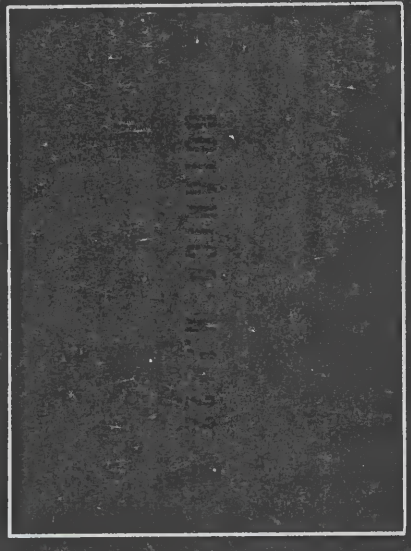
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

BOLETIM Nº 305



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

BOLETIM N.º 305
BOTÂNICA N.º 22
SÃO PAULO
BRASIL
1966

Maria Amélia Braga de Andrade
CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO DA ECOLOGIA DAS PLANTAS DAS DUNAS DO LITORAL DO ESTADO DE SÃO PAULO 3

A. B. Joly, Y. Ugadim, E. C. de Oliveira Filho, M. Cordeiro Marino
ADDITIONS TO THE MARINE FLORA OF BRAZIL. VI 171

E. C. de Oliveira Filho
ON THE DEVELOPMENT OF TETRASPORES OF *ACANTHOPHORA SPICIFERA* (RHODOMELACEAE — RHODOPHYTA) 195

Berta Lange de Morretes
CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA ANATOMIA DAS FÔLHAS DE PLANTAS DO CERRADO II 207

K. G. Hell
FORMAÇÃO DO GAMETOFITO EM *SYMPHYOGYNA BRASILIENSIS* NEES E *SYMPHYOGYNA ASPERA* STEPHANI (HEPATICAE) 245

K. G. Hell
CRESCIMENTO APICAL E MULTIPLICAÇÃO VEGETATIVA EM *SYMPHYOGYNA ASPERA* STEPHANI (HEPATICAE) 261

Berta Lange de Morretes
FLOEMA TERMINAL EM FEIXES VASCULARES DO MESÓFILO DE *SYRINGA VULGARIS* E *BOERHAAVIA COCCINEA* 291

A. B. Joly and E. C. de Oliveira Filho
NOTES ON BRAZILAN ALGAE. I — NEW FINDINGS CONFIRMING UNCERTAIN RECORDS 313

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor: — Prof. Dr. Luís Antônio da Gama e Silva
Vice-Reitor: — Prof. Dr. Mário Guimarães Ferri

FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

Diretor: — Prof. Dr. Mário Guimarães Ferri
Vice-Diretor: — Prof. Dr. Erwin Theodor Rosenthal
Secretário-Substituto: — Lic. Eduardo Marques da Silva Ayrosa

DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA

Professor Cadetrático: Dr. Mário Guimarães Ferri
Professor Associado: Dr. Aylthon Brandão Joly
(Livre Docente)

Professor Colaborador: Dr. Francisco Jerônimo Sales Lara
(Livre Docente)

Professôres Assistentes: Dra. Berta Lange de Morretes
Dr. Leopoldo Magno Coutinho
Dra. Marico Meguro
Dra. Maria Amélia Braga de Andrade
Dr. Antônio Lamberti

Instrutores: Licenciados Eurico Cabral de Oliveira Filho
Hugo Aguirre Armelin
José Fernando Bandeira de Mello
Kurt Günther Hell
Nanuza Luiza de Menezes
Walter Handro
Walkiria Rossi Monteiro
Yumiko Ugadim

Tôda correspondência deverá ser dirigida ao Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo — Caixa Postal 8 105, São Paulo, Brasil.
All correspondence should be adressed to the Departament of Botany Caixa Postal 8 105 São Paulo, Brasil.

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

(Tese de Doutoramento 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 hidroativo 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 freqüência, 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 freqüentemente 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 sôbre 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 halófita 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 mesohalófita; as costas marinhas, até onde chegam borrifos de água salgada abrigam vegetação halófita.

Numerosas são as observações sôbre 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 ascenção do valor osmótico das halófitas em comparação com as glicófitas ocorre por ascenção do nível de cloreto de sódio do suco celular. De acôrdo com as observações de Steiner e Eschrich (62), Strogonov (65), Walter (69), Stocking (64), vários trabalhos comprovam que as halófitas armazenam àvidamente sal. Mas a maioria das investigações citadas refere-se às plantas dos mangues ou de regiões salinas que são inundadas periòdicamente.

Há também o trabalho de Magistad (46) sôbre 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. Êsses 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 (halófobas ou glicófitas). 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 sôbre 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.

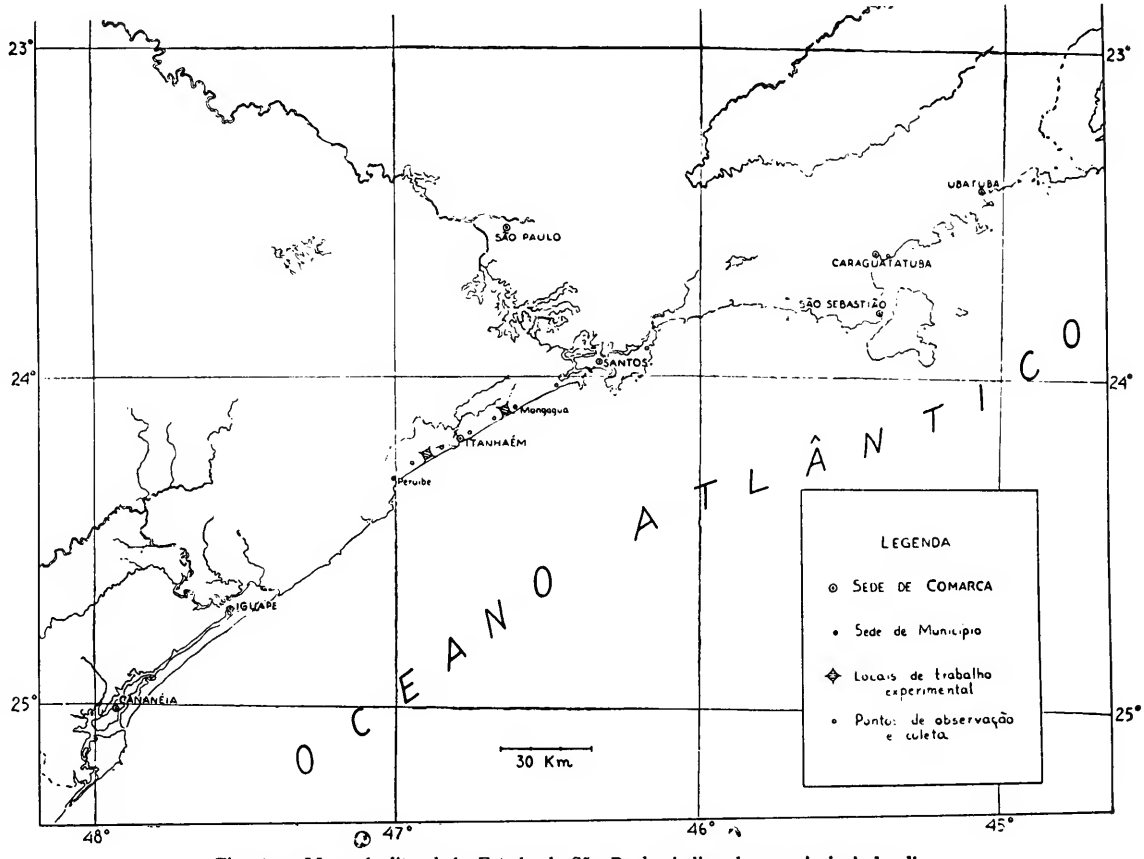


Fig. 1 — Mapa do litoral do Estado de São Paulo, indicando as principais localidades mencionadas no texto, os pontos de observação e coleta e os locais de trabalho experimental. (Baseado no mapa geográfico do Estado de São Paulo, do Instituto Geográfico e Geológico).

A região em estudo está representada no mapa da fig. 1 e nêle 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. Sôbre 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 tôda 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 sêca 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 êsse 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).

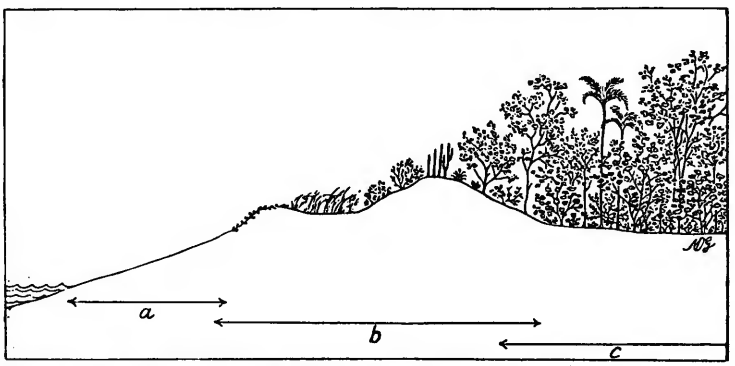


Fig. 4 — Secção esquemática do litoral arenoso mostrando a zonação da vegetação litorânea: a) zona da praia, b) zona das dunas, c) zona da restinga.

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 *Philoxerus 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 Agronômico 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.

Amostra	*Mat. org. %*	*Umidade*
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 Agronômico completam êsses 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 sôbre o mangue foram gentilmente cedidos por A. Lamberti.

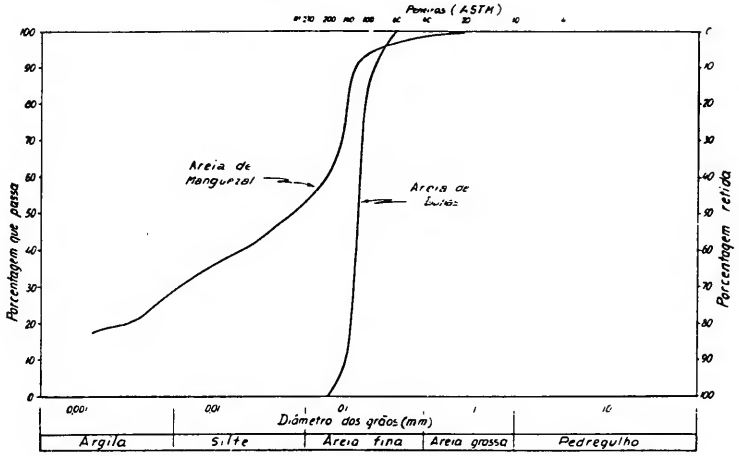


Fig. 5 — Curvas granulométricas de amostra de solo de uma duna da praia de Peruibe, a 50 cm da superfície, e de uma amostra de solo do mangue às margens do rio Itanhaém, a 20 cm da superfície.

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 êsse 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 2

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO SOLO (I.P.T.)

Designação	Densidade específica real dos grãos	LIMITES DE ATTERBERG		Índice de Plasticidade	Umidade Natural	30	24	44	2	—
		Limite de Liquidez	Limite de Plasticidade			0	0	100	0	0
	g/cm³	LL %	LP %	IP %	%			Areia		
						Argila	0,005 Silte	0,05 Fina	0,4 Grossa	2,0 Pedreg.
Areia de Dunas	2,70	Não Plástico	Não Plástico	Não Plástico	—	Dimensões em mm				
Turfa de Manguesal	2,59	142	93	49	159	GRANULOMETRIA em %				

Tabela 3

Análise química do solo (I. A.)

Número		pH int.	Relação	Em 100 g T. F. S. A. (1) Teor total em g		Teor trocável em e. mg (2)						Teor solúvel e. mg (2)	V %	
			C/N	C	N	Ca++	Mg++	K+	AL+++	H+	S	PO_4---		Na
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	1,0
	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	90,0

Av. 7838 — Amostra coletada a 50 cm da superfície. Proced.: Duna, Praia de Peruibe, 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 sêca ao ar (partículas menores que 2 mm). (2) Equivalente miligrama.

MÉTODOS USADOS: — Fator pêso pH, C (via sêca), N PO_4---, 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 sêca, 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 êste, 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 sêca entre 0,71 e 0,64%. De acôrdo com êle essa concentração pedológica é reduzida demais para determinar sêca fisiológica, pois uma solução de NaCl 0,5% tem uma pressão osmótica de 3,9 atm.

Devemos lembrar que êsses valores oscilam de acôrdo com vários fatôres.

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 ràpidamente em profundidade crescente e o baixo conteúdo a 15 cm seria importante sòmente 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 êste 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.

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

Entre os fatôres 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 sôbre 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 sôbre 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) fêz observações sôbre 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, obliqüamente 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 cêrca 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 fatôres 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 êsse esborrifo sôbre a superfície da areia e sôbre as plantas.

Êsse esborrifo, que é conhecido como maresia, resulta da penetração da água do mar na atmosfera. Como conseqüência da formação de bôlhas na superfície do oceano, na zona de arrebentação, há a expulsão de gôtas de água em direção à atmosfera.

Essas gôtas 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 sêca 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 sôbre qualquer objeto na praia. Alguns autores (como Boughey, 8) relacionam o ecotipo baixo de muitas áreas costeiras com êsse esborrifo de sais.

De nossas observações sôbre 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.

Êsses 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	—	—	15,4	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.

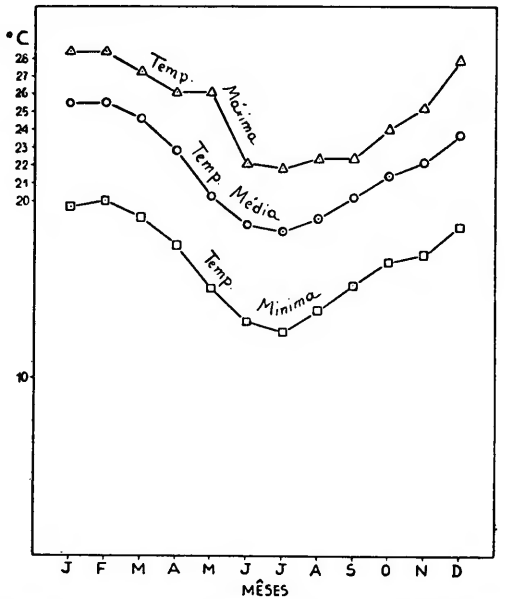


Fig. 6 — Variação mensal das temperaturas máximas, mínimas e médias, durante o período de 1953 a 1962, em Itanhaém.

Chuva

Os totais anuais de precipitações, no período acima indicado, estão representados na tabela 8 em que se verifica que êles não variaram muito no decurso dêsses anos. A média dos totais anuais é 1.813 mm e a normal anual dêsse 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 agôsto.

As médias das chuvas mensais variaram de 65,9 mm (agôsto) 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 agôsto.

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)

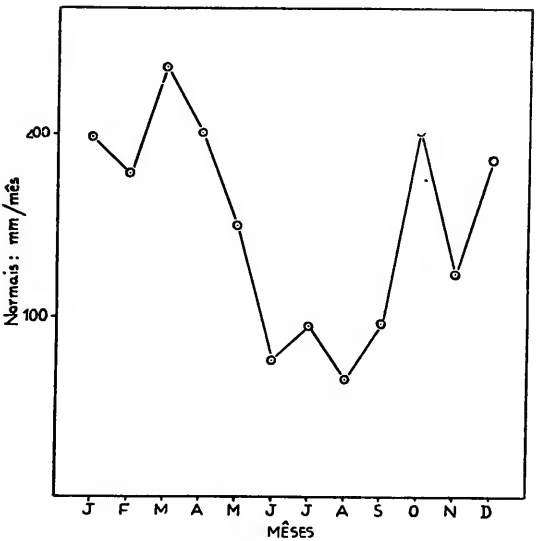


Fig. 7 — Distribuição mensal das precipitações normais de 1953 a 1962 em Itanhaém.

