal.

capazes de se enrolar, pela existência de células motoras especiais na face adaxial. No caso de *Spartina ciliata* essas células estão no fundo dos sulcos, têm paredes finas, não têm cloroplastos e são somente um pouco maiores que as demais células epidérmicas (fig. 95).

*Remirea maritima* Aubl. (Cyperaceae). A fôlha dessa planta tem estrutura típicamente dorsiventral e apresenta estômatos só na face abaxial, como podemos ver no corte transversal da fig. 98. Nêsse corte notamos a epiderme superior com células de tamanho regular e cutícula espessa, seguida de um largo parênquima aquíífero de células grandes e do clorênquima imerso no qual vemos os feixes vasculares. Êsses são típicos nas Cyperaceae, circundados por 3 bainhas concêntricas de células, tendo a mais interna e a mais externa células verdes. A bainha externa é formada por células fotossintetizantes, radialmente alongadas. Abaixo dessa existe uma bainha de

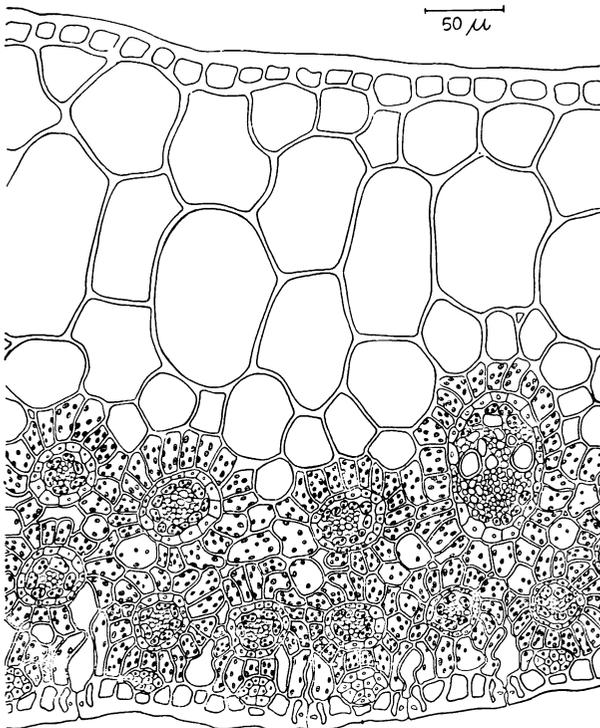


Fig. 98 — Corte transversal da fôlha de *Remirea maritima*.

células sem cloroplastos e com parede espessa e mais internamente uma bainha formada por células menores que as da bainha externa, mas também providas de cloroplastos. Os feixes vasculares são de dois tamanhos. No feixe vascular maior nota-se bem o xilema e o floema. Entre o parênquima clorofiliano e a epiderme vemos os feixes fibrosos de tecido mecânico, cortados transversalmente. A seguir temos a epiderme inferior com os estômatos dispostos regularmente, os quais, na fig. 98, estão cortados transversalmente.

Na fig. 99 temos a vista frontal da epiderme, na qual os estômatos se dispõem em filas e as demais células epidérmicas têm as paredes bem sinuosas e com poros laterais. Há duas células anexas paralelas à fenda estomática e o estômato é do tipo gramináceo, com um grande refôrço mediano e a forma de ampôla nos polos. A linha pontilhada da figura indica a fenda estomática em outro nível.

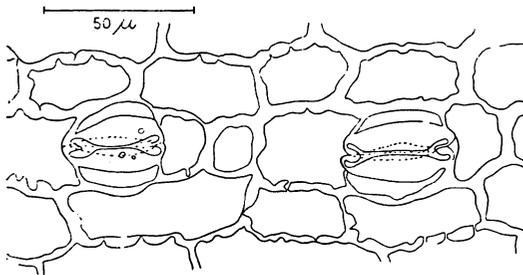


Fig. 99 — Epiderme abaxial da fôlha de *Remirea maritima*.

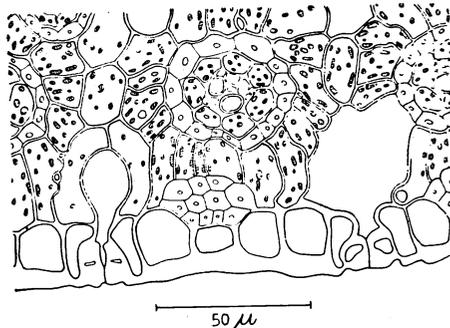


Fig. 100 — Corte transversal da fôlha de *Remirea maritima*, mostrando um detalhe da face abaxial com dois estômatos.

Na fig. 100 apresentamos um detalhe da estrutura da face abaxial com 2 estômatos em corte transversal: o da esquerda foi cortado na porção mediana; apresenta a parede bem espessa e o lumen pequeno e retangular; o da direita foi cortado numa região mais próxima da extremidade e apresenta a membrana ainda bem espessada, mas o lumen triangular é maior que no caso anterior.

O corte representado na fig. 101a corresponde ao estômato seccionado transversalmente na região polar; nesse caso o lumen é mais largo, com forma triangular e a parede é mais fina. Nessa figura vemos que as células anexas projetam-se para o interior da câmara sub-estomática sob as células-guarda.

No corte longitudinal do estômato (fig. 101b) vemos que a parte mediana é engrossada desigualmente, com o lumen dilatando-se nas extremidades; daí os vários aspectos observados nos cortes transversais.

Essa planta apresenta fôlha rígida devido aos feixes esclerênquimatosos sub-epidérmicos; tem um tecido de reserva de água bem

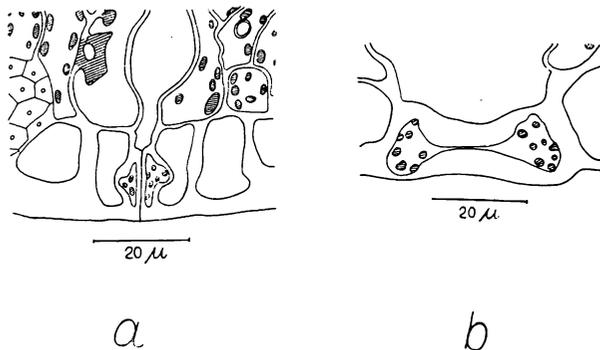


Fig. 101 — Estômato de *Remirea maritima*: a) corte transversal polar; b) corte longitudinal.

desenvolvido; mostra, portanto, características xeromorfas bem evidentes.

*Acicarpa spathulata* R. Br. (*Calyceraceae*) — Apresenta estômatos nas duas faces, como podemos ver no corte transversal da fôlha representado na figura 102. Notamos que a fôlha é isolateral com dois parênquimas paliádicos de células curtas logo abaixo das epidermes e com um parênquima lacunoso, com pequenas lacunas,

no centro. A epiderme superior e a inferior têm os estômatos em pequenas depressões e têm cutícula relativamente espessa.

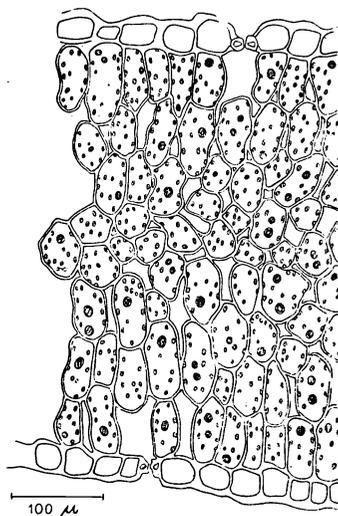


Fig. 102 — Corte transversal da folha de *Acicarpha spathulata*.

Na fig. 103, que mostra os estômatos em vista frontal, vêem-se linhas irregulares e sinuosas sobre as células estomáticas ladeando a fenda estomática. Essas linhas correspondem a saliências da célula epidérmica circunvizinha e da cutícula. Desenhamos o limite in-

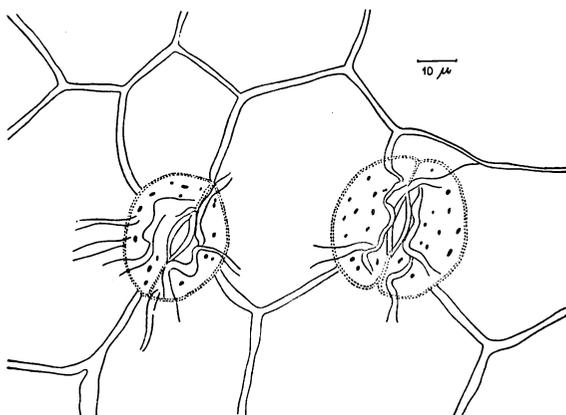


Fig. 103 — Estômato de *Acicarpha spathulata* em vista frontal.

terno das células estomáticas em linha pontilhada para indicar que elas se situam em nível inferior. Os estômatos são circundados por várias células epidérmicas.