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 o com menor foi o de agôsto. 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 sêca 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%. Êsses valores são medidos diàriamente às 12, 18 e 24 horas e calculadas as médias diárias e mensais (tab. 9).

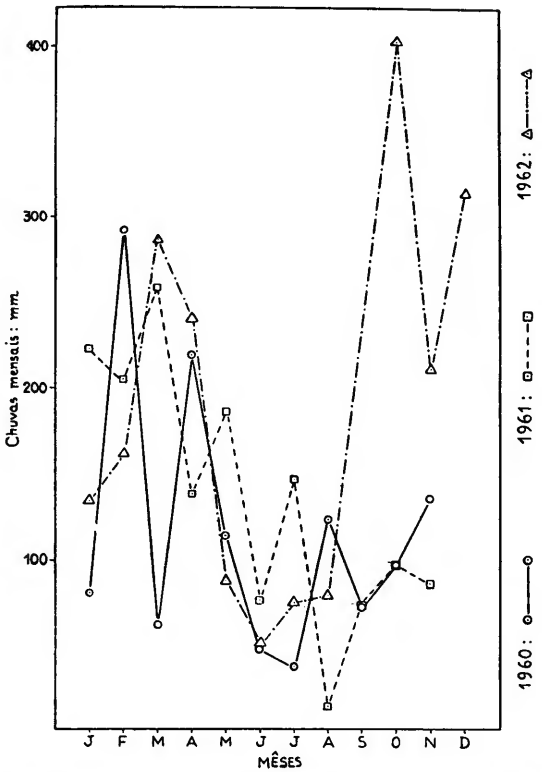


Fig. 8 — Distribuição mensal das precipitações: totais mensais no período de 1960 a 1962, em Itanhaém.

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

Tabela 9

UMIDADE RELATIVA — Itanhaém — 1953/1962 = Lat. 24° 11'
Long. 46° 47' — HS. 3,0C 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 agôsto 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
Maio	—	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
Agôsto	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 freqüência dos ventos é expressa pelo número de ventos observados diàriamente em 3 horas fixas (12, 18 e 24) durante o período de 1959 a 1962.

Baseados nos dados de freqüência construimos 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
Maio	—	NE	SW	E
Junho	—	NE	SW	E
Julho	SE	NE	SE	NE
Agôsto	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 êle divide em uma zona despida de vegetação, atingida pelo limite da maré alta, e outra, mais acima, uma faixa de dunas, que êle separa em:

1) antedunas ou dunas exteriores, cuja areia é salgada e às vêzes 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 — Freqüência 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 tôda a vegetação litorânea de vegetação da "restinga", que ocorre em praias arenosas mais ou menos longas e largas. Êle 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 subzonas 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 fatôres ambientes 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).

Êsses dois tipos de vegetação são caracterizados, como veremos adiante, pela ocorrência de plantas com formas de vida particulares. No presente trabalho ocupar-nos-emos sòmente 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 sòmente 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 freqüência 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 estolões de *Philoxerus* que crescem dirigindo-se para o lado do mar. É interessante notar que às vêzes 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 tôda a costa do Estado. As dunas com *Spartina* às vêzes 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 vêzes aparece juntamente com *Philoxerus*, mas neste caso as plantas são menores e com fôlhas amareladas.

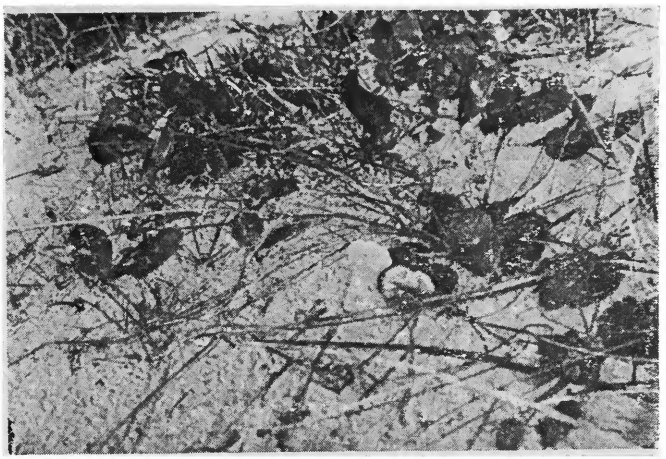


Fig. 10 — *Hydrocotyle umbellata* e *Spartina ciliata*

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 sòmente de formar um sistema radicular extenso, mas de crescer para cima e para os lados através de depósitos recentes de areia, elevando-se segundo as 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: *Acicarpha 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 dêsses sub-arbustos e às vêzes 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 Peruibe, ao contrário, encontramos dunas baixas, com cerca de 80 cm de altura, cuja parte anterior também às vêzes 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
*	*Acicarpha spathulata* R. Br.	*Calyceraceae*	Erva terrestre	Carrapicho da praia
*	*Alternanthera maritima* D.	*Amaranthaceae*	Erva terrestre	
*	*Canavalia obtusifolia* DC.	*Leguminosae*	Erva terrestre	Feijão da praia, feijão bravo ou favas do mau olhado
	Centella asiatica (L.) Urban	*Umbelliferae*	Erva terrestre	Cairussú
	Cereus pernambucensis Lemaire	*Cactaceae*	Arbusto	Cardo da praia
*	*Chrysobalanus icaco* Linn.	*Rosaceae*	Arbusto	Abajerú, guajurú ou maçãzinha da praia
*	*Cordia verbenacea* DC.	*Boraginaceae*	Sub-arbusto	
	Cyperus flavus (Vahl) Nees.	*Cyperaceae*	Erva terrestre	Balieira preta
*	*Cyrtopodium paranaensis* Schltr.	*Orchidaceae*	Erva terrestre	Sumaré
*	*Dalbergia ecastophyllum* (L.) Taub.	*Leguminosae*	Sub-arbusto	
*	*Diodia radula* Cham. S. Schl.	*Rubiaceae*	Erva terrestre	
*	*Diodia setigera* DC.	*Rubiaceae*	Erva terrestre	
*	*Epidendrum moseni* Reichb.	*Orchiaceae*	Erva terrestre	
*	*Fimbristylis glomerata* Nees.	*Cyperaceae*	Erva terrestre	
*	*Hydrocotyle umbellata* Linn.	*Umbelliferae*	Erva terrestre	Açariçoba
*	*Ipomoea littoralis* Boiss.	*Convolvulaceae*	Erva terrestre	Campainha branca, salsa da praia ou Cipó da praia
*	*Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet	*Convolvulaceae*	Erva terrestre	Salsa da praia
*	*Lantana undulata* Schrank	*Verbenaceae*	Sub-arbusto	Cambará
*	*Oxypetalum tomentosum* Wight. var. *parvifolium* (Fourn.) Malme	*Asclepiadaceae*	Erva terrestre	
*	*Paspalum vaginatum* Ell. Sketch	*Gramineae*	Erva terrestre	Grama doce
	Phaseolus adenanthus Mey	*Leguminosae*	Erva terrestre	Feijãozinho do campo

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

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

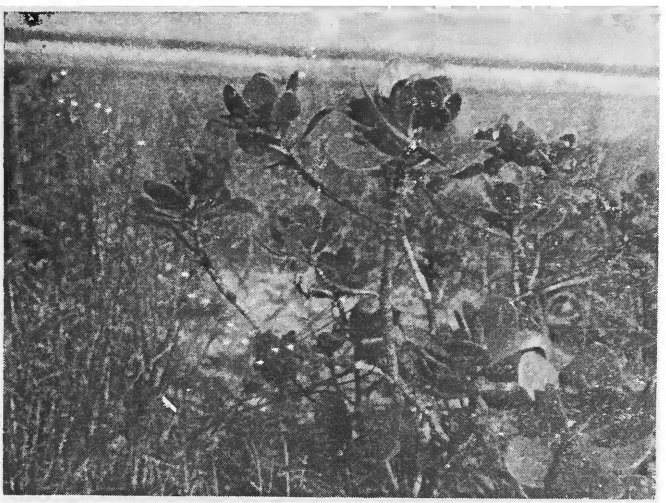


Fig. 11 — *Scaevola plumieri*

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 Martim 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 freqüentes 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. Êsses 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 estàvamos 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 raizes 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

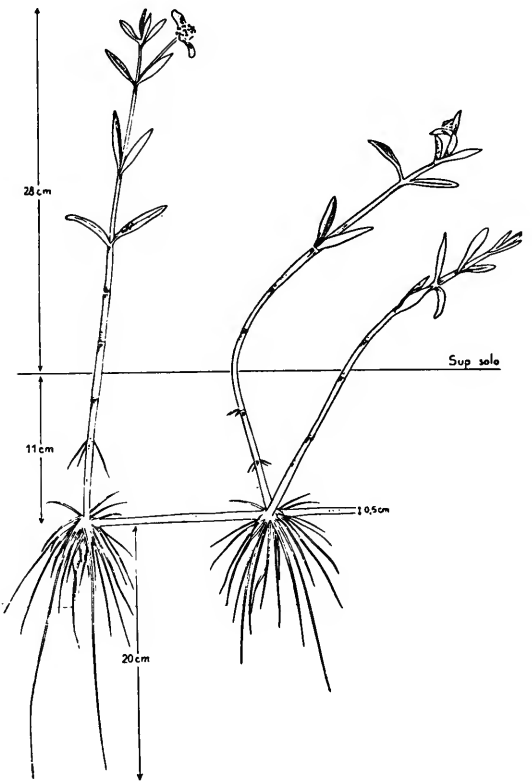


Fig. 12 — Ramos formados nos nós do caule soterrado, flôres e sistema radicular de *Philoxerus portulacoides*

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 (ϕ = 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

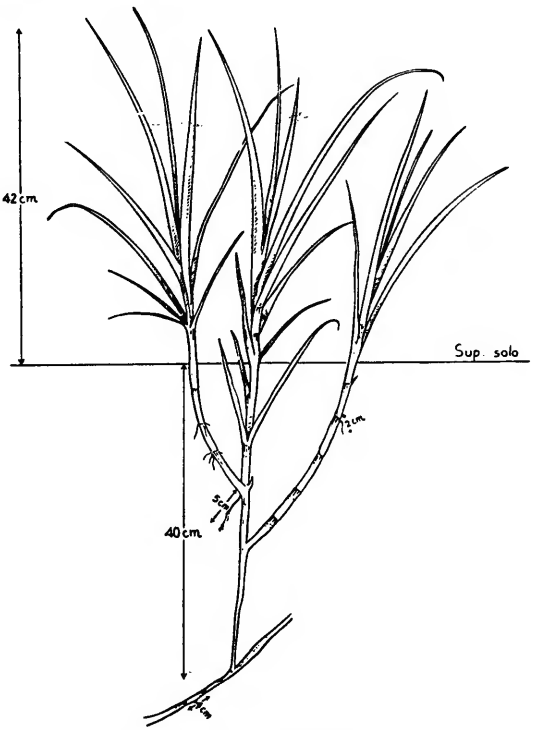


Fig. 13 — *Spartina ciliata*

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

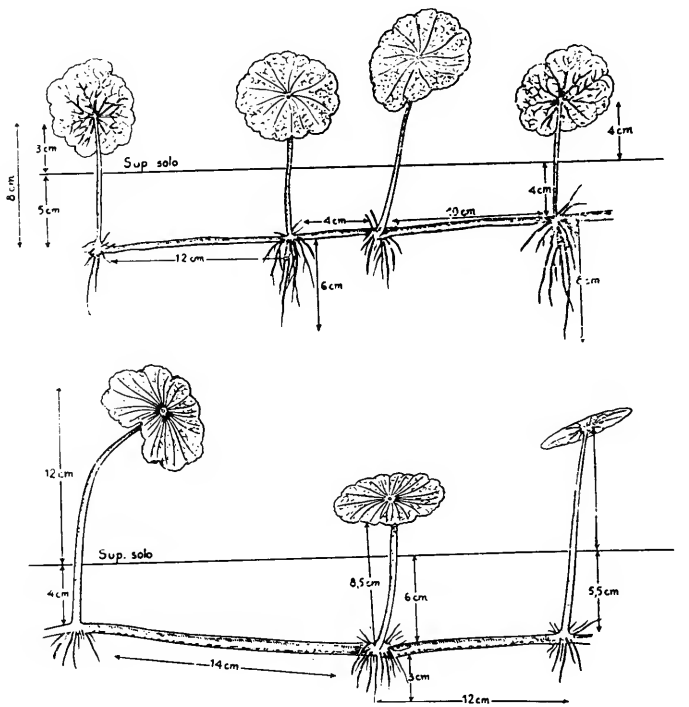


Fig. 14 — *Hydrocotyle umbellata*

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 raizes 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

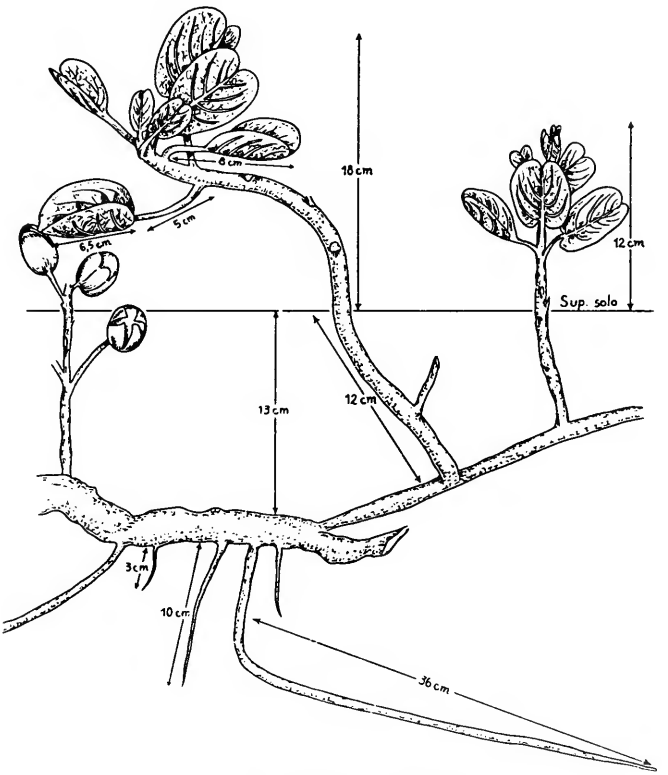


Fig. 16 — Sistema subterrâneo de *Ipomoea pes-caprae*

superfície da areia com cêrca de 1,5 m, mas às vêzes 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 vêzes 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-

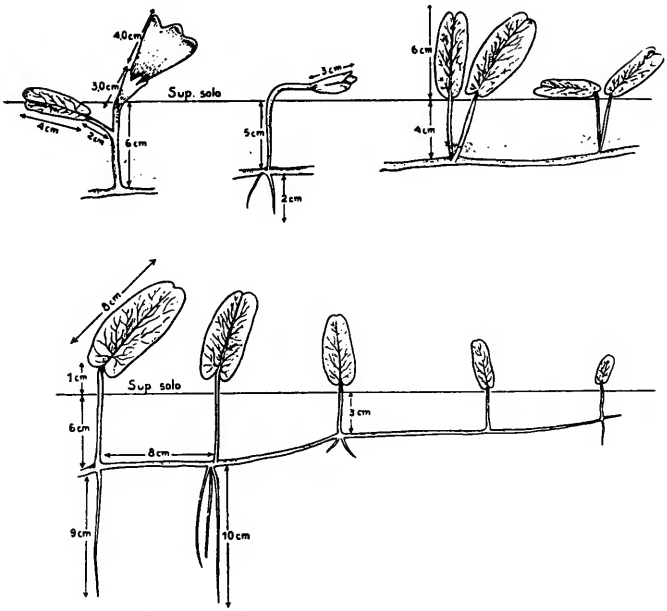


Fig. 17 — *Ipomoea littoralis*: em cima, parte de um ramo e secções de ramos com flôres; em baixo, a extremidade de um ramo; todos com as partes subterrâneas expostas.

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

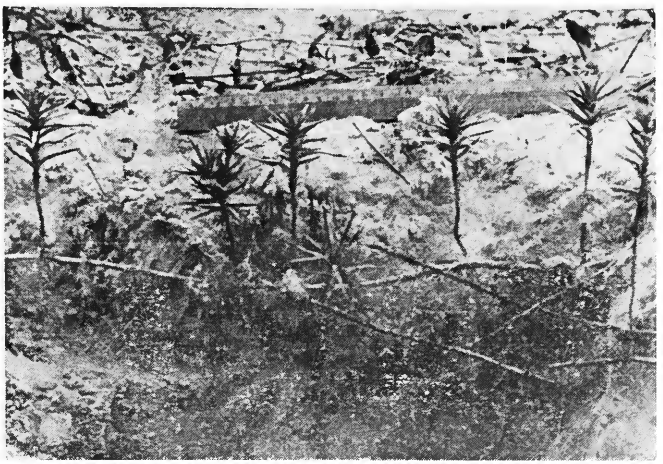


Fig. 18 — Sistema subterrâneo de *Remirea maritima*

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

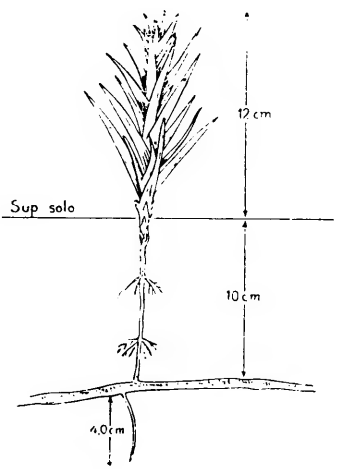


Fig. 19 — *Remirea maritima*

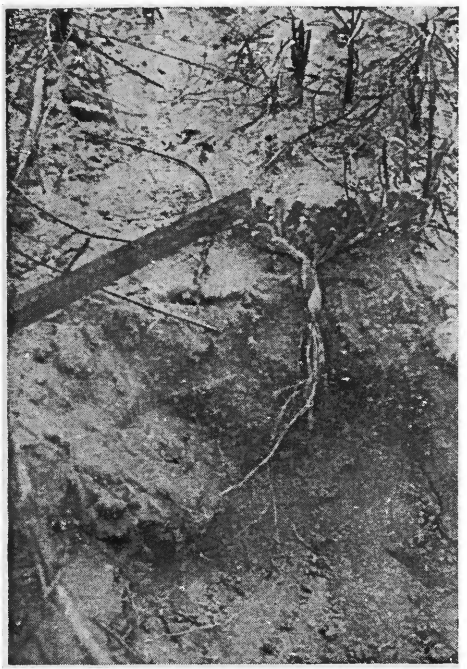


Fig. 20 — Sistema radicular de *Acicarpha spathulata*

7 — *Acicarpha 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 cêrca de 13 cm. de altura, e a profundidade do sistema subterrâneo é 40 cm. As fôlhas são de côr verde clara, espatuladas, com 4-5 cm. de comprimento; a inflorescência é um capítulo (ϕ = 1,0 cm) e a infrutescência é espinhosa.

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

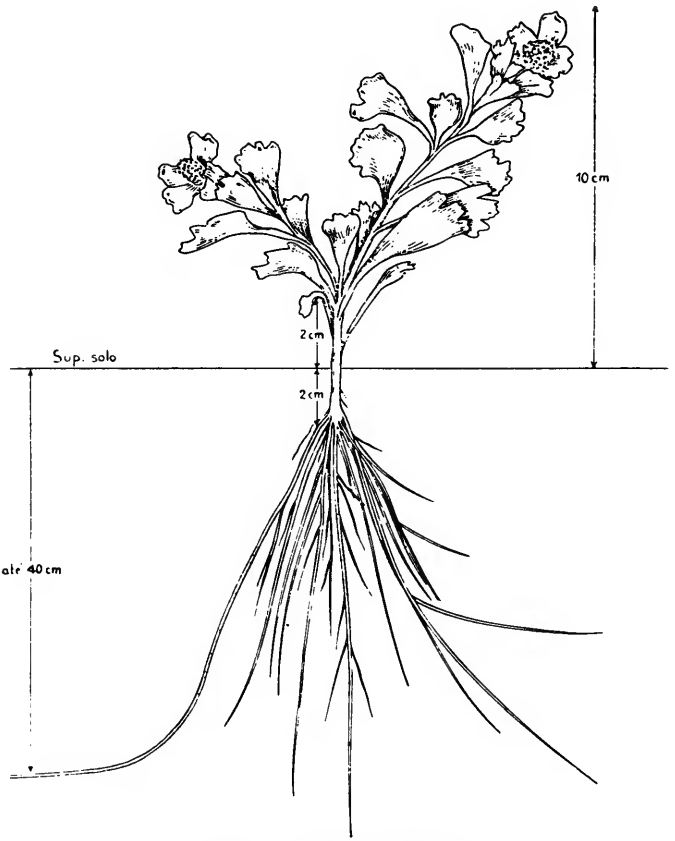


Fig. 21 — *Acicarpha spathulata*

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 fôlhas alternas, trifolioladas, com folíolos largos e espessos. A inflorescencia 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 fôlhas 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 fôlhas 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 fôlhas grandes coriáceas. Esta espécie também forma touceiras, pois seus ramos flexuosos às vêzes ficam dispostos horizontalmente sôbre o solo podendo ocasionalmente ser cobertos por areia e originar novas plantinhas. *Dalbergia ecastophyllum* às vêzes forma agrupamentos na parte da praia bem próxima ao mar. O fruto é uma sâmara de contorno circular, achatada, e nasce na axila das fôlhas.

19 — *Sophora tomentosa* L. Planta arbustiva com fôlhas 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 fôlhas 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 apecioladas, duras e denteadas nos bordos. A inflorescência forma uma espiga com brácteas de côr 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; flôres isoladas.

23 — *Cordia verbenacea* DC. Sub-arbusto que às vêzes pode atingir 2 m de altura, com fôlhas alternas, elíticas, 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. Êsses métodos foram amplamente descritos e discutidos por Ferri em seus trabalhos sôbre 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 pêso 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. Êsse 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.

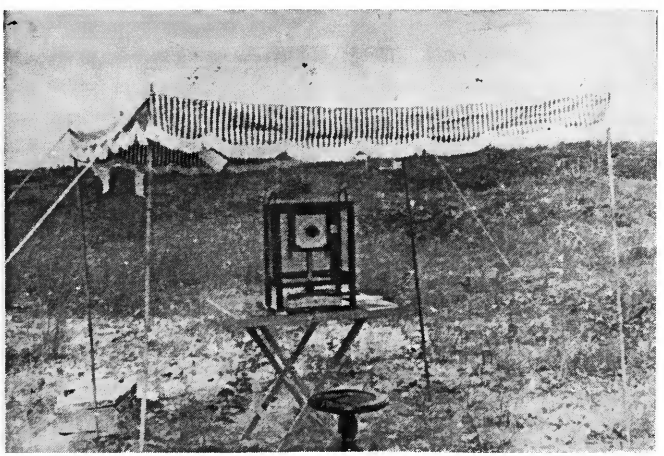


Fig. 23 — Local na praia de Peruibe, onde se realizou o presente trabalho, e parte do equipamento utilizado.

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". Êsse 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 acôrdo com o fluxo do vento durante aquêle 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 fôlha foi de 3 minutos. Pada cada ponto da curva do andamento diário da transpiração usamos o valor médio de 3 fôlhas, referido à superfície unitária de 100 cm^2. Nas espécies suculentas os dados foram referidos também a 1 g de pêso fresco. Nestes casos é indicada a referência ao pêso 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 fôlha ("Blattevaporimeter") e determinamos a transpiração total e a transpiração cuticular em porcentagem da evaporação. Para isso destacamos uma fôlha e determinamos a transpiração naquêle momento; a seguir recortamos o molde dessa fôlha em papel mataborrão verde e por pesagens sucessivas determinamos a razão da evaporação. A transpiração cuticular era obtida destacando a fôlha e pendurando-a um certo tempo até fechar os estômatos, pois geralmente havia estômatos nas duas faces da fôlha. Quando não era êsse o caso, usamos o método comum de vaselinar uma das faces.

Para o estudo da anatomia foliar foram feitos cortes no têrço inferior da fôlha 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 têrço inferior das fôlhas; fizemos 10 contagens em cada uma de 10 fôlhas adultas (portanto 100 contagens), tiramos a média e calculamos o êrro padrão.

Para as determinações da sucção (Sc) das células das fôlhas 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 fôlhas em cada frasco da série 0,1 a 1,0 M ou 0,5 a 1,4 M. Para isso usamos várias fôlhas, prèviamente limpas com papel de filtro, das espécies cuja sucção celular estávamos investigando.

Depois de 2 horas retiramos cuidadosamente os discos de fôlhas 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 fôlha. Por exemplo, ao frasco que continha a solução 0,1 M de sacarose colocamos no centro desta uma gôta da solução 0,1 M de sacarose colorida pelo azul de metileno. Quando a solução do frasco havia aumentado a sua concentração, a gôta 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 fôlha 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 gôta azul descia e permanecia no fundo, e a solução era hipertônica com relação ao Sc das células da fôlha. Quando a concentração da solução que continha os discos de fôlha não se havia alterado sensìvelmente, a es-

* Êste 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 fôrça 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 ràpidamente 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_{15}, 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_3 1:1. Ensaiamos 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 ($AgNO_3$) 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 $AgNO_3$ 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 prèviamente 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 Weawer & 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 naquêles 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.

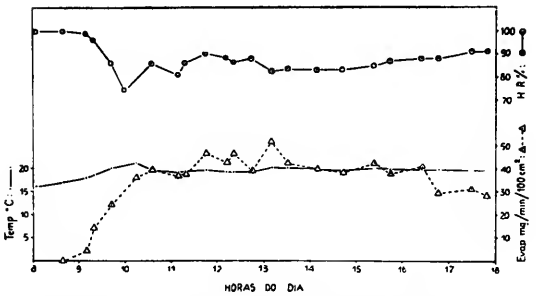


Fig. 24 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa e evaporação, na praia de Peruibe, no início da época chuvosa (6-9-60).

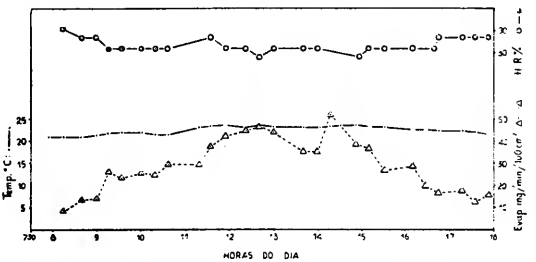


Fig. 25 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa e evaporação, na praia de Peruibe, no início da época chuvosa (17-9-60).

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 agôsto.

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 ràpidamente para o máximo às 10 h 30 min, quando atingiu 21°C e durante o resto do dia os valores oscilaram um pouco em tôrno 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 ràpidamente até às 10 h 30

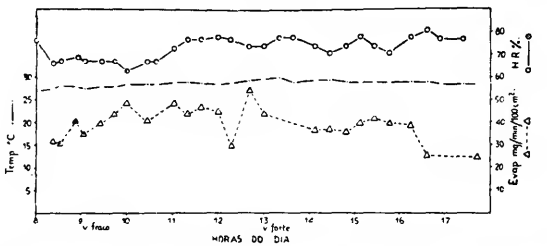


Fig. 26 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa e evaporação, na praia de Peruibe, na época chuvosa (2-2-61).

min e depois, no decorrer do dia, oscilou ao redor de 40 a 50 mg/min/100 cm², sendo seu valor máximo, atingido às 13 h 10 min, igual a 51 mg/min/100 cm².

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

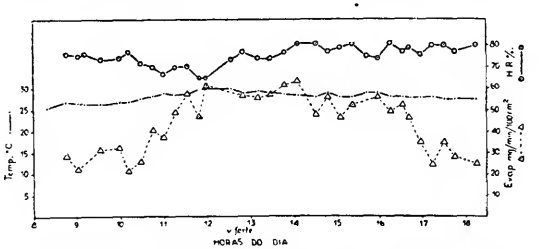


Fig. 27 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa e evaporação, na praia de Peruibe, na época chuvosa (3-2-61).

ocorreu às 8 h 20 min e atingiu o valor de 60% subindo para 70% e mantendo-se ao redor dêsse valor o dia todo. A curva de evaporação se elevou até às 9 horas, atingindo o valor de 70 mg/min/100 cm², decrescendo um pouco depois, para subir novamente até seu valor máximo às 12,00 horas (86 mg/min/100 cm²). Essas curvas podem ser

fàcilmente 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.

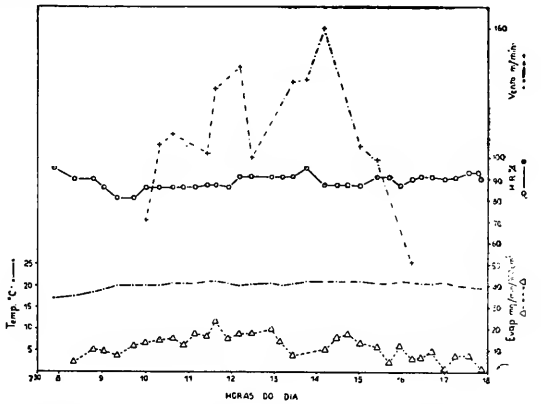


Fig. 28 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento na praia de Peruibe, na época sêca (27-6-61).

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 aumen-

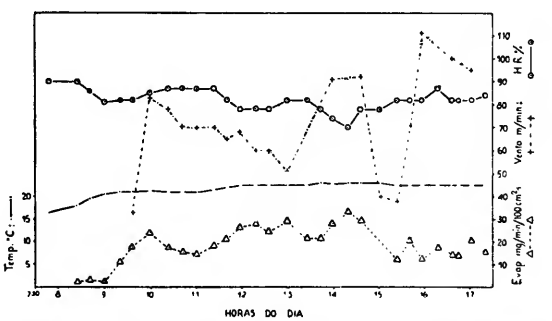


Fig. 29 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento na praia de Peruibe, na época sêca (28-6-61).

tou novamente, fato êsse provàvelmente 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-

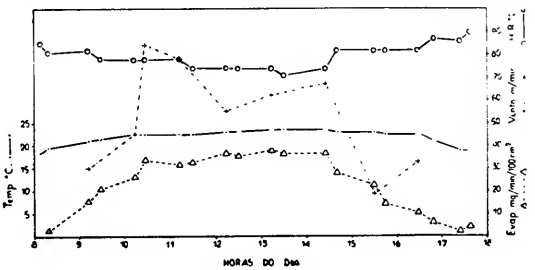


Fig. 30 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento na praia Grande (Mongaguá), na estação sêca (13-7-61).

dor de 80%. A evaporação foi máxima às 9 h da manhã, com um valor muito alto, de 86 mg/min/100 cm², 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 descrever 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-

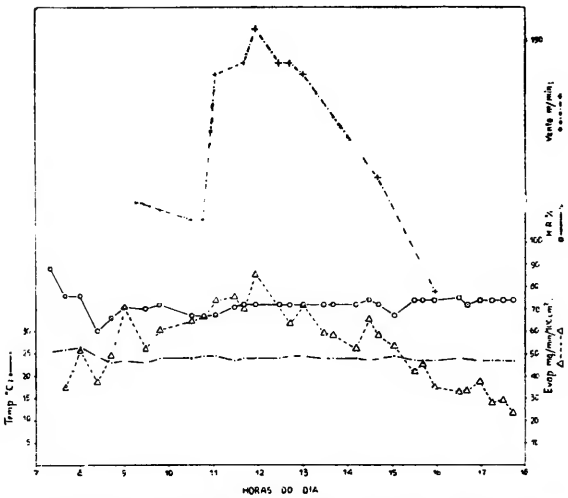


Fig. 31 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento, na praia de Peruibe, na época chuvosa (10-11-61).

do a evaporação foi de 61 mg/min/100 cm², e outro às 14 h 06 min, com evaporação igual a 63 mg/min/100 cm² e decresceu, a partir dessa hora, para 25 mg/min/100 cm². Nesse dia também soprou um vento forte do mar, com início às 12 h 30 min. Neste caso,

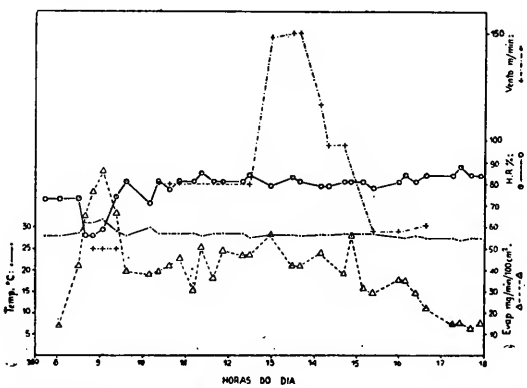


Fig. 32 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento na praia de Peruibe, na época chuvosa (24-1-62).