Essa organização é bem compreendida com a fig. 104, em que se vêem as células estomáticas cortadas transversalmente na região polar (a) com lumen largo; na região mediana (b) com lumen

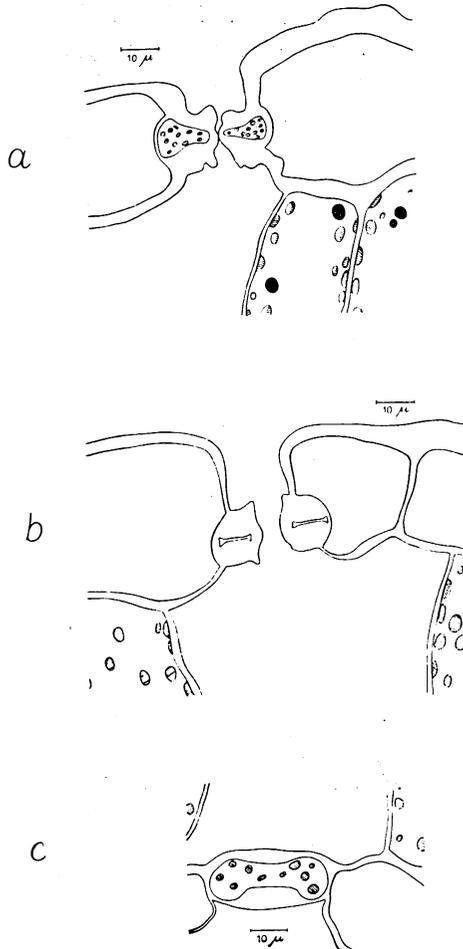


Fig. 104 — Estômato de *Acicarpha spathulata*: a) corte transversal polar; b) corte transversal mediano; c) corte longitudinal.

bem estreito e em corte longitudinal (c) mostrando o estreitamento mediano do lumen e a dilatação nas extremidades. Esse tipo de estômato é uma variação do tipo gramináceo, tendo já sido citado por vários autores (Ferri, Coutinho, etc.) também em dicotiledôneas. Nos cortes transversais vemos ainda que as células-guarda estão em depressões bem pronunciadas, devido às células circunvizinhas se sa-lientarem muito e a espessura da cutícula ser em certas regiões (a e b) muito maior.

Nas células do mesófilo (figs. 102 e 104a) observamos formações arredondadas que provàvelmente são os cristais esféricos citados por Solereder (61), em material de *Acicarpa spathulata* R. Br., conservado em álcool.

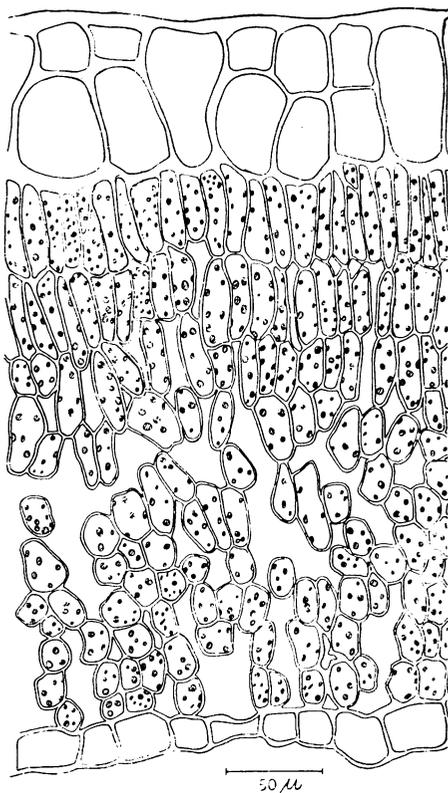


Fig. 105 — Corte transversal da fôlha de *Chrysobalanus icaco*.

*Chrysobalanus icaco* Linn. (*Rosaceae*). — Sua fôlha apresenta estrutura dorsiventral com estômatos sòmente na face abaxial. Na fig. 105 temos um corte transversal em que se vê a epiderme formada em certas regiões por células alongadas e em outras por células divididas, simulando uma hipoderme. A presença de hipoderme no gênero *Chrysobalanus* foi indicada por Küster. Abaixo da epiderme temos o clorênquima formado por um parênquima paliçádico com 3 camadas de células, um parênquima lacunoso com grandes lacunas e a seguir a epiderme inferior.

O estômato, que é apresentado em vista frontal na fig. 106, é do tipo rubiáceo, com 2 células subsidiárias colocadas paralelamente ao poro.

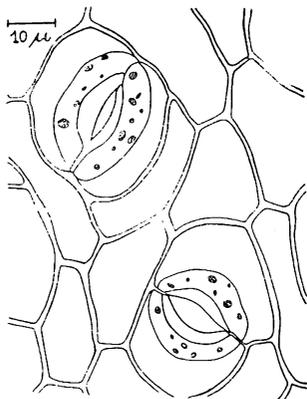


Fig. 106 — Estômatos de *Chrysobalanus icaco* em vista frontal.

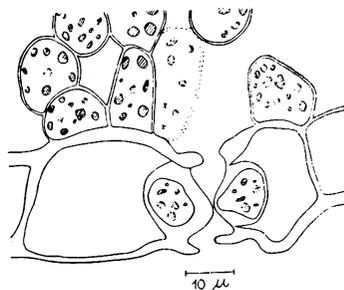


Fig. 107 — Corte transversal mediano do estômato de *Chrysobalanus icaco*.

No corte transversal do estômato, em detalhe na figura 107, vemos que êle tem um grande lumen triangular, sendo, portanto, do tipo *Amaryllis*, modificado.

No corte transversal de uma nervura na fig. 108 vemos um feixe líbero-lenhoso circundado por um anel esclerenquimatoso. Küster menciona a presença de células esclerosadas em forma de U nêsse anel.

*Dalbergia ecastophyllum* (L.) Taub. (*Leguminosae*). — No corte transversal da fôlha (fig. 109) vemos que ela tem estrutura dorsiventral, com uma epiderme superior, seguida de uma hipoderme

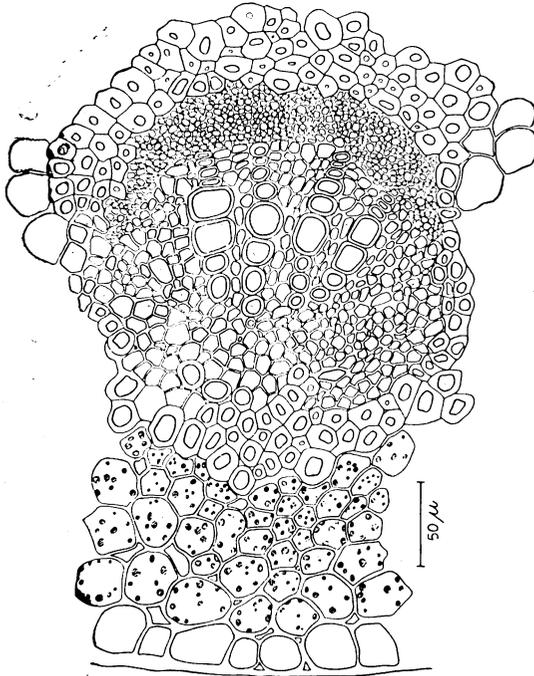


Fig. 108 — Corte transversal da fôlha de *Chrysobalanus icaco* passando por uma nervura.

com células grandes e do mesófilo formado por um parênquima paliçádico com 3 camadas de células e de um parênquima lacunoso com grandes lacunas. A epiderme inferior é papilosa apresentando pêlos e estômatos.

Na vista frontal da fig. 110 vêmos êsses pêlos e as papilas e no corte tangencial da fig. 111 as células epidérmicas e os estômatos também em vista frontal. Circundam-no várias células epidérmicas.

Na fig. 112 temos um corte transversal do estômato em detalhe, no qual se vê que êle está situado numa depressão formada pelas células epidérmicas e as papilas. Observa-se ainda que o estômato tem um grande refôrço e o lumen triangular.

Solereider (61) menciona (em *Dalbergiae* e *Hecastophyllum*) **que em conexão com a hipoderme as células epidérmicas são secun-**

dariamente divididas por paredes finas verticais. Refere-se também aos pêlos não glandulares com uma célula terminal alongada.