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

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

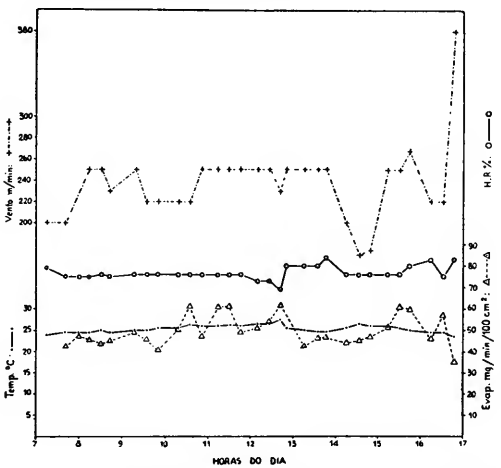


Fig. 33 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento na praia Grande (Mongaguá), na época chuvosa (27-1-62).

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 cm². 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 cm², com decréscimo à tarde.

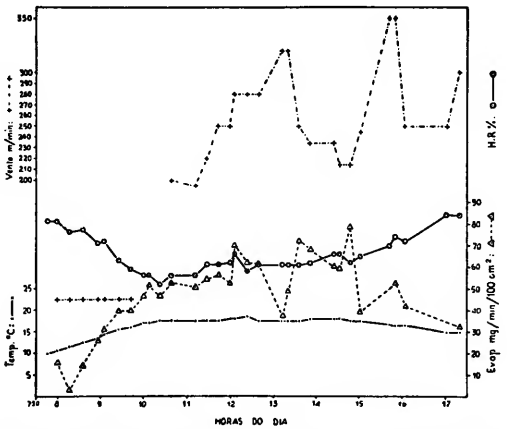


Fig. 34 — Andamento diário da temperatura, umidade relativa, evaporação e vento na praia de Peruibe, na época sêca (7-7-62).

A umidade relativa baixou até às 10 h 20 min (52%) e manteve-se entre 50 e 70% durante todo o dia, sòmente 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 vêzes atingindo seus valores máxin.os a essa hora. Freqüentemente até às 10 horas havia calmaria 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 vêzes 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. Êste fato é explicado porque o vento freqüentemente sopra do mar para a terra e é, portanto, carregado de borrifos d'água salgada, aumentando a umidade da atmosfera. Às vêzes 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 trabalhàvamos, isto é, próximo ao mar.

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

Na época chuvosa a menor temperatura observada por nós foi 16°C e a maior 34,5°C; a umidade relativa máxima foi 100% e a mínima 38%; nêsse mesmo dia observamos a maior evaporação — 159 mg/min/100 cm^2. A menor evaporação determinada nessa época foi 4,0 mg/min/100 cm^2. A velocidade do vento mínima medida foi 50 m/min e a máxima 380 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°C. A temperatura mínima medida por nós no inverno foi de 10°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).

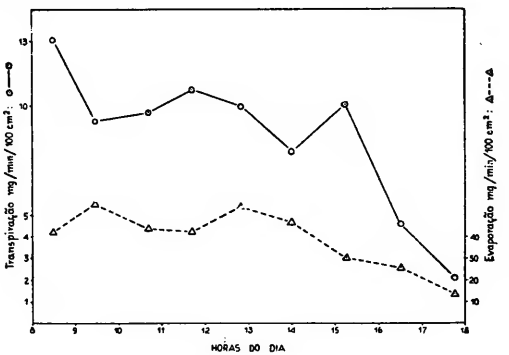


Fig. 35 — Andamento diário da transpiração de *Philoxerus portulacoides*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (24-1-62).

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 cm².

Observando as curvas das condições meteorológicas dêsse 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.

Sôbre 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 extraordinàriamente forte do vento nas próximidades 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).

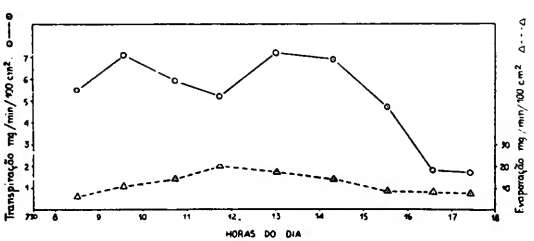


Fig. 36 — Andamento diário da transpiração de *Philoxerus portulacoides*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época sêca (27-6-61).

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^2 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 sêca, 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 pêso são muito baixos, tanto na época chuvosa como na época sêca, 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 sêca e que em ambas as épocas ela apresenta uma pequena restrição na transpiração.

Infiltração com xilol feita no dia 24-1-62 em fôlhas 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 sêca) 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). Êle mostra que a curva da transpiração acom-

panha a da evaporação e que o valor máximo da transpiração é 5,4 mg/min/100 cm².

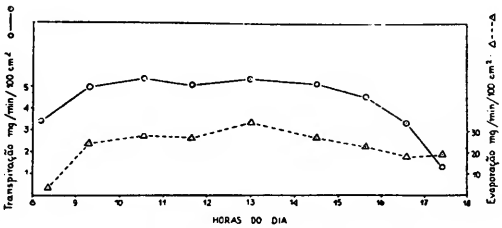


Fig. 37 — Andamento diário da transpiração de *Ipomoea nes-caprae,* e da evaporação na praia de Peruibe, no início da época chuvosa (7-9-60).

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 cm² 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.

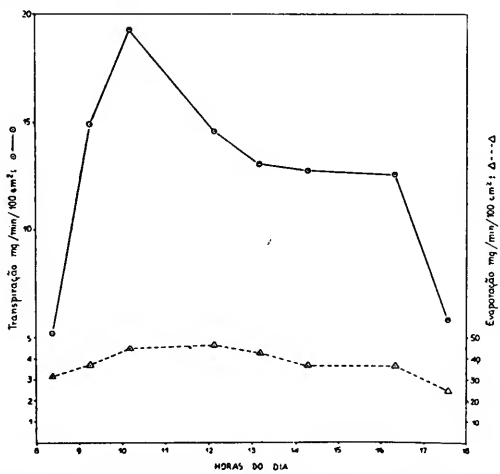


Fig. 38 — Andamento diário da transpiração de *Ipomoea pes-caprae,* e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (2-2-61).

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) vêmos 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, provàvelmente 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 cm².

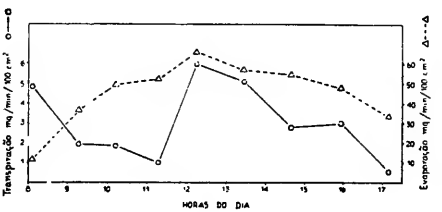


Fig. 39 — Andamento diário da transpiração de *Ipomoea pes-caprae*, e da evaporação na praia de Peruíbe, na época sêca (7-7-62).

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 sêca 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 cm² 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 cm², às 13 h 12 min, não coincidindo, pois, com o máximo da transpiração, que ocorreu às 10 h 25 min.

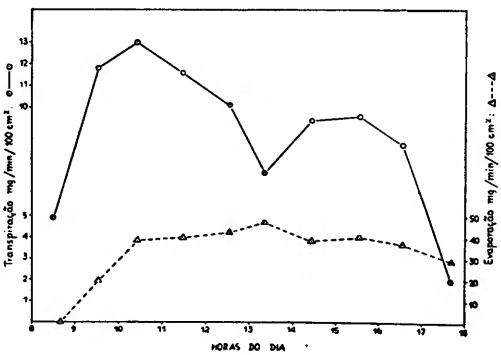


Fig. 40 — Andamento diário da transpiração de *Hydrocotyle umbellata*, e da evaporação na praia de Peruibe, no início da época chuvosa (6-9-60).

Na época chuvosa os valores de transpiração foram mais elevados, sendo o mais alto, às 12 h 25 min, de 25,3 mg/min/ cm². 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.

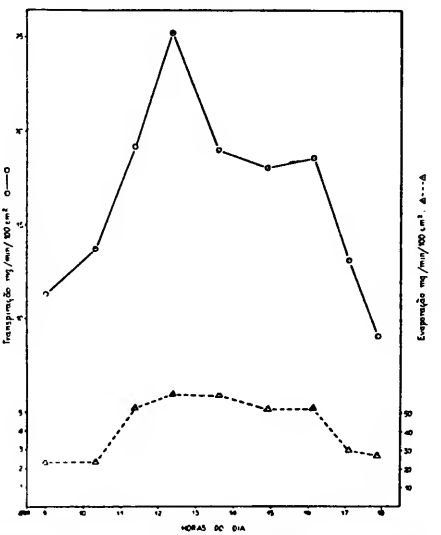


Fig. 41 — Andamento diário da transpiração de *Hydrocotyle umbellata,* e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (3-2-61).

Na época sêca (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 cm². Êsse 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 dêsse 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).

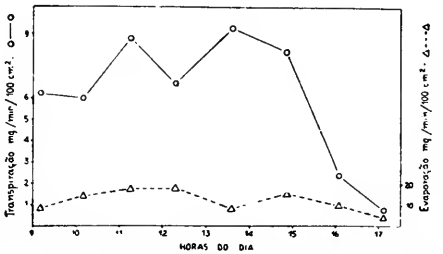


Fig. 42 — Andamento diário da transpiração de *Hydrocotyle umbellata*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época sêca (27-6-61).

Portanto, mesmo nas condições em que a evaporação foi relativamente baixa na época da sêca, *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 sêca.

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 cm² 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.

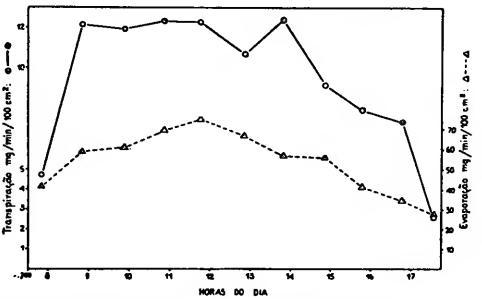


Fig. 43 — Andamento diário da transpiração de *Spartina ciliata*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (10-11-61).

A figura n.º 44 representa a curva do andamento diário da transpiração dessa espécie na época sêca (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 dêsse 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.

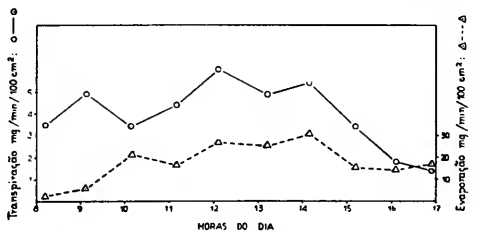


Fig. 44 — Andamento diário da transpiração de *Spartina ciliata*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época sêca (28-6-61).

O valor máximo da transpiração, nesse dia, foi 6 mg/min/100 cm² 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 sòmente 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 êsse que continua à tarde. A curva de tarnspiração, 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 cm² e o gráfico das condições meteorológicas (fig. 25) mostra que a evaporação apresenta os maiores valores das 12 às 14 horas.

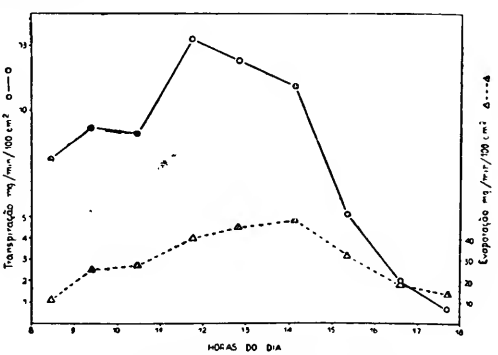


Fig. 45 — Andamento diário da transpiração de *Ipomoea littoralis*, e da evaporação na praia de Peruibe, no início da época chuvosa (17-9-60).

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 hora, a determinação do grau de abertura dos estômatos com xilol foi negativa. Numa fôlha 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 fôlha as pesagens indicaram — 0,13 mg/min e numa terceira — 1,0 mg/min. Tirando a média dêsses valores a diferença foi de 0,73 mg/min/100 cm^2. (± 0,62), valor êsse que se acha representado no gráfico 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 fôlha, 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 fôlha 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

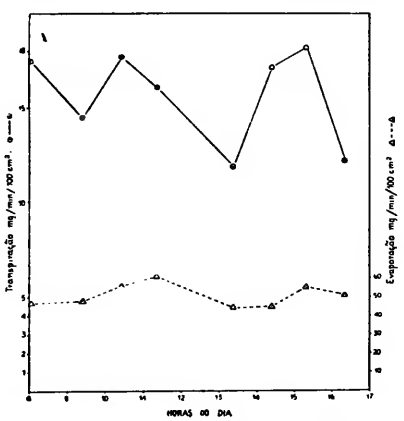


Fig. 46 — Andamento diário da transpiração de *Ipomoea littoralis,* e da evaporação na praia Grande (Mongaguá), na época chuvosa (27-1-62).

provàvelmente o filme de sal depositado sôbre 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^2, 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^2 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 sòmente 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 sòmente 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 cm² às 12 h 05 min. A curva do andamento diário das condições climáticas dêsse dia está representada na fig. 27.

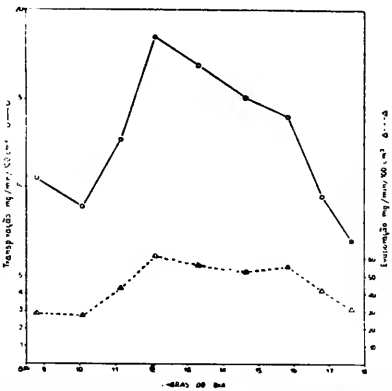


Fig. 47 — Andamento diário da transpiração de *Canavalia obtusifolia*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (3-2-61).

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 sêca. Essas plantas, inclusive *Philoxerus 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, ressentindo-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. Êsses dados foram confirmados por infiltração com xilol nas seguintes espécies: *Ipomoea pes-caprae, Spartina ciliata* e *Ipomoea littoralis*. Duas das espécies estudadas, *Philoxerus 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 diminuiram 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.

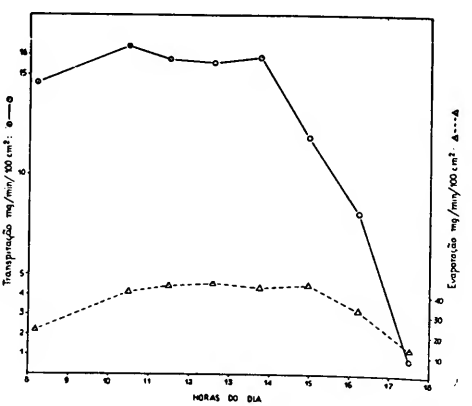


Fig. 48 — Andamento diário da transpiração de *Scaevola plumieri*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (24-1-62).

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 cm² e 4,0 mg/min/1 g, como vemos na Tabela 13. O gráfico das condições meteorológicas dêsse dia é apresentado na fig. 32.

O gráfico da figura 49, do dia 28-6-61 (época sêca) 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 cm², ou 1,6 mg/min/1 g (Tabela 13). O gráfico das condições meteorológicas do dia 28-6-61 está representado na fig. 29.

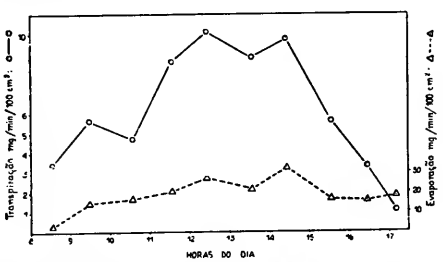


Fig. 49 — Andamento diário da transpiração de *Scaevola plumieri,* e da evaporação na praia de Peruibe, na época sêca (28-6-61).

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 dêsse dia estão na fig. 25.

Observamos, portanto, que, tanto na época chuvosa quanto na sêca, *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.

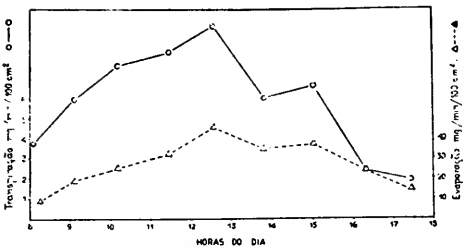


Fig. 50 — Andamento diário da transpiração de *Scaevola plumieri*, e da evaporação na praia de Peruibe, no início da época chuvosa (17-9-60).

Infiltração com xilol em ambas as épocas confirmou êste 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 cm², às 8 h 42 min. O gráfico das condições meteorológicas dêsse 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 sêca, 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 sòmente o último máximo é que coincide com o da evaporação. A maior in-

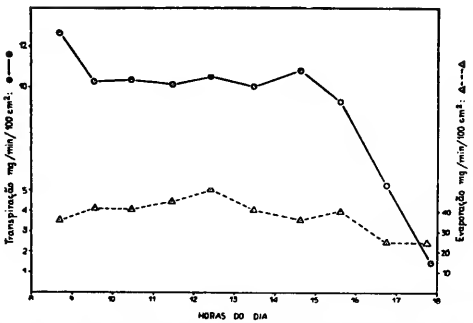


Fig. 51 — Andamento diário da transpiração de *Dalbergia ecastophyllum*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (2-2-61).

tensidade transpiratória foi 5,8 mg/min/100 cm², e a infiltração com xilol não mostrou fechamento estomático nas horas indicadas.

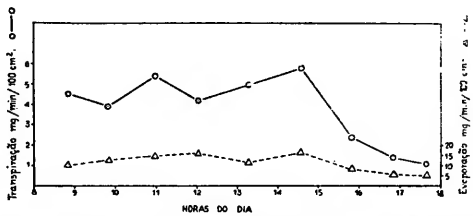


Fig. 52 — Andamento diário da transpiração de *Dalbergia ecastophyllum*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época sêca (27-6-61).

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

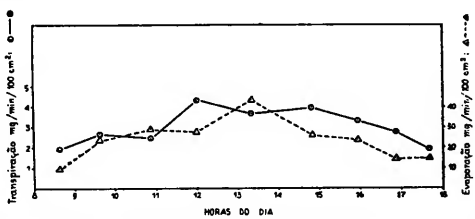


Fig. 53 — Andamento diário da transpiração de *Dalbergia ecastophyllum*, e da evaporação na praia de Peruibe, no início da época chuvosa (7-9-60).

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 cm².

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 cm² 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.

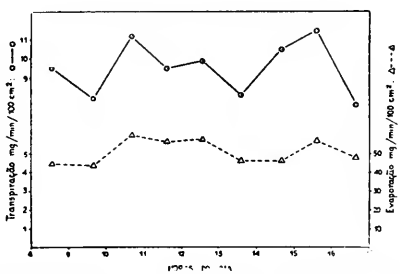


Fig. 54 — Andamento diário da transpiração de *Chrysobalanus icaco*, e da evaporação na Praia Grande (Mongaguá), na época chuvosa (27-1-62).

Ao contrário, o gráfico do andamento diário da transpiração de *Chrysobalanus icaco*, na época sêca (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 dêste dia está na fig. 30.

A maior transpiração medida foi 7,7 mg/min/100 cm². 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.

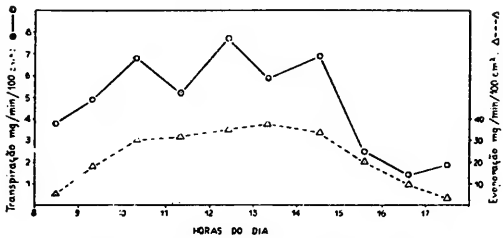


Fig. 55 — Andamento diário da transpiração de *Chrysobalanus icaco*, e da evaporação na Praia Grande (Mongaguá), na época sêca (13-7-61).

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 cm² 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.

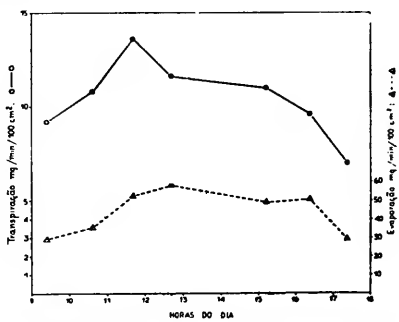


Fig. 56 — Andamento diário da transpiração de *Tibouchina holosericea*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época chuvosa (3-2-61).

No dia 7-7-62, portanto em plena época sêca (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 evapó-

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 cm² 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.

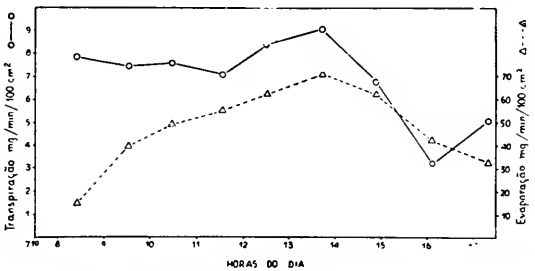


Fig. 57 — Andamento diário da transpiração de *Tibouchina holosericea*, e da evaporação na praia de Peruibe, na época sêca (7-7-62).

Os arbustos e sub-arbustos mostraram, portanto, maior variação no comportamento. Assim, na época sêca, *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 sêca. 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 raizes 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 espêssa, etc.

As outras três espécies provàvelmente 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 raizes 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 obsorção 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 "fisiològicamente sêco", as plantas se acham adaptadas das várias maneiras citadas.

Êsse 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^2 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 séca. Êsses valores são da mesma ordem de grandeza dos citados por Adriani (1) em halófitas, mas como êsse 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 êsses valores baixos.

Tabela 13

Intensidades transpiratórias máximas

Espécie	Transpiração em mg/min/100 cm² Estação sêca	Estação chuvosa
Philoxerus portulacoides St. Hil.	7,2	13,0
Ipomoea pes-caprae Sweet	6,0	19,4
Hydrocotyle umbellata Linn.	9,3	25,3
Spartina ciliata Kunth	6,0	12,4
Ipomoea littoralis Boiss.	—	18,2
Canavalia obtusifolia DC.	—	18,5
Scaevola plumieri (Vahl) Blume	11,0	16,4 (22)
Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub	5,8	12,7
Chrysobalanus icaco Linn.	7,7	11,5
Tibouchina holosericea Baill.	9,0	13,6

Intensidades transpiratórias máximas para suculentas

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

Comportamento dos estômatos nas fôlhas em sua situação natural.

Fizemos também determinação do grau de abertura dos estomatos "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 líqüido infiltrante e fizemos determinações da infiltração nas várias horas do dia.

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

Investigamos também a infiltração com xilol em outras espécies freqüentes 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
Philoxerus portulacoides	adaxial	1	3	3	2	1	2		3	3	2	—
Ipomoea pes-caprae	adaxial	2	3	4	3	4	3	2	3	2	—	
	abaxial	2	2	3	3	4	4	3	4	3	2	
Ipomoea littoralis	adaxial	—	—	—	1	—	—	—	—	—		
	abaxial	1	3	2	3	3	1	3	2	1		
Hydrocotyle umbellata	adaxial		—	2	2	3	2		2	2	2	1
	abaxial		3	3	3	3	4		3	4	3	3
Canavalia obtusifolia	adaxial		—	—	—	2	2		2	2	1	—
	abaxial		2	2	2	3	2		3	3	2	2
Spartina ciliata	adaxial	2	3	3	4	3	3	3	2	2	2	—
	abaxial	1	1	1	2	1	1	1	1	—	—	—
Scaevola plumieri	adaxial	1	3	1	3	2	2		2	3	2	1
	abaxial	1	2	2	2	3	3		3	2	—	—
Dalbergia ecastophyllum	abaxial	3	3	3	3	3	3	4	3	2	1	
Tibouchina holosericea	abaxial		2		3	4		4	4	4	4	2
Chrysobalanus icaco	abaxial	1	4	4	3	4	3	3	3	2		
Sophora tomentosa	abaxial	2	3	3	3	3	3		3	3	2	2
Cordia verbenacea	abaxial	2	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 mantém 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 incluimos 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 sêca. 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, êsses 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 êste 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 sêca (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
Philoxerus portulacoides	adaxial	—	2	3		4	4	2	3	—	—
Ipomoea pes-caprae	adaxial	—	1	1		1	—	—		1	
	abaxial	—	1	—		2	—	1		1	
Ipomoea littoralis	adaxial	—	—	—	—	—	—	—		—	
	abaxial	1	—	2	1	2	2	1		—	
Hydrocotyle umbellata	adaxial	1	3	2	2	2	4		2	—	—
	abaxial	—	2	3	4	4	2		2	1	—
Spartina ciliata	adaxial	—	2	2	2	2	2	3	3	2	1
	abaxial	2	—	—	—	—	2	2	2	—	1
Scaevola plumieri	adaxial	—	2	3	3	3	2	2	2	2	—
	abaxial	—	—	2	3	2	2	2	2	1	1
Dalbergia ecastophyllum	abaxial		3	3	4	4	4	4	4	3	2
Tibouchina holosericea	abaxial	2	3	3	3	4	2	3	3		
Chrysobalanus icaco	abaxial	1	2	2	1	3	2	2	1	2	1
Cordia verbenacea	abaxial	—	2	3	3	2	1	2		2	
Diodia radula	abaxial	—	2	2	4	3	3	3		3	
Sophora tomentosa	abaxial	1	1	3	3	2	2				
Acicarpha spathulata	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, provàvelmente, 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 sêca, 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 sêca os estômatos da face abaxial fecharam às 9 horas, indicando provàvelmente 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 sêca.

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 sòmente 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 sêca 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 sêca, 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
Philoxerus portulacoides	adaxial	1	2	1	4	—	3	2	2	1	2	1	—
Ipomoea pes-caprae	adaxial	—	—	1	—	1	1	2	1	1	—	—	—
	abaxial	—	2	2	2	1	1	2	1	1	1	—	—
Ipomoea littoralis	adaxial	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	abaxial	—	2	1	2	3	2	2	2	2	1	—	—
Hydrocotyle umbellata	adaxial	1	2	1	1	—	1	1	2	2	3	—	—
	abaxial	—	3	2	2	1	2	2	1	3	3	2	1
Spartina ciliata	adaxial	2	2	3	3	4	3	3	3	2	2	2	—
	abaxial	—	1	1	1	2	1	1	—	1	—	—	—
Oxypetalum tomentosum	adaxial		2	—	4	3	4	2	2	—	—	—	—
	abaxial		3	3	4	3	4	3	3	2	3	2	1
Scaevola plumieri	adaxial		2	3	3	3	3	2	3	3	1		
	abaxial		2	2	3	3	3	2	3	2	1		
Dalbergia ecastophyllum	abaxial	2	2	2	3	3	3	3	4	3	3	—	—
Tibouchina holosericea	abaxial		3	4	3	3	4	4	3	4	4		
Sophora tomentosa	abaxial	—	1	3	3	2	1	2	3	2	1	—	—
Cordia verbenacea	abaxial	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	2	2
Diodia radula	abaxial	3	3	3	4	4	3	4	3	3	2	2	1
Acicarpha spathulata	adaxial	—	—	3	3	1	3	3	2	3	—	—	—
	abaxial	2	2	—	3	1	3	3	3	3	2	—	—
Remirea maritima	abaxial	3	3	3	4	4	4	3	3	2	2	2	1

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, provàvelmente porque esta planta mantém os estômatos fechados o dia todo. Êste 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 T °C	Condições HR %	Transpiração inicial absoluta mg/min/100 cm²	% aproximada da redução da razão inicial da transpiração	Tempo em minutos
Philoxerus portulacoides	24,8	84	17,7	90	20
Hydrocotyle umbellata	27,5	66	30	60	30
Ipomoea pes-caprae	29	78	10,1	80	40
Ipomoea littoralis	24	72	16,6	80	25
Canavalia obtusifolia	27,5	77	16,2	80	60
Spartina ciliata	25,5	76	14,5	80	20
Acicarpha spathulata	23,5	71	28,7	60	20
Quesnelia arvensis	19	76	3	70	5
Epidendrum moseni	21,5	65	10,6	70	5
Dalbergia ecastophyllum	30,5	71	10,9	90	25
Chrysobalanus icaco	23,5	71	10,7	80	15
Cordia verbenacea	18,5	71	10,2	70	40
Scaevola plumieri	34	40	82,6	70	45
Tibouchina holosericea	28	73	32,1	90	30
Sophora tomentosa	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 cm², foi 5,5 mg/min; para 100 cm² seria 17,7 mg/min. Houve uma redução de cêrca de 90% da transpiração em 20 min., aproximadamente; a transpiração cuticular representando, portanto, sòmente 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 cm² tinha uma

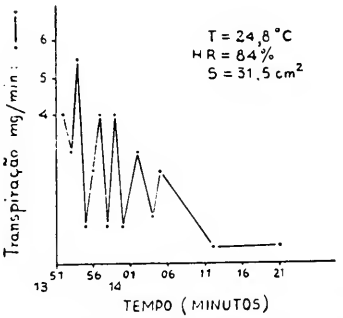


Fig. 58 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Fhiloxerus portulacoides*.

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.

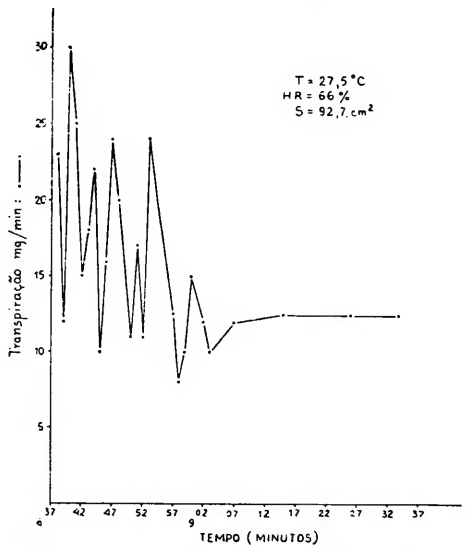


Fig. 59 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Hydrocotyle umbellata*.

3 — *Ipomoea pes-caprae,* na maioria das observações, ainda não tinha fechado os estômatos em cerca de 40 minutos, pois mesmo depois dêsse 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 cm² e a transpiração cuticular de 1,7 mg/min. Houve, portanto, uma redução de 80% da

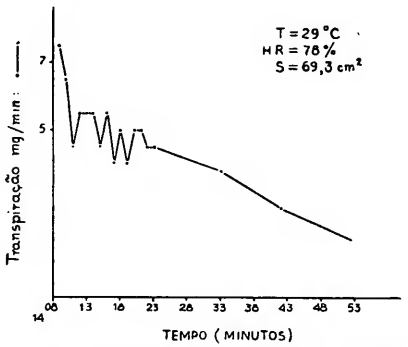


Fig. 60 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Ipomoea pes-caprae.*

transpiração inicial e a transpiração cuticular representa cerca de 20% da primeira. A transpiração é 10,1 mg/min/100 cm².