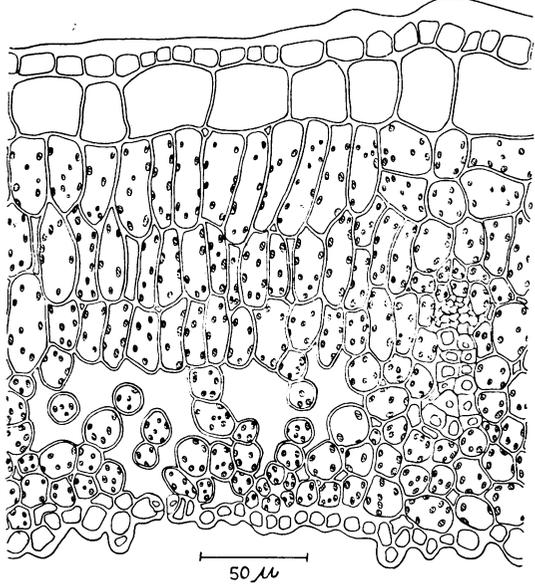


Fig. 109 — Corte transversal da folha de *Dalbergia ecastophyllum*.

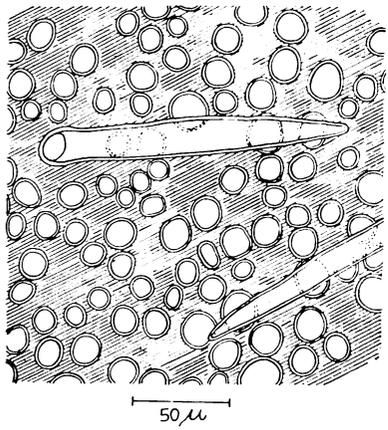


Fig. 110 — Epiderme abaxial da folha de *Dalbergia ecastophyllum* em vista frontal, vendo-se as papilas e os pêlos.

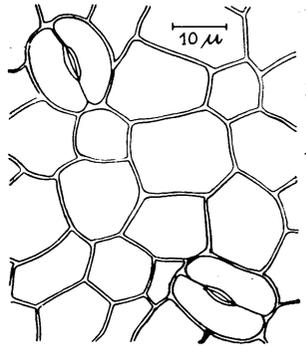


Fig. 111 — Epiderme abaxial da folha de *Dalbergia ecastophyllum* em corte tangencial, com os estômatos em vista frontal.

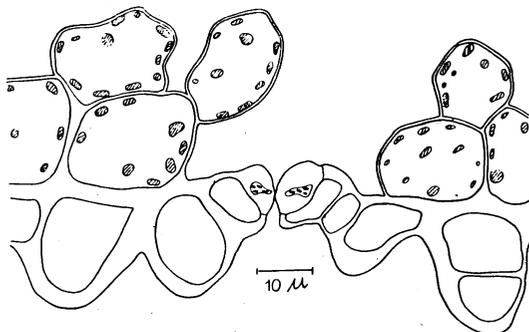


Fig. 112 — Corte transversal mediano do estômato de *Dalbergia ecastophyllum*.

*Scaevola plumieri* (Vahl) Blume (*Goodeniaceae*). — É uma espécie com fôlha suculenta e estômatos nas duas faces. Abaixo das duas epidermes há um parênquima paliçádico constituído por 3 camadas de células e no centro um tecido de reserva de água bem desenvolvido, com células grandes. Essa estrutura é mostrada no corte transversal da fôlha, na fig. 113.

A cutícula é mais ou menos espessa em certas regiões, principalmente ao redor dos estômatos onde forma saliência acima das células-guarda, como se pode ver na vista frontal do estômato na fig. 114. Nessa figura vemos ainda que as células-guarda são circundadas por células epidérmicas em número e disposição variáveis e que estas podem conter gotas de óleo.

No corte transversal do estômato em detalhe (fig. 115), vemos que as células estomáticas estão situadas numa depressão formada por saliências das células epidérmicas circunvizinhas e principalmente da cutícula. O estômato é do tipo mais comum em plantas superiores, com o lumen triangular.

Essa espécie apresenta, pois, características xeromorfas evidentes, quais sejam o espesso parênquima aquíífero e os estômatos em depressões.

*Tibouchina holosericea* Baill. (*Melastomaceae*). — Esta planta apresenta fôlha muito pilosa em ambas as faces e estômatos só na abaxial.

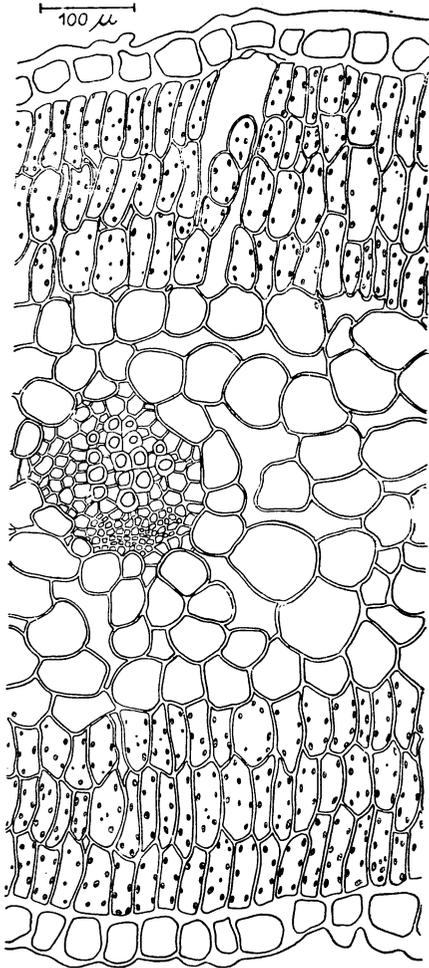


Fig. 113 — Corte transversal da fôlha de *Scaevola plumieri*.

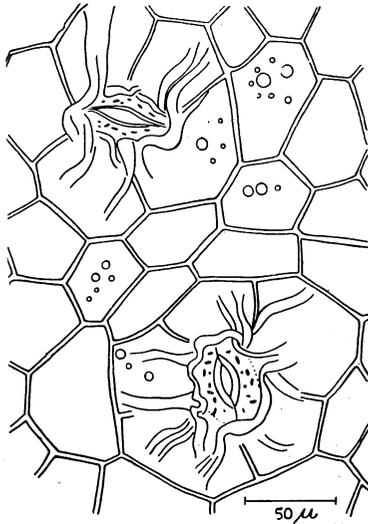


Fig. 114 — Estômatos de *Scaevola plumieri* em vista frontal.

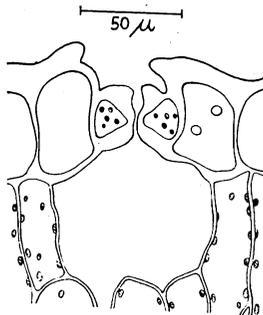


Fig. 115 — Corte transversal mediano do estômato de *Scaevola plumieri*.

Na fig. 116 temos um corte transversal da fôlha mostrando, na face adaxial, um grande pêlo pluricelular (“Shaggy hair”), a epiderme superior formada por células com lumen grande. A seguir temos o parênquima paliçádico formado por uma única camada de células bem alongadas. Aí encontramos cristais agrupados de oxalato de cálcio, os quais são citados por Solereder (61) como ocorrendo no mesófilo da tribo Tibouchineae.

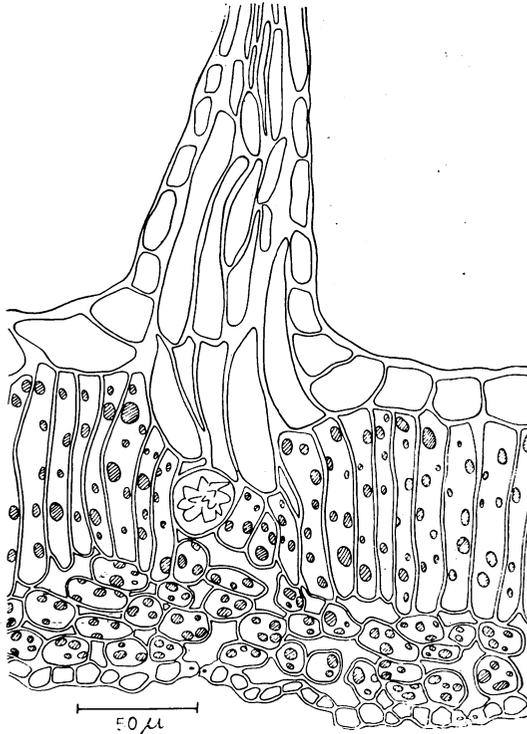


Fig. 116 — Corte transversal da fôlha de *Tibouchina holosericea*.

Nessa figura, abaixo do parênquima paliçádico, notamos o parênquima lacunoso com células alargadas lateralmente e a epiderme inferior sinuosa, com os estômatos.

O estômato tem várias células circundantes e parede bem reforçada na porção média como podemos verificar em vista frontal, na fig. 117.

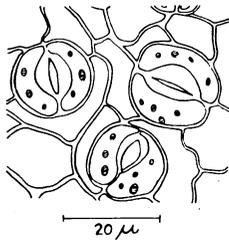


Fig. 117 — Estômatos de *Tibouchina holosericea* em vista frontal.