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 cm². Em 25 min houve uma redu-

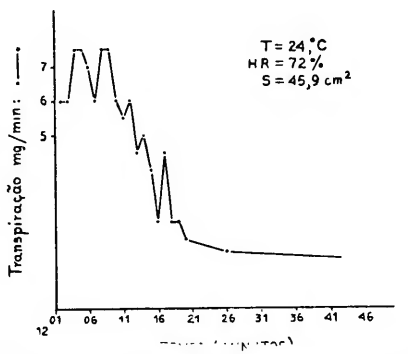


Fig. 61 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Ipomoea littoralis.*

ção da transpiração de 80% aproximadamente e a transpiração cuticular é igual a 20% da total (fig. 61).

5 — Em *Canavalia obtusifolia,* observações sôbre o movimento hidroativo mostraram que seus estômatos são muito lentos e um gráfico dêsse comportamento é mostrado na figura 62. Vemos que em cêrca de 40 min os estômatos ainda não tinham fechado completamente e que, mesmo depois de uma hora, ainda houve um pequeno decréscimo na perda d'água.

A transpiração total, nas condições indicadas, era inicialmente 16,2 mg/min/100 cm². Houve uma redução de aproximadamente 60% em 44 min e depois de uma hora a redução foi de 80%; a transpiração cuticular era cêrca de 20% da total.

6 — *Spartina ciliata* reduz a transpiração total para cêrca de 20% em 18 min, como vemos na figura 63. A transpiração total é igual a 14,5 mg/min/100 cm² nas condições indicadas. Também neste caso, depois dos valores constantes dos 18 aos 24 minutos, ocorreu um pequeno decréscimo na transpiração cuticular para 0,8 mg/min. Esta espécie apresentava no final da experiência um acentuado enrolamento da lâmina foliar, devido à perda d'água.

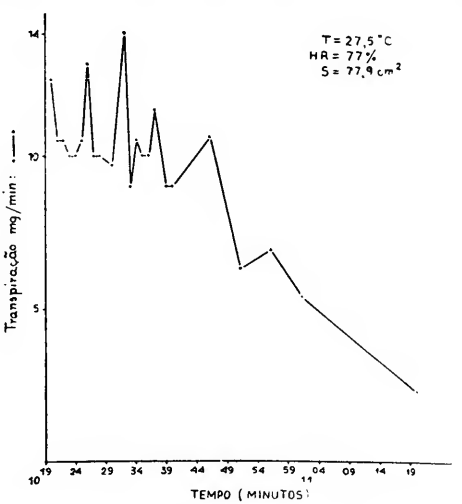


Fig. 62 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Canavalia obtusifolia.*

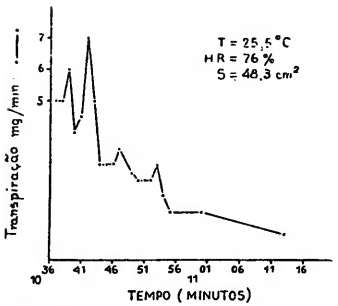


Fig. 63 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Spartina ciliata*.

7 — *Acicarpha 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 concções da experiência, igual a 28,7 mg/min/100 cm², (fig. 64).

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

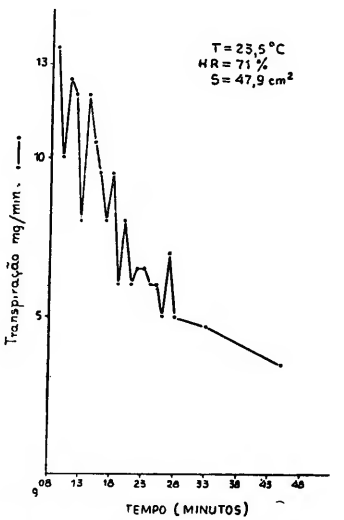


Fig. 64 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Acicarpha spathulata*.

em comparação com a das demais, pois era igual a 3,0 mg/min, em um pedaço de fôlha de cêrca de 100 cm², vaselinada nas regiões do corte (fig. 65).

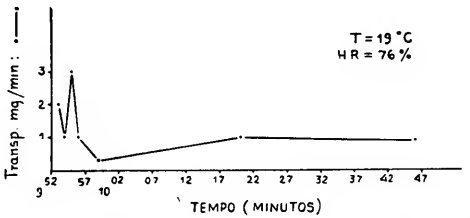


Fig. 65 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Quesnelia arvensis*.

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

9 — *Epidendrum moseni* é outra planta que parece ter reação hidroativa relativamente rápida; em 5 minutos reduziu a transpiração cêrca de 70%, como se vê na figura 66. A transpiração total foi de 10,6 mg/min/100 cm², nas condições estudadas. Outras observações feitas em horas diferentes do dia não mostraram redução, indicando que provàvelmente 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 fôlhas (inferiores) ainda apresentavam estômatos abertos.

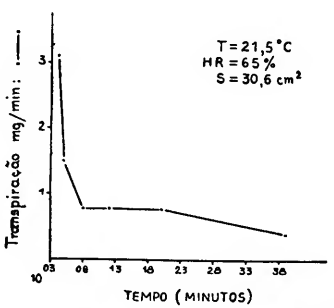


Fig. 66 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Epidendrum moseni*.

Êsses 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 sòmente um pouco abertos, sob as condições ambientes matinais, quando as observações foram feitas; tais plantas, provàvelmente, 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 sôbre 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 cêrca de 90%. A transpiração total de *Dalbergia ecastophyllum* nas condições ambientes citadas na fig. 67, é igual a 10,9 mg/min/100 cm².

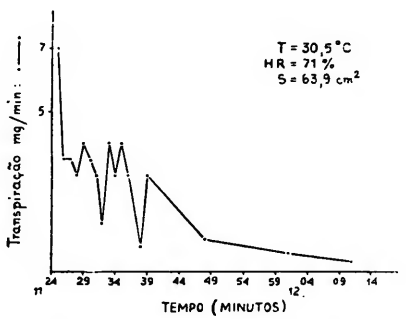


Fig. 67 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Dalbergia ecastophyllum*.

11 — *Chrysobalanus icaco* tem uma transpiração total de 10,7 mg/min/100 cm² e para reduzir sua transpiração para cêrca 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 cm².

13 — *Scaevola plumieri* levou 45 minutos para fechar os estômatos. A transpiração cuticular representa aproximadamente 30% da transpiração total. A transpiração total máxima atingida depois de 3 min na balança foi de 82,6 mg/min/100 cm², 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 cm² (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 cm² (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.

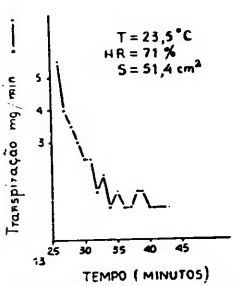


Fig. 68 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Chrysobalanus icaco.*

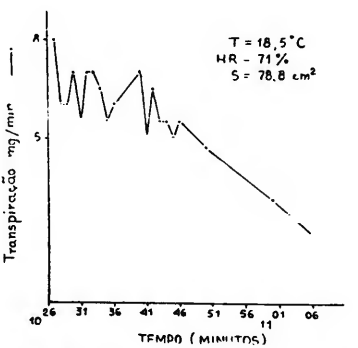


Fig. 69 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Cordia verbenacea.*

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

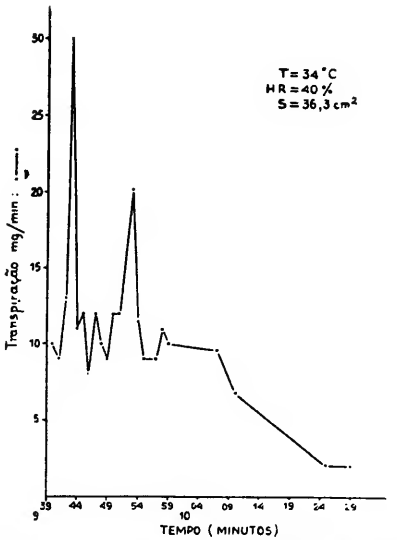


Fig. 70 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Scaevola plumieri*.

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 "hidratura" 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

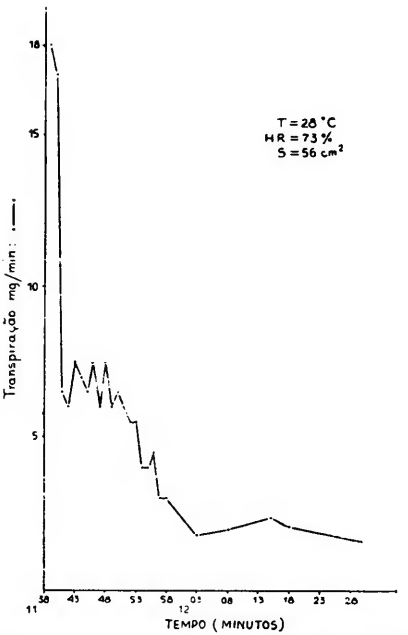


Fig. 71 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Tibouchina holosericea*.

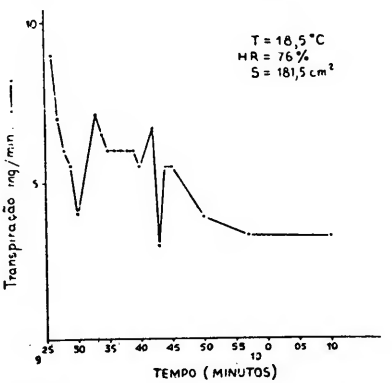


Fig. 72 — Fechamento hidroativo dos estômatos de *Sophora tomentosa*.

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):

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

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
Hydrocotyle umbellata	6,3
Ipomoea pes-caprae	6,0
Ipomoea littoralis	11,1
Dalbergia ecastophyllum	4,1
Chrysobalanus icaco	2,6
Philoxerus portulacoides	10,1
	novembro 1961 — 9-10 h
Hydrocotyle umbellata	8,3
Ipomoea littoralis	11,2
Chrysobalanus icaco	1,8
	janeiro 1962 — 9-10 h
Ipomoea pes-caprae	8,3
Hydrocotyle umbellata	7,1
Spartina ciliata	8,7
Cordia verbenacea	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 sêca) 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 fôlhas muito pilosas. Ferri (20) já informou que, nas determinações de deficits de saturação de fôlhas pilosas pode haver um desvio considerável do valor real. Tais fôlhas retêm muita água entre os pêlos e ao determinarmos o pêso saturado, por mais que sequemos com papel de filtro suas superfícies no momento de pesar, o pêso 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 sêca.

Os valores obtidos, de deficit de saturação de plantas da praia, não são grandes e também não apresentam diferenças significantes entre a época sêca e a chuvosa. Comparando-se, porém, os valores das ervas rastejantes com os dos sub-arbustos, notamos que os dêstes 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 sêca 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 espêssa, estômatos em depressões, como veremos adiante, no estudo da anatomia das fôlhas.

---

* 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 x 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	hora	Mínima	hora	Máxima	hora	Mínima	hora
Philoxerus portulacoides	91,6	(8,30)	22,5	(16,36)	33,6	(15,15)	15,7	(17,45)
Ipomoea pes-caprae	40,0	(8,06)	1,6	(17,10)	42,6	(9,15)	24,1	(17,35)
Hydrocotyle umbellata	77,5	(9,10)	20,0	(17,06)	57,0	(10,18)	32,2	(13,36)
Spartina ciliata	98,0	(9,12)	8,2	(16,54)	21,7	(13,50)	9,0	(17,35)
Ipomoea littoralis		—		—	38,2	(14,25)	23,9	(16,20)
Canavalia obtusifolia		—		—	46,4	(8,45)	11,3	(17,40)
Scaevola plumieri	42,5	(11,30)	6,1	(17,12)	66,3	(8,10)	6,1	(17,30)
Dalbergia ecastophyllum	45,4	(13,18)	22,0	(17,40)	36,0	(8,42)	6,0	(17,50)
Chrysobalanus icaco	76,0	(8,30)	6,3	(15,36)	32,6	(14,40)	15,8	(16,39)
Tibouchina holosericea	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 sêca. Chegamos a medir valores de transpiração relativa de 98% em *Spartina ciliata,* 91,6% em *Philoxerus portulacoides,* 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 êsses 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 sêca.

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 sêca 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 sêca: 54%. Nota-se ainda na tabela 20 que não há uma diferença significante entre os valores obtidos na época sêca 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 cm² quando a evaporação era igual a 45 mg/min/100 cm²) e que na época sêca ela apresentou restrição no consumo d'água e a transpiração absoluta máxima foi bem menor (6 mg/min/100 cm², quando a evaporação era igual a 66 mg/min/100 cm²).

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-evaporimeter" 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

Tabela 20

Valores de transpiração máxima (em % da Evaporação)

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

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*. Êsses 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 êste último em determinadas espécies da mata. Por outro lado, nossos valores diferem dos encontrados por vários autores (Killian e Lemée, 40) em plantas xerofíticas 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 %
Ipomoea pes-caprae	44,5	5,6
Ipomoea littoralis	58,3	4,2
Chrysobalanus icaco	32,4	2,3
Cordia verbenacea	44,2	1,4
Dalbergia ecastophyllum	38,0	2,6
Spartina ciliata	30,0	4,9
Oxypetalum tomentosum	41,8	—
Hydrocotyle umbellata	62,0	—
Scaevola plumieri	58,0	—
Tibouchina holosericea	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 provàvelmente 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	Sol. isotônica (M)	Sc (atm)
	21-6-63 T = 17° C H. R. = 52%	
Scaevola plumieri (Vahl) Blume	0,3	8,13
Hydrocotyle umbellata Linn.	0,3 — 0,4	8,13 — 11,11
Philoxerus portulacoides St. Hil.	0,3	8,13
Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub.	1,0	34,5
Ipomoea pes-caprae (L.) Sweet	0,3 — 0,4	8,13 — 11,11
	2-7-63 T = 23° C H. R. = 60%	
Chrysobalanus icaco Linn.	0,5 — 0,6	14,31 — 17,77
Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub.	0,9 — 1	29,7 — 34,6
Ipomoea littoralis Boiss.	< 0,1	< 2,64
Epidendrum moseni Reichb.	0,2 — 0,3	5,29 — 8,13
	10-7-63 T = 21,5° C H. R. = 69%	
Sophora tomentosa L.	0,6 — 0,7	17,77 — 21,49
Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub.	0,8 — 0,9	25,54 — 29,7
Tibouchina holosericea Baill.	0,5	14,31
	30-7-63 T = 21° C H. R. = 78%	
Spartina ciliata Kunth	0,2 — 0,3	5,29 — 8,13
Scaevola plumieri (Vahl) Blume	0,4	11,11
Dalbergia ecastophyllum (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 espêsso clorênquima de células grandes com paredes reforçadas.

Philoxerus portulacoides, geralmente considerada como halófita 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 aqüífero existente na fôlha.

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 fôlha oscila de acôrdo com o teor salino e o grau de sêca do "habitat". Êste 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 halófita 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 fôlhas de *Ipomoea pes-caprae* e *Philoxerus vermicularis* fôrças 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 vêzes chegando a 100-200 atm.

Em seu trabalho sôbre 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, fôrças 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 fôlhas 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 sòmente 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 acôrdo 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 êste 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 ($t = 21{,}5^{o}C$ e H. R. = 69%) o valor de Sc estava entre 25,54 atm e 29,7 atm e às 13 horas ($t = 23{,}5^{o}C$ e H. R. = 72%), entre 34,6 e 39,8 atm.

Adriani (1) elaborou curvas diárias do valor osmótico em *Sacornia herbacea* e verificou que no verão quente e sêco 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
Ipomoea pes-caprae (L.) Sweet	50,30
Chrysobalanus icaco Linn.	14,42
Scaevola plumieri (Vahl) Blume	55,42
Dalbergia ecastophyllum (L.) Taub.	10,17
Cordia verbenacea DC.	15,43
Diodia setigera 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, provàvelmente 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; *Acicarpha spathulata, Oxypetalum tomentosum* e *Canavalia obtusifolia* têm mais estômatos na face abaxial. *Chrysobalanus icaco* e *Tibouchina holosericea* apresentam estômatos, em grande número, sòmente na face abaxial.

Tabela 24

Quantidade de estômatos por mm² da superfície foliar

Espécie	Face adaxial	Face abaxial
Ipomoea pes-caprae (L.) Sweet	100	82
Ipomoea littoralis Boiss.	82	82
Hydrocotyle umbellata Linn.	146	133
Canavalia obtusifolia DC.	105	207
Chrysobalanus icaco Linn.	—	225
Tibouchina holosericea Baill.	—	224
Acicarpha spathulata R. Br.	111	137
Philoxerus portulacoides St. Hil.	53	—
Oxypetalum tomentosum Wight, var. *parvifolium* (Fourn.) Malme	77	350
Remirea maritima Aubl.	—	107
Spartina ciliata Kunth	± 145	44
Scaevola plumieri (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 mm² 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 Zcmke (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.

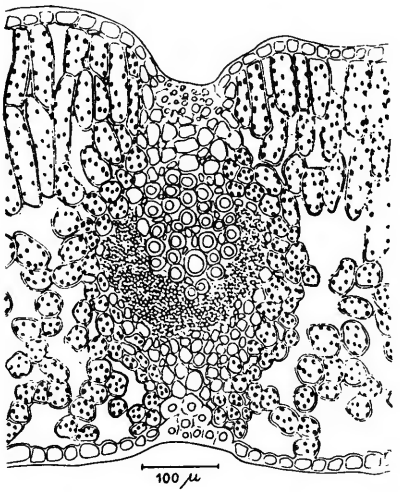


Fig. 73 — Corte transversal da fôlha de *Hydrocotyle umbellata*, passando por uma nervura.

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

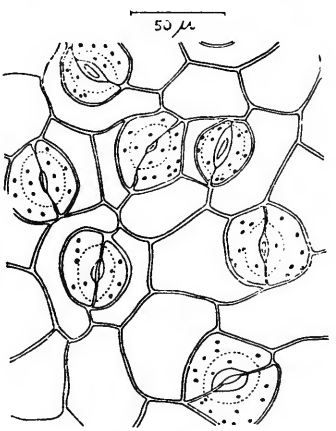


Fig. 74 — Estômatos de *Hydrocotyle umbellata* em *vista frontal*.

Êsse 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. Êsse 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.

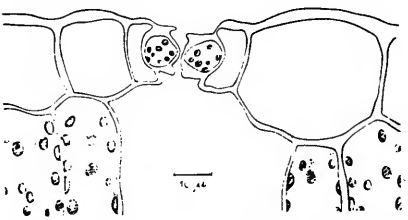


Fig. 75 — Corte transversal mediano do estômato de *Hydrocotyle umbellata*.

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

Nessa espécie observamos uma estrutura xeromorfa, pois apresenta fôlha suculenta, na qual encontramos um grande parênquima aqüífero formado por várias camadas de células grandes (algumas com mais de 50μ), como se pode ver no corte transversal passando por uma nervura, na fig. 76. Êsse parênquima serve para armazenar água o que possibilita à planta suportar condições eventuais de sêca. Acima dêsse parênquima aqüífero há um parênquima clorifiliano formado por células largas, arredondadas, que circundam pequenos feixes líbero-lenhosos e mais acima há um parênquima paliçádico 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 fôlha, vê-se melhor essa organização, com uma parte lateral do parênquima aqüífero, 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

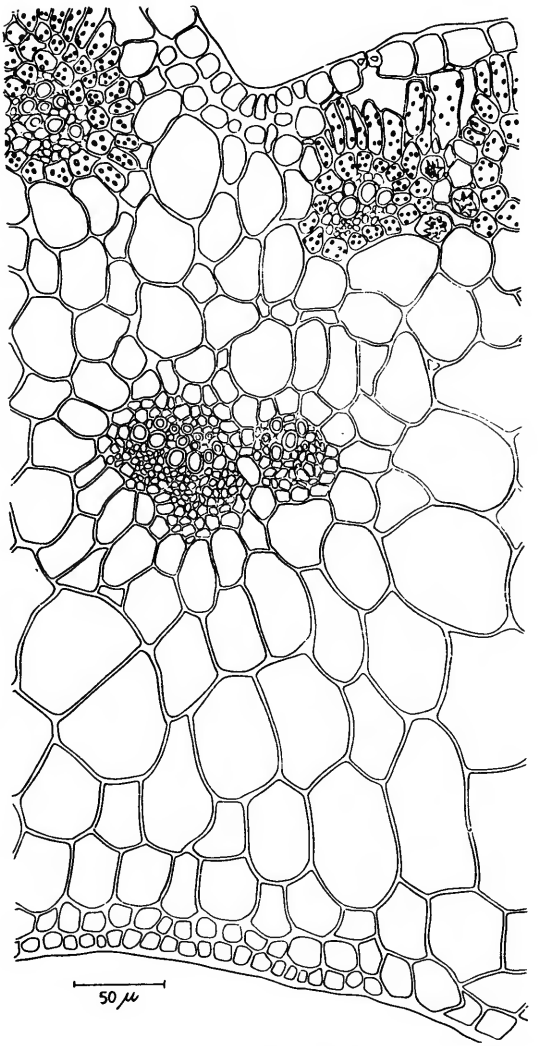


Fig. 76 — Corte transversal da fôlha de *Philoxerus portulacoides*, passando por uma nervura.

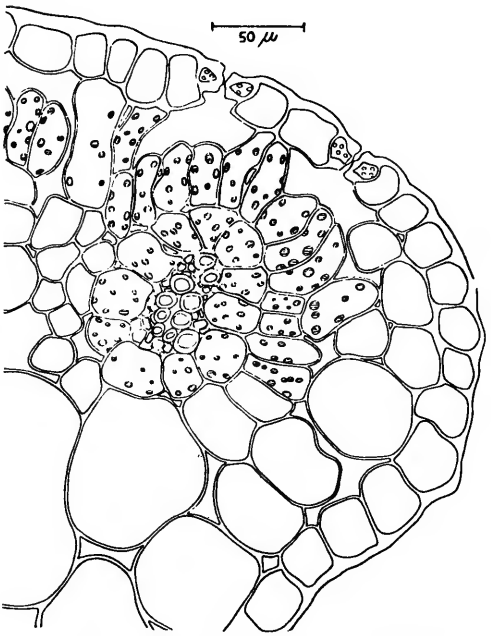


Fig. 77 — Corte transversal da fôlha de *Philoxerus portulacoides*, na região do bordo. Notem-se dois estômatos cortados transversalmente.

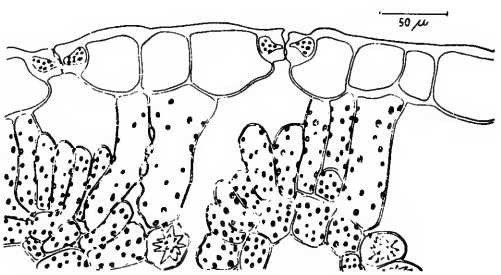


Fig 78 — Estômatos de *Philoxerus portulacoides*: Detalhe da face adaxial, vendo-se dois estômatos em corte transversal.

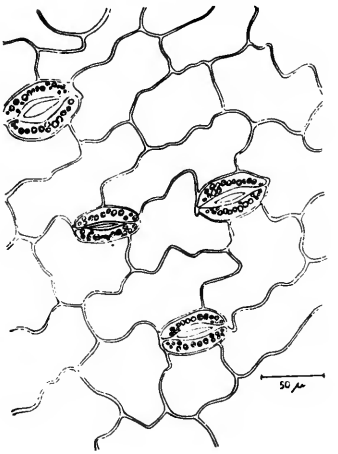


Fig. 79 — Estômatos de *Philoxerus portulacoides* em vista frontal.

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.

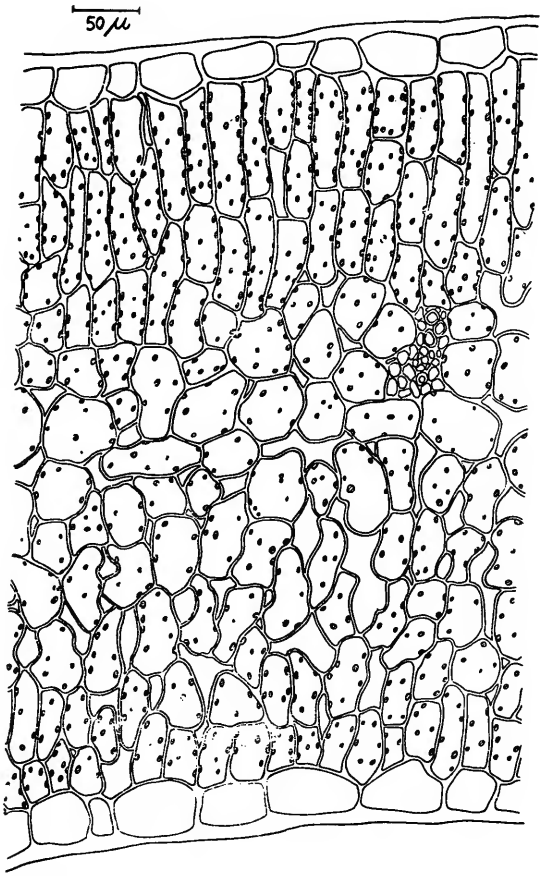


Fig. 80 — Corte transversal da fôlha de *Ipomoea littoralis*.

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 espêsso do lado do ostíolo. Êsse aspecto é igual nas duas epidermes.

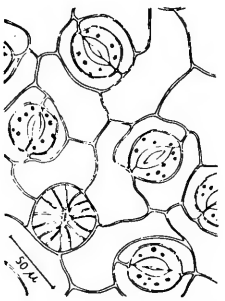


Fig. 81 — Epiderme abaxial de *Ipomoea littoralis*. Notem-se os estômatos em vista frontal e um pêlo glandular.

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.

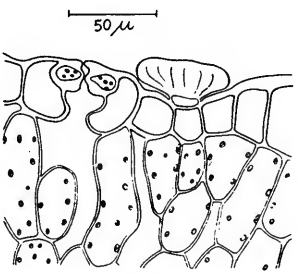


Fig. 82 — Estômato em corte transversal mediano e um pêlo glandular de *Ipomoea littoralis*.

Observamos ainda, embora não o tenhamos representado, no parênquima paliçádico, células diferentes, um pouco mais largas, sem cloroplastos e com conteúdo cinza, as quais, provàvelmente, 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.

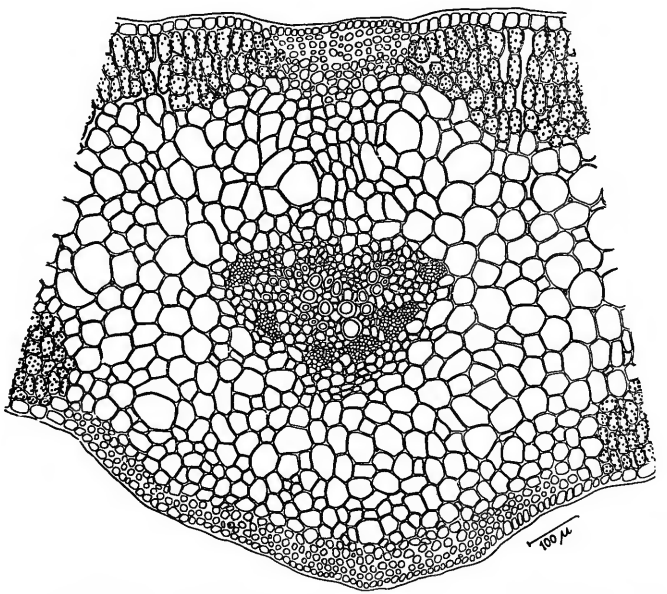


Fig. 83 — Corte transversal da fôlha de *Ipomoea pes-caprae* passando por uma nervura.

Lateralmente vemos o parênquima paliçádico 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 o.. 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.

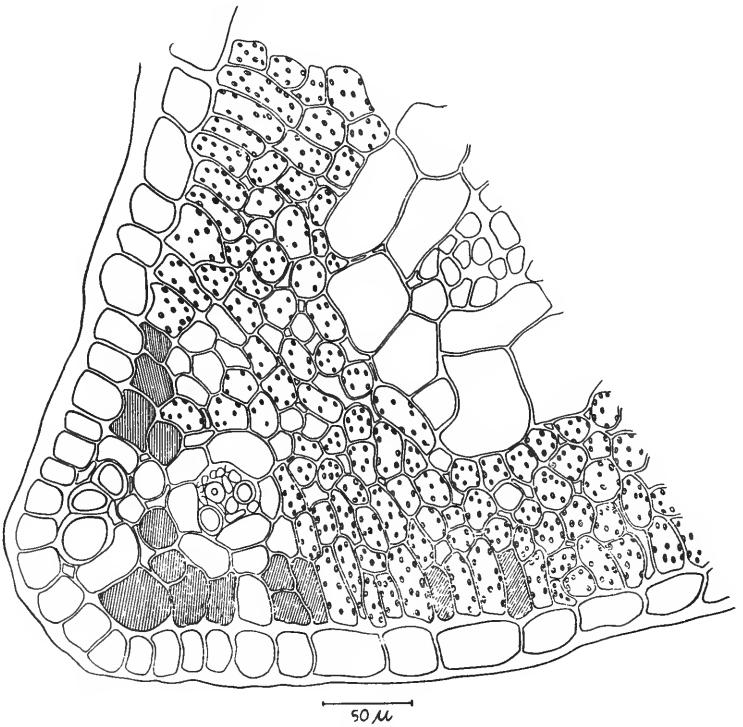


Fig. 84 — Corte transversal do bordo da fôlha de *Ipomoea pes-caprae*.

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. Êsse 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.

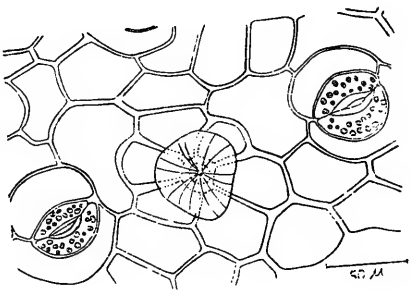


Fig. 85 — Epiderme abaxial da fôlha de *Ipomoea pes-caprae*.

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.

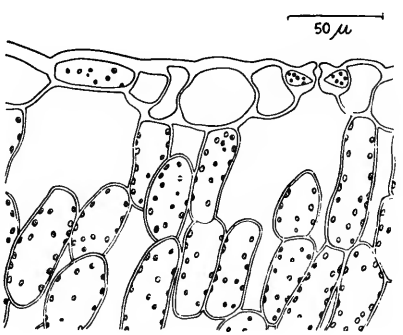


Fig. 86 — Estômatos de *Ipomoea pes-caprae*: corte transversal à direita e longitudinal à esquerda.

Kienholz (citado por Metcalf e Chalk, 49), encontrou diferenças anatômicas entre fôlhas 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 genêro *Ipomoea* por Solereder (61). Êste autor cita ainda que Volkers 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 Pharbites.

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. Êle 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 fôlhas 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, sòmente 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 fôlha apresenta estrutura dorsiventral, como se pode ver no corte transversal — (fig. 87). Observamos um parênquima paliçádico 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 espêssa 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-

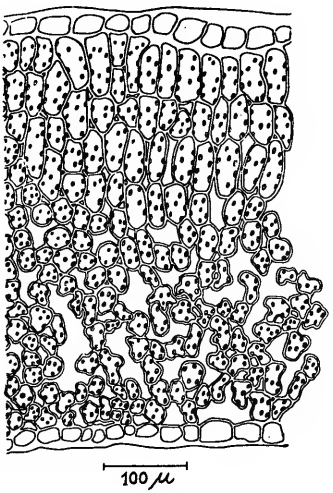


Fig. 87 — Corte transversal da fôlha de *Canavalia obtusifolia*.