Na fig. 118 temos os cortes transversais do estômato, em detalhe. Em *a* apresentamos o corte transversal passando pela sua região mediana; vemos que o lumen é oval, muito pequeno e que a membrana é bem reforçada. Em *b* vemos o corte transversal passando pela região polar, com lumen triangular grande e membrana pouco espessada. Trata-se, pois, de tipo gramináceo modificado. Nos dois casos nota-se que êles se salientam na superfície, com o átrio externo bem proeminente.

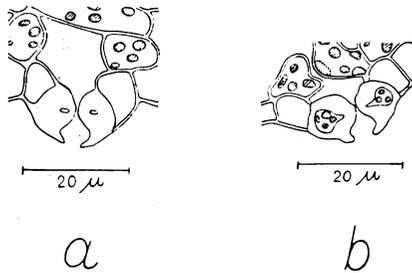


Fig. 118 — Estômato de *Tibouchina holosericea*: a) corte transversal mediano; b) corte transversal polar.

Uma característica xeromorfa evidente que essa espécie apresenta são os pêlos em grande quantidade em ambas as faces da fôlha, dando-lhe um aspecto aveludado.

Êsses pêlos, como vemos na fig. 116 são cônicos, prosenquimatosos. São os pêlos de recobrimento, não glandulares e característicos das Tibouchineae.

*Epidendrum moseni* Riechb. (*Orchidaceae*) — Apresenta fôlha semi-suculenta com um largo parênquima clorofiliano, com células muito grandes e com paredes espessadas desigualmente, como podemos ver na face abaxial do corte transversal da fôlha apresentado na fig. 119. Os estômatos estão localizados somente na epiderme inferior e nessa secção podemos ver um estômato em corte transversal. Logo abaixo das duas epidermes há várias filas de feixes esclerenquimatosos, os quais na figura, estão cortados transversalmente. Êsses feixes dão uma certa rigidez à fôlha. O clorênquima com células grandes e com paredes reforçadas ocupa toda a porção interna da fôlha e as células têm poucos e pequenos cloroplastos.

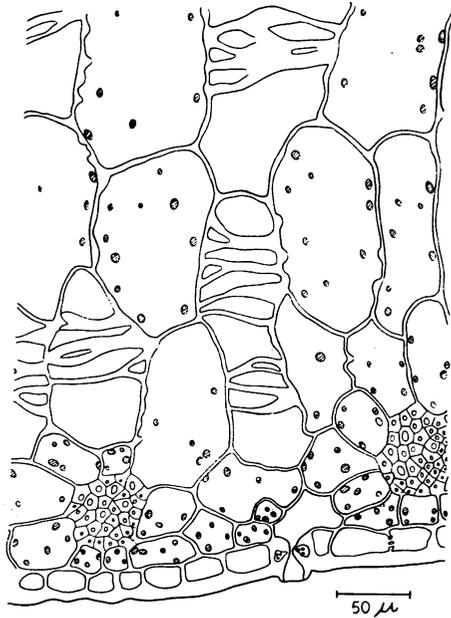


Fig. 119 — Detalhe do corte transversal da fôlha de *Epidendrum moseni*.

Na fig. 120 temos a vista frontal da fôlha em *a*, mostrando as células epidérmicas com grânulos de areia sôbre a superfície e uma

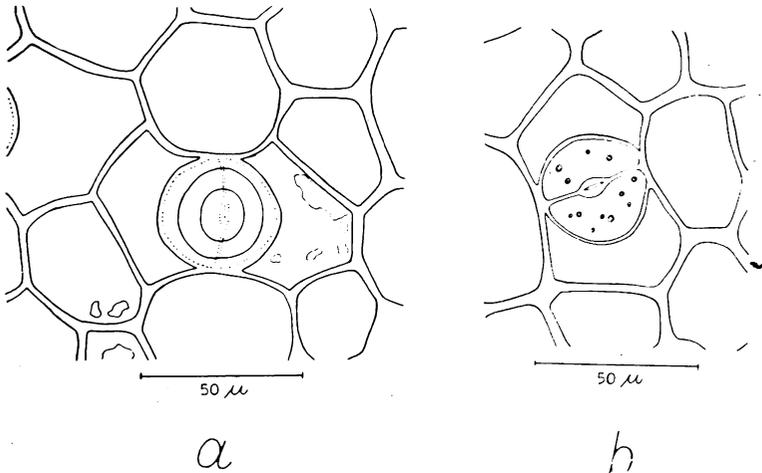


Fig. 120 — Epiderme da fôlha de *Epidendrum moseni*: a) vista frontal; b) corte tangencial com um estômato em vista frontal.

grande projeção circular que circunda o estômato, cujas células-guarda estão situadas em nível inferior e representadas por linha pontilhada. Em *b* temos a representação sòmente das células-guarda mostrando o refôrço mediano e 4 células anexas.

Os cortes transversais dos estômatos, em detalhe, estão representados na fig. 121. Em *a* o corte transversal passa pela região mediana, com refôrço bem espêsso e luz estreita e irregular. A cutícula forma uma grande saliência para o exterior, circundando as células estomáticas. Em *b* o corte transversal passa pela região polar, com lumen triangular e bem maior que o anterior. Em *c* temos uma célula estomática cortada longitudinalmente; notamos que o estômato é do tipo gramináceo com a membrana bem reforçada na porção mediana e mais delgada nos polos.

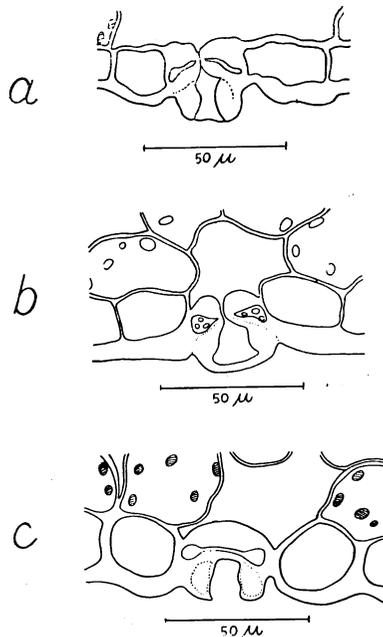


Fig. 121 — Estômato de *Epidendrum moseni*: a) corte transversal mediano; b) corte transversal polar; c) corte longitudinal.

A maioria das espécies estudadas, portanto, apresenta características xeromorfas. Algumas têm características bem evidentes de adaptação a meio em que há falta d'água, tais como: suculência, isto

é, ocorrência de um grande parênquima aquífero, encontrada em *Philoxerus portulacoides* e *Scaevola plumieri*; pilosidade das folhas encontrada em *Tibouchina holosericea*. Outras espécies têm algumas características, às vezes associadas, as quais não são tão evidentes mas protegem contra a perda d'água excessiva, tais como: semi-suculência apresentada por *Epidendrum moseni*, *Ipomoea pes-caprae* e *Hydrocotyle umbellata*; cutícula mais ou menos espessa e com saliências ao redor dos estômatos, em *Acicarpha spathulata*, *Scaevola plumieri*, *Epidendrum moseni*; folha adaptada ao enrolamento, em *Spartina ciliata*; tecidos mecânicos em *Remirea maritima*, *Epidendrum moseni* e *Spartina ciliata*.

Outras não apresentam nenhuma dessas características, mas, ao contrário, têm caracteres de mesófitas: *Canavalia obtusifolia*, *Chryso-balanus icaco*, *Ipomoea littoralis*, *Oxypetalum tomentosum*. Essas plantas não têm cutícula espessa, os elementos mecânicos são escassos e, com exceção de *Oxypetalum tomentosum* que tem o estômato numa pequena depressão, as demais têm-nos no mesmo nível das demais células epidérmicas.

### CONCLUSÕES

As plantas das regiões litorâneas próximas ao mar têm sido estudadas sob vários aspectos. Como vimos na introdução, os tipos de vegetação aí encontrados têm sido largamente descritos por vários autores. Quanto à ecologia e à fisiologia, entretanto, essas plantas têm sido pouco investigadas e há uma divergência na maneira de encarar o problema. Recentemente elas foram pesquisadas quanto ao balanço hídrico e à economia salina, isto é, composição do suco celular, mecanismo regulador e efeitos do sal nas células (Braun-Blanquet, Steiner, Walter, Arnold, Adriani, Takada, etc.).

Adriani (1956-1958) fez uma revisão da literatura sobre o balanço hídrico (1) e sobre a economia mineral das halófitas (2).

Nossos estudos permitem-nos concordar com Adriani que salienta haver uma grande variação no comportamento dessas plantas, pois há um grande número de "habitats" diversos no ambiente geral em que vivem, e a êsses vários "habitats" correspondem diferentes graus de salinidade. Os fatores que influem sobre a vegetação são muitos e

variam segundo a região em estudo e na mesma região conforme o local. Segundo êsse autor, o grupo das plantas halófitas não pode ser considerado como uma unidade, pois há entre elas tipos morfológica e fisiològicamente diversos, tais como formas suculentas e não suculentas, diferenças de estrutura anatômica e morfológica e da economia salina e osmótica, da respiração radicular, etc.

Devemos diferenciar as halófitas típicas ou obrigatórias, das halófitas facultativas ou plantas tolerantes ao sal.

As espécies rasteiras, de um modo geral, têm baixa fôrça de sucção nas células das fôlhas, sistema radicular pouco profundo e algumas apresentam restrição no consumo d'água, pelo menos na época sêca. *Ipomoea pes-caprae*, *Hydrocotyle umbellata*, *Spartina ciliata* e *Ipomoea littoralis* mostram essa restrição.

Os sub-arbustos *Chrysobalanus icaco*, *Tibouchina holosericea* e *Dalbergia ecastophyllum* também apresentam restrição no consumo d'água na época sêca, sendo que esta última apresenta-a igualmente na época chuvosa.

A infiltração com xilol mostrou que a maioria das espécies mantém os estômatos abertos o dia todo. Em certas horas do dia, entretanto, algumas espécies apresentam uma diminuição na abertura estomática, geralmente na época sêca. Essas diminuições na abertura estomática seriam as responsáveis pelo decréscimo observado na curva de transpiração de certas espécies como *Chrysobalanus icaco* e *Spartina ciliata*. Algumas espécies, contudo, que apresentaram restrição no consumo d'água, não mostraram correspondente fechamento ou diminuição da abertura estomática. Tais restrições, portanto, seriam causadas por diminuições na fenda estomática, as quais, por não serem sempre muito grandes, em certos casos são apreciáveis pelo método da infiltração e em outros não.

Entre as espécies arbustivas *Scaevola plumieri* não apresentou restrição no consumo d'água. Como vimos, essa espécie apresenta uma característica morfológica que diminui a perda d'água, isto é, suculência, com tecido armazenador de água. Apresenta Sc baixo, talvez devido a essa característica que garante a manutenção de um alto teor de água.

O Sc das células da fôlha de *Chrysobalanus icaco*, *Sophora tomentosa* e *Dalbergia ecastophyllum* é mais alto que o das espécies erbáceas citadas anteriormente, entre as quais *Ipomoea pes-caprae*, *Hydrocotyle umbellata*, *Spartina ciliata* e *Ipomoea littoralis*.

Nas observações meteorológicas notamos que o vento começa a soprar do mar para a terra, geralmente às 10 horas. Esse vento, que às vêzes é uma brisa fraca, às vêzes forte, geralmente diminui a evaporação e somente em casos de excepcional força é que a aumenta.

As condições mais severas ocorrem, portanto, até as 10 horas e a partir de então a umidade relativa permanece alta e a evaporação é baixa, mas com oscilações em seu valor.

Os maiores valores de evaporação foram observados no verão, na época chuvosa, juntamente com os maiores valores de temperatura e os menores de umidade relativa.

O movimento hidroativo dos estômatos em fôlhas destacadas das plantas nas espécies erbáceas não é muito rápido, sendo necessários de 15 a 60 minutos para completo fechamento estomático. Também os sub-arbustos e arbustos têm estômatos com movimentos relativamente lentos, variando de 25 a 45 minutos o tempo de seu fechamento.

*Philoxerus portulacoides* é uma espécie suculenta mas apresenta o movimento hidroativo mais rápido, pois fecha os estômatos em 15 min, enquanto *Scaevola plumieri* leva 45 min para fechar os seus.

A transpiração relativa, quando calculada com base nos dados de transpiração e evaporação da curva do andamento diário, é muito alta. Esses altos valores de transpiração relativa ocorrem geralmente nas primeiras horas do dia, quando não há vento ou se os há, não são do mar para a terra. Mais tarde, a transpiração relativa decresce e permanece baixa o dia todo.

A transpiração cuticular, em porcentagem da evaporação, é baixa, mas não tanto quando comparada com a de plantas de regiões áridas. Os sub-arbustos têm as mais baixas transpirações cuticulares.

Os deficits de saturação são baixos em ambas as épocas. Notamos que tanto na sêca como na época chuvosa êles são menores nos sub-arbustos que nas espécies rastejantes.

As intensidades transpiratórias, por unidade de superfície, de um modo geral, são relativamente baixas, tanto na estação chuvosa como na seca, mas são bem menores nesta última.

Nas espécies suculentas as intensidades transpiratórias máximas foram baixas quando calculadas em função do peso fresco. Em *Philoxerus portulacoides*, na época chuvosa, foi 2,7 mg/min/1 g e na época seca 1,24 mg/min/1 g. Em *Scaevola plumieri*, na época chuvosa, foi 4,0 mg/min/1 g e na época seca 1,6 mg/min/1 g.

De nossas observações concluímos que as plantas das dunas do litoral do Estado de São Paulo têm algumas características de halófitas, mas entre elas encontramos algumas que se comportam como halófitas típicas e outras como halófitas facultativas (ou plantas tolerantes ao sal).

Tal fato concorda com as observações de Walter (68), Schimper (59) e Adriani (2).

Entre as plantas das dunas que estudamos encontramos algumas com comportamento de halófita típica, com Sc elevado nas células das folhas e restrição no consumo d'água. Essas não são as estoloníferas ou rizomatosas e sim os sub-arbustos das dunas interiores. Por exemplo *Dalbergia ecastophyllum* e *Chrysobalanus icaco* apresentam restrição no consumo d'água e Sc alto nas células da folha. Como vimos, essas plantas têm um sistema radicular mais profundo, o qual provavelmente atinge a água salgada subterrânea ou as porções próximas nas quais a solução do solo é mais concentrada, pois nas camadas mais superficiais o NaCl é lavado pela água das chuvas. Esses valores altos de Sc contrabalançam a alta pressão osmótica da solução do solo, tornando a planta apta a retirar água de um solo que para outras espécies seria fisiologicamente seco. Essas plantas apresentam, portanto, um mecanismo fisiológico eficiente contra eventuais perdas d'água, com Sc alto nas células da folha, garantindo assim a absorção de água.

As ervas, de modo geral, têm Sc mais baixo que os sub-arbustos, sistema radicular pouco profundo, mas algumas também apresentam restrição na economia d'água. São plantas tolerantes ao sal, que crescem sobre as dunas, em lugares que contêm ainda um certo teor de NaCl, mas o Sc é baixo. Walter cita em *Ipomoea pes-caprae*

os valores osmóticos de 10,7 e 12,7 atm. Nós obtivemos em *Ipomoea pes-caprae*, na Praia de Peruibe, o valor de Sc entre 8,13 e 11,11 atm. Nas demais plantas erbáceas determinamos valores  $< 2,64$  atm até 11,11 atm.

Outras espécies estudadas apresentam características xeromorfas tais como suculência, isto é, fôlhas com amplo parênquima aquíífero, estômatos em depressões, cutícula espessa, pilosidade, etc. Entre as espécies suculentas temos a rastejante *Philoxerus portulacoides* e o sub-arbusto *Scaevola plumieri*. Algumas são semi-carnosas como: *Ipomoea pes-caprae*, *Epidendrum moseni* e *Hydrocotyle umbellata*.

Das espécies suculentas *Scaevola plumieri* não apresenta restrição de consumo d'água, *Philoxerus portulacoides* apresenta restrição nas duas épocas e ambas as espécies mencionadas têm baixo valor de Sc nas células da fôlha.

*Philoxerus portulacoides* é a espécie que apresenta o mais rápido movimento hidroativo dentre as estudadas. Apesar de suculenta, essa espécie mostra restrição do consumo d'água nas estações seca e chuvosa. Talvez por colonizar as regiões bem próximas ao mar (às vêzes são atingidas pela água salgada) a suculência dessa espécie seja um efeito do cloreto de sódio. Alguns autores relacionam o grau de suculência das halófitas com o conteúdo de sais no solo, como Adriani (2) e Strögonov — (65).

Como *Philoxerus portulacoides* é suculenta, com Sc das células das fôlhas relativamente baixo, deve ter também mecanismo fisiológico mais eficiente para evitar eventuais perdas d'água sob condições menos amenas. } ~~8~~

Schimper (58) relaciona as estruturas xeromorfas com o problema das halófitas. Afirma que nas praias arenosas o solo contém pouco sal, pois os sais transportados pelo vento e pelas ressacas são lavados pelas chuvas. Diz ainda que o hábito suculento de muitas plantas tropicais da praia arenosa é uma instituição prática, que impede a ocorrência súbita de um forte deficit na economia d'água, durante as horas matinais quentes, nas quais a atmosfera se torna bastante seca e a transpiração intensa. A vantagem dessa disponibilidade hídrica imediata é evidente: a planta não murcha, podendo, pois, manter os estômatos abertos, o que é importante para a fotossíntese.

Na interpretação do balanço hídrico das plantas das dunas devemos levar em conta as condições climáticas que condicionam uma atmosfera característica nas proximidades do mar.

O problema da economia hídrica geralmente é atenuado devido ao fato de que a atmosfera está carregada de umidade o dia todo, tanto na estação seca como na chuvosa. Só nas primeiras horas do dia, ocasião em que a temperatura e a evaporação aumentam muito e as intensidades transpiratórias são mais altas para algumas espécies, podem ocorrer problemas de economia hídrica para a vegetação.

A transpiração relativa às vezes também é mais alta nessas horas.

Os valores baixos dos deficits de saturação das plantas das dunas da região litorânea também podem ser condicionados pelas condições climáticas, com o ar carregado de vapor d'água depois das 10 horas da manhã.

Quando isso não ocorre, as plantas que aí crescem estão preparadas para evitar o aparecimento de um grande deficit de saturação. Elas apresentam eficiente proteção contra eventuais perdas d'água por vários meios que podem ser morfológicos, como tecido aquífero, pilosidade das folhas, estômatos em depressões ou outras estruturas anatômicas específicas, ou fisiológicos, tais como restrição no consumo d'água por fechamento estomático, valores altos de  $S_c$  nas células da folha, etc.

De acordo com Stroganov (65) o que caracteriza uma halófito é o seguinte: quando cresce em solo salino ela mostra não somente um aumento da pressão osmótica do suco celular, mas também um aumento no seu poder de retenção de água. Como resultado disto há um aumento na resistência à seca nas halófitas.

A par dessas conclusões devemos mencionar, como Adriani, que nas investigações ecológicas desses vegetais é necessário estender as pesquisas a períodos vegetativos inteiros, porque somente assim se obtém a impressão da amplitude das variações dos diversos fatores que caracterizam a espécie vegetal e seu meio. Também é importante dar um tratamento fisiológico ao problema, estudando a economia mineral das halófitas, pesquisando a composição do seu suco celular, a distribuição do cloro nas plantas, a regulação do nível salino, entre tantos outros assuntos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. MÁRIO G. FERRI, que me iniciou em pesquisas de ecologia, sugeriu e orientou o presente trabalho, quero externar a minha sincera gratidão.

Quero também agradecer às seguintes instituições e pessoas que auxiliaram na elaboração do presente estudo:

a FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO, que me forneceu os recursos para as despesas de viagens;

o Eng.º ALCYR CESAR DO NASCIMENTO, Chefe da Secção de Agroecologia do Instituto Agrônômico de Campinas, que fez as análises granulométrica e química de amostras do solo;

Os Eng.ºs. BRÁULIO MORAES DE OLIVEIRA PINHO e HAMILTON G. DE OLIVEIRA, da Secção de Solos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, que fizeram os ensaios de caracterização do solo, e o Químico PEDRO SANTINI, Chefe da Secção de Análises de Minérios e Águas Industriais do Instituto de Pesquisas Tecnológicas, que determinou o teor de umidade e matéria orgânica;

o Eng.º-Agr.º JOÃO RODRIGUES DE MATTOS, Chefe da Secção de Fanerógamos do Instituto de Botânica do Estado, que determinou a maioria das espécies que constam de nossa lista;

o SERVIÇO DE METEOROLOGIA DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, que forneceu os mapas das observações climatológicas da Estação de Itanhaém.

Ao Dr. AYLTHON B. JOLY sou muito grata pelo incentivo e valiosas sugestões que me proporcionou.

À D. ELSE GRAF KALMUS agradeço pelas várias traduções de trabalhos escritos em alemão, bem como o auxílio na redação e versão do resumo em inglês;

à D. MARIA JOSÉ GUIMARÃES, por cobrir a nanquim os desenhos e pela execução de um desenho original o qual está assinado;

ao Sr. EDUARDO P. FERNANDES, do Departamento de Fisiologia Geral e Animal da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da U.S.P., pela reprodução das figuras apresentadas neste trabalho.

## RESUMO

A vegetação litorânea, pelas suas peculiaridades, sempre despertou o interesse de cientistas de todo o mundo. Há, entretanto, escassez de dados sobre o seu comportamento ecológico e fisiológico e por isso iniciamos tais estudos com o presente trabalho. O interesse por esses estudos atualmente cresce por sua estreita relação com o problema das halófitas e conseqüentemente com os assuntos de adubação e de irrigação artificial de culturas em regiões áridas.

Nosso estudo refere-se à vegetação das dunas do litoral do Estado de São Paulo e os trabalhos experimentais foram realizados em Peruibe e na Praia Grande. O ambiente é caracterizado em traços gerais, apresentando-se dados de clima, no período de 1953 a 1962 e de solo. A temperatura é mais ou menos estável. A precipitação média anual durante o período de 1953 a 1962 foi 1.813 mm. As precipitações atmosféricas são menores em determinados meses (junho, julho e agosto) resultando no aparecimento de uma época seca e uma época chuvosa, embora não muito nítidas. A umidade relativa é geralmente alta como é a regra nas regiões litorâneas. Dias de completa calmaria são raros, pois o vento sopra quase diariamente, sendo as direções predominantes NE, E e SE, e a velocidade média no período de 1959 a 1962 igual a 3,9 m/seg.

Análises do solo mostraram que é fino-arenoso, com pH alto (7,3), pobre em matéria orgânica e em elementos nutritivos.

Durante o período experimental estudamos o andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento, nas épocas seca e chuvosa. A temperatura não variou muito durante o dia. O vento geralmente começava a soprar ao redor das 10 horas da manhã do mar para a terra e a partir de então o ar se tornava carregado de vapor d'água. Até essa hora a umidade relativa diminuía e a evaporação atingia seus maiores valores; ambas oscilavam muito durante o resto do dia, de acordo com as velocidades do vento.

Foi elaborada uma lista das espécies mais frequentes nas dunas do litoral do Estado de São Paulo. Algumas dessas espécies foram descritas morfológicamente para uma caracterização geral da vegetação e que nos permitiu distinguir 2 grupos de plantas: as que formam

estolões ou rizomas e crescem na parte anterior das dunas e as arbustivas que ocorrem nas regiões posteriores das dunas.

O estudo do andamento diário da transpiração foi feito pelo método das pesagens rápidas. O movimento hidroativo dos estômatos, a transpiração relativa, a transpiração cuticular e o déficit de saturação foram determinados por pesagens.

A determinação das aberturas estomáticas foi feita por infiltração com xilol.

A força de sucção ( $Sc$ ) das células da folha foi determinada usando o método de Schardakow.

Na determinação da quantidade de  $NaCl$  na cinza de folhas seguimos as instruções de Lepper quanto ao preparo da amostra e da solução oficial e determinamos o  $Cl$  dessa solução gravimetricamente por precipitação como cloreto de prata mediante a adição de um excesso de nitrato de prata (segundo Kolthoff e Sandell).

A maioria das espécies apresentou restrição no consumo d'água, pelo menos na época seca. O movimento hidroativo foi relativamente lento. Transpirações relativas muito altas ocorreram geralmente nas primeiras horas do dia. A transpiração cuticular em porcentagem da evaporação não apresentou valores muito baixos, sendo os menores valores encontrados nas espécies arbustivas. A infiltração com xilol mostrou que a maioria das espécies mantêm os estômatos total ou parcialmente abertos o dia todo. Os déficits de saturação foram baixos em ambas as épocas. As intensidades transpiratórias, de um modo geral, foram baixas e menores na época seca.

Os valores de sucção ( $Sc$ ) das células das folhas foram baixos, mas algumas espécies arbustivas apresentaram valores altos (por exemplo: *Dalbergia ecastophyllum* e *Sophora tomentosa*). A quantidade de  $NaCl$  em porcentagem do peso da cinza de folhas foi relativamente alta.

Algumas plantas apresentavam características morfológicas e anatômicas de adaptação à seca.

Entre as plantas das dunas costeiras encontramos algumas com comportamento de halófitas típicas e outras de halófitas facultativas (ou plantas tolerantes aos sais). As primeiras são as espécies arbustivas cujo sistema radicular atinge camadas mais profundas, próximas da água salgada subterrânea. Elas apresentam alto  $Sc$  nas células das

fôlhas, restrição no consumo d'água ou características xeromorfas de adaptação à falta d'água. As halófitas facultativas são as erbáceas, estoloníferas ou rizomatosas, com sistema radicular mais superficial, Sc baixo; algumas também mostram restrição no consumo d'água, às vêzes sòmente na época sêca.

A necessidade de economia d'água dessas plantas não é muito grande, possivelmente porque o ambiente em que elas vivem é caracterizado por uma atmosfera quase sempre muito úmida. Mas, em geral, as plantas que aí crescem estão preparadas para condições eventuais de sêca, que pode ter as mais diversas causas, de modo a evitar o aparecimento de um deficit no seu balanço hídrico, quer por mecanismos fisiológicos, quer por elementos morfológicos de proteção.

#### SUMMARY

Strand vegetation, on account of its peculiarities, always awoke the interest of scientists all over the world; there are, however, few data on its ecological and physiological behavior and this is the reason why we started the present work. Interest in these investigation increases because they are intimately related to the problem of halophytes and therefore have a bearing upon problems of fertilization and artificial irrigation of cultivated plants in arid regions.

The present research is related to coastal dunes vegetation on shores of the State of São Paulo, Brazil. The experimental studies were performed at Peruibe and Praia Grande. Local conditions of climate and soil are briefly discussed.

During the experimental periods the daily curves of temperature, relative humidity, evaporation and wind velocity were established.

A list of the most frequent species is given. Several of those species are morphologically described.

The daily course of transpiration was determined by rapid weighings. Hydroactive movement of the stomates, relative and cuticular transpiration as well as saturation deficits were also studied.

The degree of stomatic openings were determined by infiltration with xylol. Values of diffusion pressure deficit of the leaf cells were obtained by the method of Schardakow. Determination of NaCl in

the leaf ashes were made according to Lepper's and Kolthoff and Sandell's instructions.

The bulk of the species studied showed restriction of water consumption, at least in the dry season. The hydroactive movements of stomates were relatively slow. Very high relative transpiration values were observed in general early in the morning. Cuticular transpiration as percentage of evaporation did not present very low values, having the lowest ones been found in shrubby species. Infiltrations with xylol indicated that most of the species keep their stomates completely or partially open all day long. Saturation deficits were low in both dry and rainy seasons. Transpiration rates were in general low and still a little lower during the dry season.

Diffusion pressure deficits of the leaf cells were low, with the exception of some of the shrubby species. Percentages of NaCl in the leaf ashes were relatively high.

Several plants showed morphological and anatomical characteristics considered as adaptive to dry conditions.

Typical halophytes (shrubs with deep roots that grow down near the underground salty water) showed high diffusion pressure deficits in the leaf cells, restriction of water consumption or xeromorphic structures.

Facultative halophytes (herbs with a more superficial root system) showed low diffusion pressure deficits; some restricted water consumption only during the dry season.

Due to the great humidity in general prevailing in this "habitat", there is little necessity of restricting water consumption.

Dry conditions may occur eventually and the vegetation is adapted to endure them, either by physiological mechanisms or by morphological structures that may prevent heavy water losses.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1 — ADRIANI, M. J. — 1956 — Der Wasserhaushalt der Halophyten, pp. 902-913 "in" W. Ruhland (editor) Handbuch der Pflanzenphysiologie III. Pflanze und Wasser: XXII + 1.073 pp. Berlin.
- 2 — ADRIANI, M. J. — 1958 — Halophyten, pp. 709-736 "in" W. Ruhland (editor) Handbuch der Pflanzenphysiologie IV. Die Mineralische ernährung der Pflanze: XX + 1.210 pp. Berlin.

- 3 — ANDRADE, H. A. B., M. R. EDWARDS e M. G. FERRI — 1957 — Informações sobre a transpiração de duas gramíneas freqüentes no cerrado. *Rev. Brasil. Biol.* 17, (3): 317-324.
- 4 — ANDRADE, M. A. B. e A. LAMBERTI — 1965 — A vegetação da Baixada Santista, pp. 151-17 “in” *A Baixada Santista — Aspectos geográficos 1: VII + 178 pp. + 7 tabelas + 1 mapa.* Ed. Univ. S. Paulo.
- 5 — ARAUJO FILHO, J. R. — 1951 — A Baixada do rio Itanhaém — Estudo de geografia regional. *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P.* 116, *Geografia* 5: 1-75.
- 6 — BERNSTEIN, L. — 1961 — Osmotic adjustment of plants to saline media. I. Steady state. *Am. Jour. Bot.* 48: 909-918.
- 7 — BERNSTEIN, L. — 1963 — Osmotic adjustment of plants to saline media. II. Dynamic phase. *Am. Jour. Bot.* 50: 360-370.
- 8 — BOUGHEY, A. S. — 1957 — Ecological studies of tropical coast-lines. I — The Gold Coast, West Africa. *J. Ecol.* 45: 665-687.
- 9 — BRAUN-BLANQUET, J. und H. WALTER — 1931 — Zur Ökologie der Mediterranpflanzen. *Sigma, Comm.* 8: 697-746.
- 10 — BRAUN-BLANQUET, J., E. WIKUS, R. SUTTER und G. BRAUN-BLANQUET — 1958 — Lagunenverlandung und Vegetationsentwicklung an der französischen Mittelmeerküste bei Palavas, ein Sukzessionsexperiment. *Sigma, Comm.* 141: 1-24.
- 11 — BRAUN-BLANQUET, J. et Cl. de RAMM — 1958 — Les prés salés du Languedoc Méditerranéen. (Contribution à la connaissance de la végétation du littoral méditerranéen. I). *Sigma, Comm.* 139: 1-43.
- 12 — CHÉBATAROFF, J. — 1953 — Vegetación de los Suelos Salinos. *Rev. Uruguay de Geografía:* 71-100.
- 13 — COUTINHO, L. M. — 1962 — Contribuição ao conhecimento da ecologia da mata pluvial tropical. *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P.* 257, *Botânica* 18: 3-219.
- 14 — DANSEREAU, P. — 1947 — Zonation et succession sur la restinga de Rio de Janeiro — I. Halosère. *Rev. Can. Biol.* 6, (3): 448-477.
- 15 — DANSEREAU, P. — 1957 — Biogeography: XIII + 394 pp. The Ronald Press C.º. New York.
- 16 — EAMES, A. and L. H. McDANIELS — 1925 — *An Introduction to Plant Anatomy.* 1.ª ed: XIV + 364 pp. McGraw-Hill Book C.º. Inc. New York and London.
- 17 — EATON, F. M. — 1927 — The water requirement and cell sap concentration of Australian saltbush and wheat, as related to the salinity of the soil. *Amer. Jour. Bot.* 14: 212-225.
- 18 — ESAU, K. — 1959 — *Anatomía Vegetal.* Trad. da edição americana por Dr. José Pons Rosell: 729 pp. Omega S. A. Barcelona.
- 19 — FERRI, M. G. — 1944 — Transpiração de plantas permanentes dos “Cerrados”. *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P., Botânica* 4: 161-222.

- 20 — FERRI, M. G. — 1955 — Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P. 195, Botânica 12: 1-170.
- 21 — FERRI, M. G. — 1960 — Contribution to the knowledge of the ecology of the "Rio Negro Caatinga" (Amazon). Bull. Research Council of Israel, Sect. D, 8 C, 3-4: 195-208.
- 22 — FERRI, M. G. — 1960 — Nota preliminar sôbre a vegetação de cerrado em Campo do Mourão (Paraná). Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P. 247, Botânica 17: 109-115.
- 23 — FERRI, M. G. e L. M. COUTINHO — 1958 — Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado. Estudo comparativo da economia d'água de sua vegetação em Emas (Est. de São Paulo), Campo Grande (Est. de Mato Grosso) e Goiânia (Est. de Goiás). Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P. 224, Botânica 15: 103-150.
- 24 — FERRI, M. G. e L. M. COUTINHO — 1960 — Transpiração e comportamento estomático de plantas permanentes de cerrado em Campo do Mourão (Est. do Paraná). Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P. 247, Botânica 17: 116-130.
- 25 — FERRI, M. G. e L. G. LABOURIAU — 1952 — Water balance of plants from the "caatinga". Rev. Brasil. Biol. 12, (3): 301-312.
- 26 — FERRI, M. G. e A. LAMBERTI — 1960 — Informações sôbre a economia d'água de plantas de um Tabuleiro no Município de Goiana (Pernambuco). Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P. 247, Botânica 17: 131-145.
- 27 — FRANCO, C. M. e R. INFORZATO — 1950 — Quantidade de água transpirada pelo cafeeiro cultivado ao sol. Bragantia 10, (9): 247-257.
- 28 — FRANCO, C. M. e A. C. MAGALHÃES — 1963 — Inconveniências do método das pesagens rápidas para a medida de transpiração. Phytton 20 (2): 87-96.
- 29 — GAUCH, H. G. and C. H. WADLEIGH — 1944 — Effects of high salt concentrations on growth of bean plants. Bot. Gaz. 105: 379-387.
- 30 — GILHAM, M. — 1957 — Vegetation of Exe Estuary. J. Ecol. 45: 735-756.
- 31 — GOODING, E. G. B. — 1947 — Observations on the sand dunes of Barbados, British West Indies. J. Ecol. 34: 111-125.
- 32 — GORHAM, E. — 1958 — Soluble salts in dune sands from Blakeney Point in Norfolk. J. Ecol. 46: 373-379.
- 33 — GUTTENBERG, H. — 1959 — Die physiologische Anatomie der Spaltöffnungen, pp. 399-414 "in" W. Ruhland (editor) Handbuch der Pflanzenphysiologie XVII/1. Physiologie der Bewegungen: XIV + 716 pp. Berlin.
- 34 — HAAS, A. R. C. — 1944-45 — Chlorine accumulation in date palm varieties. Bot. Gaz. 106: 179-184.

- 35 — HAYWARD, H. E. and W. B. SPURR — 1943 — Effects of osmotic concentration of substrate on the entry of water into corn roots. *Bot. Gaz.* 105: 152-164.
- 36 — HELDER, R. J. — 1956 — The loss of substances by cells and tissues (salt glands), pp. 468-488 "in" W. Ruhland (editor) *Handbuch der Pflanzenphysiologie II. Allgemeine Physiologie der Pflanzenzelle: XXI + 1.072 pp.* Berlin.
- 37 — HEMMING, C. F. — 1961 — The ecology of the coastal area of Northern Eritrea *J. Ecol.* 49: 55-78.
- 38 — HOEHNE, F. C. — 1929 — O litoral do Brasil meridional IV. *Dep. Bot. do Estado, Sec. Agric., Ind. e Com., São Paulo:* 1-111.
- 39 — HUECK, K. — 1955 — Plantas e formação organogênica das dunas do litoral Paulista. Parte I. *Inst. Botânica, Sec. Agric. Est. São Paulo:* 1-130.
- 40 — KILLIAN, Ch. et G. LEMÉE — 1956 — Les xérophytes: leur économie d'eau, pp. 787-824 "in" W. Ruhland (editor) *Handbuch der Pflanzenphysiologie III. Pflanze und Wasser: XXII + 1.073 pp.* Berlin.
- 41 — KOLTHOFF, I. M. e E. B. SANDELL — 1956 — pp. 367 "in" *Tratado de Química Analítica e Quantitativa. Trad. da 3.ª ed. inglesa por Dr. Carlos E. Prélat. Libreria y editorial Nijar, S. R. L. Buenos Aires.*
- 42 — LEINZ, V. e S. E. AMARAL — 1962 — pp. 112-277 "in" *Geologia Geral: XVI + 523 pp. Comp. Edit. Nacion. São Paulo.*
- 43 — LEPPER, H. A. — 1945 — pp. 116-128 "in" *Official and tentative methods of analyses of the Association of Official Agricultural Chemists. Publi. by Association of Official Agricultural Chemists: XII + 932 pp. Washington.*
- 44 — LIMA, D. A. — 1951 — A flora da Praia de Boa Viagem. *Bol. da SAIC., XVIII, 1 e 2:* 119-126.
- 45 — LIMA, D. A. — 1957 — Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Inst. Pesq. Agron. de Pernambuco. Public. 2:* 1-42.
- 46 — MAGISTAD, O. C. — 1945 — Plant growth relations on saline and alkali soils. *Bot. Review XI:* 181-230.
- 47 — MEGURO, M. — 1963 — Economia d'água da cana de açúcar. *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P. 267, Botânica 19:* 5-100.
- 48 — METCALFE, C. R. — 1960 — Anatomy of the Monocotyledons I — Gramineae: *LXI + 731 pp. Clarendon Press. Oxford.*
- 49 — METCALFE, C. R. and L. CHALK — 1950 — Anatomy of Dicotyledons. Vol. I e II: 1500 pp. Clarendon Press. Oxford.
- 50 — MORRETES, B. L. e M. G. FERRI — 1959 — Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado. *Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P. 243, Botânica 16:* 7-70.
- 51 — MORTON, J. K. — 1957 — Sand dune formation on a tropical shore. *J. Ecol.* 45: 495-497.

- 52 — RACHID, M. — 1947 — Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação de verão dos campos cerrados de Emas. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P. 80, Botânica 5: 5-140.
- 53 — RAWITSCHER, F. — 1942 — Algumas noções sobre a transpiração e o balanço d'água de plantas brasileiras. An. Acad. Brasil. Ciênc. XIV, 1: 7-36.
- 54 — RAWITSCHER, F. K. — 1944 — Algumas noções sobre a vegetação do litoral brasileiro. Bol. Assoc. Geógr. Brasil. 5: 13-28.
- 55 — RAWITSCHER, F. K. e M. G. FERRI — 1942 — Observações sobre a metodologia para o estudo da transpiração cuticular em plantas brasileiras, especialmente em *Cedrela fissilis*. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P. XXVIII, Botânica 3: 115-140.
- 56 — RAYNAL, A. — 1963 — Flore et végétation des environs de Kayar (Sénégal). Ann. Fac. Scienc. Univ. Dakar 9, Sc. vég. 2: 121-231.
- 57 — SALISBURY, E. — 1952 — Downs and Dunes: XIII + 328 pp. G Bell & Sons, Ltd. London.
- 58 — SAUER, J. — 1962 — Effects of recente tropical cyclones on the coastal vegetation of Mauritius. J. Ecol. 50 (2): 275-290.
- 59 — SCHIMPER, A. F. W. — 1935 — pp. 577-585 "in" Pflanzengeographie auf physiologischer grundlage. 1.º vol: XX + 588 pp. Gustav Fischer. Jena.
- 60 — SILVEIRA, J. D. — 1952 — Baixadas litorâneas quentes e úmidas. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P. 152. Geografia 8: 1-228.
- 61 — SOLEREDER, H. — 1908 — Systematic Anatomy of the Dicotyledons. Translated by L. A. Boodle, and F. E. Fritsch revised by D. H. Scott. vol. I: Introduction to Polypetalae, Gamopetalae: 644 pp. Clarendon Press. Oxford.
- 62 — STEINER, M. und W. ESCHRICH — 1958 — Die osmotische Bedeutung der Mineralstoffe, pp. 334-354 "in" W. Ruhland (editor) Handbuch der Pflanzenphysiologie IV. Die Mineralische ernährung der Pflanze: XX + 1210 pp. Berlin.
- 63 — STOCKER, O. — 1956 — Die Abhängigkeit der Transpiration von den Umweltfaktoren. Insolation und Wind, pp. 436-488 "in" W. Ruhland (editor) Handbuch der Pflanzenphysiologie III. Pflanze und Wasser: XXII + 1073 pp. Berlin.
- 64 — STOCKING, C. R. — 1956 — Osmotic pressure or osmotic value, pp. 57-70 "in" W. Ruhland (editor) Handbuch der Pflanzenphysiologie II. Allgemeine Physiologie der Pflanzenzelle: XXI + 1072 pp. Berlin.
- 65 — STROGONOV, B. P. — 1959 — The water regime of plants on saline soils. UNESCO/NS/AZ/422, Paris: 1-6.
- 66 — ULE, E. — 1901 — Die Vegetation von Cabo Frio an der Kueste von Brasilien. Engl. Bot. Jahresber, 28: 511. (non vidi).
- 67 — VESEY-FITZGERALD, D. F. — 1957 — The vegetation of the Red Sea coast North of Jedda, Saudi-Arabia. J. Ecol. 45: 547-562.

- 68 — VILLAÇA, H. e M. G. FERRI — 1954 — Transpiração de *Eucalyptus tereticornis*. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let. U.S.P. 173, Botânica 11: 3-30.
- 69 — WALTER, H. — 1962 — Die Vegetation der Erde. I. Die tropischen und subtropischen Zonen: XIV + 538 pp. Gustav Fischer Verlag. Jena.
- 70 — WEAVER, J. E. and F. E. CLEMENTS — 1938 — Plant Ecology: XXII + 601 pp. McGraw-Hill Book C.<sup>o</sup>, Inc. New York and London.
- 71 — WILLIS, A. J., B. F. FOLKES, J. F. HOPE-SIMPSON and E. W. YEMM — 1959 — Branton Burrows: The dune system and its vegetation. Part. I. J. Ecol. 47, (1): 1-24.
- 72 — WILLIS, A. J., B. F. FOLKES, J. F. HOPE-SIMPSON and E. W. YEMM — 1959 — Branton Burrows: The dune system and its vegetation. Part. II. J. Ecol. 47, (2): 249-287.
- 73 — YANO, N. — 1962 — The subterranean organs of sand dune plants in Japan. Jour. Scienc. Hiroshima Univ. Sér. B, Div. 2, (Bot.) 9: 139-184.