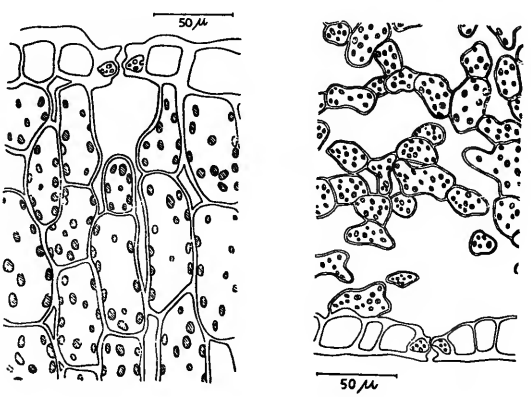


Fig. 88 — Detalhe do corte transversal da fôlha de *Canavalia obtusifolia*: a) face adaxial; b) face abaxial.

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). Êsse autor acha que tôdas as espécies pertencentes a êsse gênero possuem células contendo cristais caracterìsticamente arranjados. Êle os descreve como cristais diferenciados que ocupam pares isolados de células, ao redor das quais as

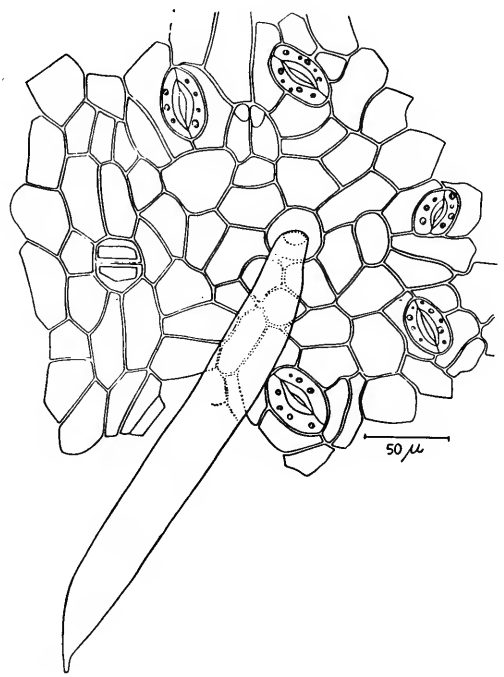


Fig. 89 — Epiderme abaxial da fôlha de *Canavalia obtusifolia*. Notem-se os estômatos em vista frontal, as células com cristal de oxalato de cálcio e o pêlo.

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.

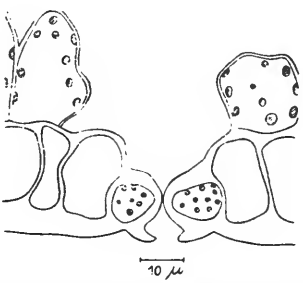


Fig. 90 — Corte transversal mediano do estômato de *Canavalia obtusifolia*.

Oxypetalum tomentosum Wight var. *parvifolium* (Fourn.) Malme — (Asclepiadaceae). — Na fig. 91 temos um corte transversal da fôlha 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 dêste 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 lacticífero 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 Dicotiledôneas e está situado numa pequena depressão. Nessa figura vemos

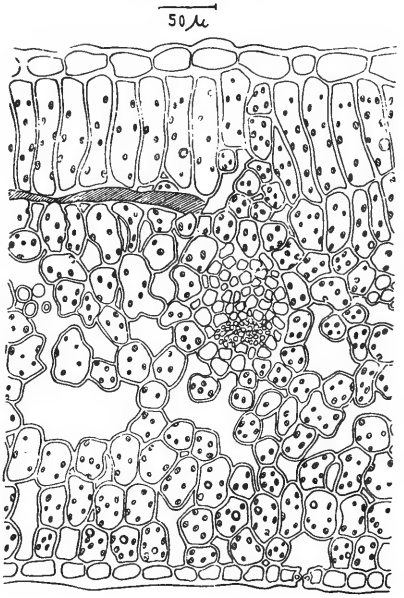


Fig. 91 — Corte transversal da fôlha de *Oxypetalum tomentosum*.

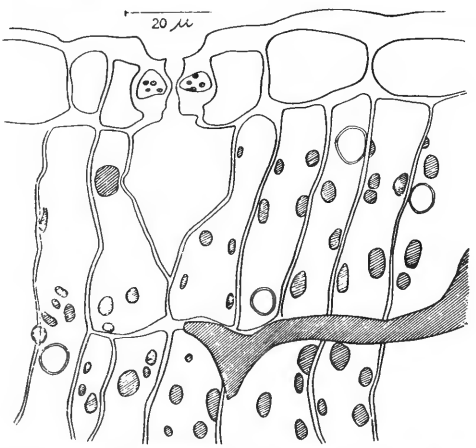


Fig. 92 — Corte transversal mediano do estômato de *Oxypetalum tomentosum*, da face adaxial da fôlha.

um tubo lactic'fero abaixo das células alongadas do parênquima paliçádico 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, caracterísi-

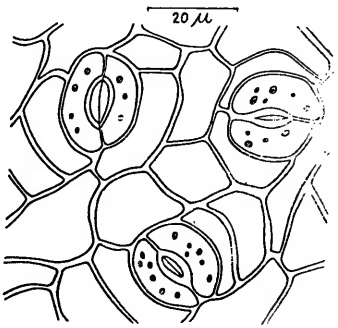


Fig. 93 — Estômatos de *Oxypetalum tomentosum* em vista frontal.

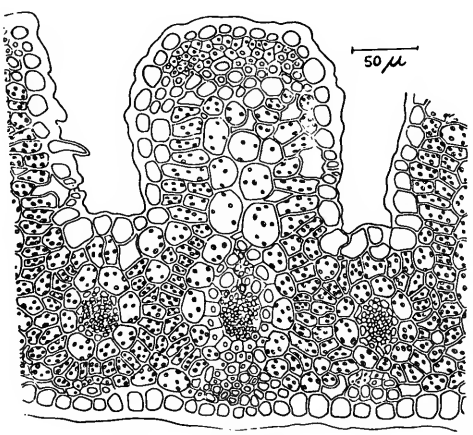


Fig. 94 — Corte transversal da fôlha de *Spartina ciliata*, mostrando uma saliência da superfície.

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 sòmente 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 tôda 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-

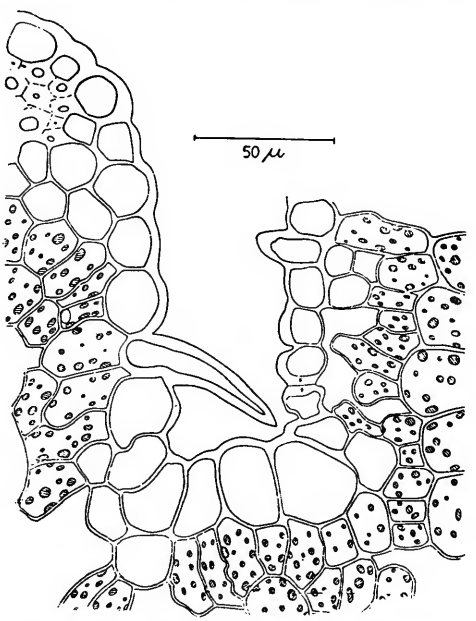


Fig. 95 — Corte transversal da fôlha de *Spartina ciliata*, mostrando um detalhe do sulco da superfície.

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.

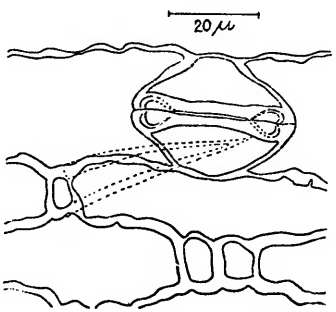


Fig. 96 — Epiderme adaxial da fôlha de *Spartina ciliata*.

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 sêca. Êsse enrolamento é observado freqüentemente nas gramíneas, principalmente nas gramíneas xerofíticas. 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

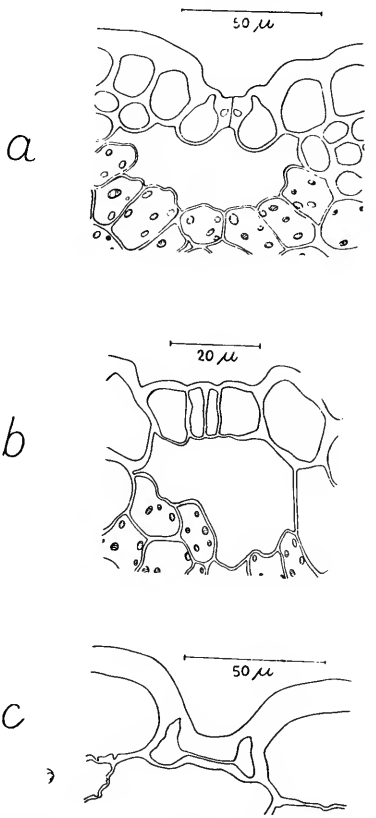


Fig. 97 — Estômato de *Spartina ciliata*: a) corte transversal mediano; b) corte transversal polar; c) corte longitudinal.

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 sòmente um pouco maiores que as demais células epidérmicas (fig. 95).

Remirea maritima Aubl. (*Cyperaceae*). A fôlha dessa planta tem estrutura tìpicamente 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 aqüífero 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

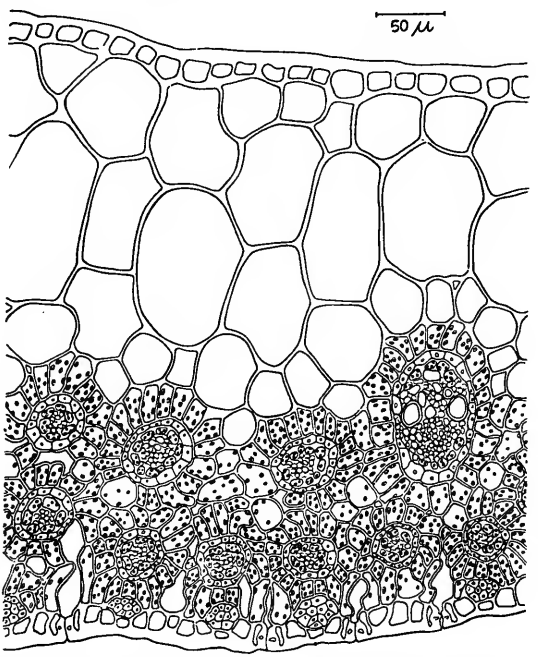


Fig. 98 — Corte transversal da fôlha de *Remirea maritima*.

células sem cloroplastos c com parede espêssa 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 graminóceo, com um grande refôrço mediano e a forma de ampôla nos polos. A linha pontilhada da figura indica a fenda estomática em outro nível.

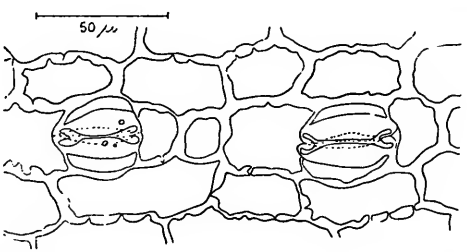


Fig. 99 — Epiderme abaxial da fôlha de *Remirea maritima*.

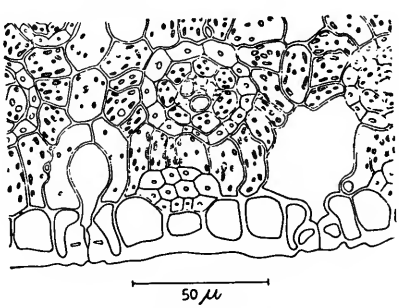


Fig. 100 — Corte transversal da fôlha de *Remirea maritima*, mostrando um detalhe da face abaxial com dois estômatos.

Na fig. 100 apresentamos um detalhe da estrutura da face abaxial com 2 estômatos em corte tranversal: o da esquerda foi cortado na porção mediana; apresenta a parede bem espêssa 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

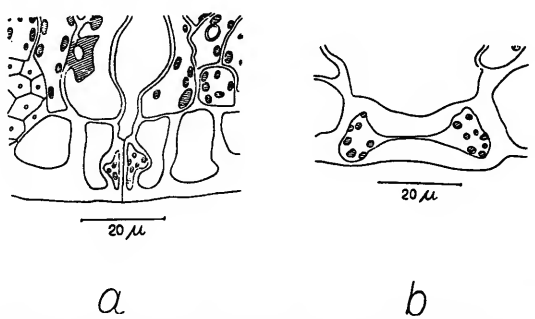


Fig. 101 — Estômato de *Remirea maritima*: a) corte transversal polar; b) corte longitudinal.

desenvolvido; mostra, portanto, características xeromorfas bem evidentes.

Acicarpha spathulata R. Br. (*Calyceraceae*) — Apresenta estômatos nas duas faces, como podemos ver no corte tarnsversal da fôlha representado na figura 102. Notamos que a fôlha é isolateral com dois parênquimas paliçádicos 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 espêssa.

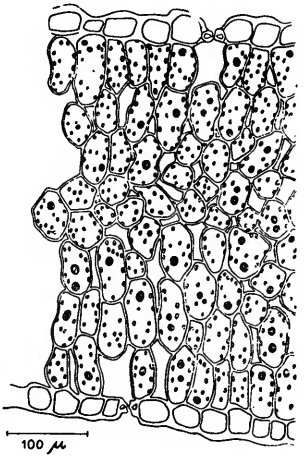


Fig. 102 — Corte transversal da fôlha de *Acicarpha spathulata*.

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

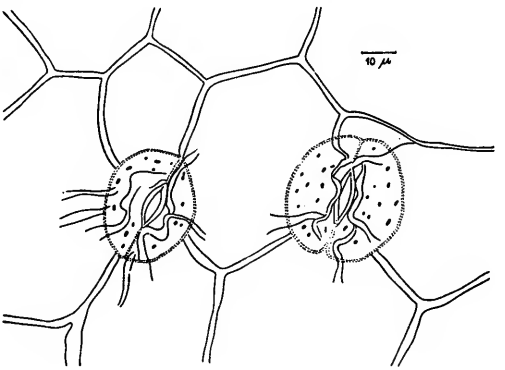


Fig. 103 — Estômato de *Acicarpha spathulata* em vista frontal.

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

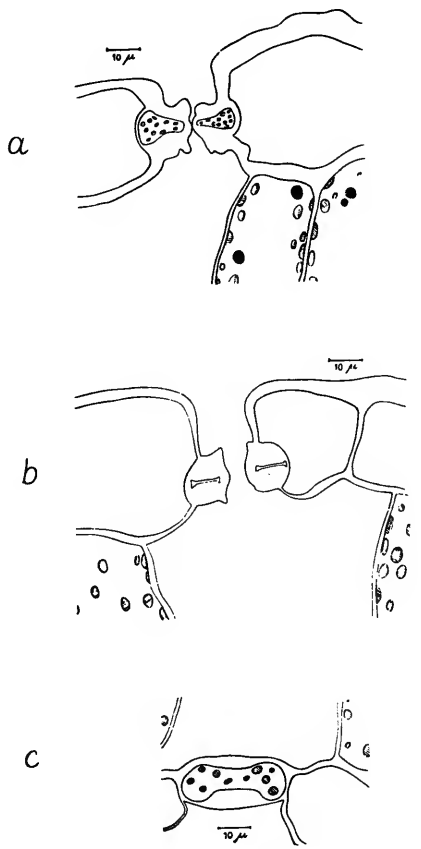


Fig. 104 — Estômato de *Acicarpha spathulata*: a) corte transversal polar; b) corte transversal mediano; c) corte longitudinal.

bem estreito e em corte longitudinal (c) mostrando o estreitamento mediano do lumen e a dilatação nas extremidades. Êsse tipo de estômato é uma variação do tipo graminóceo, 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 salientarem 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 *Acicarpha spathulata* R. Br., conservado em álcool.

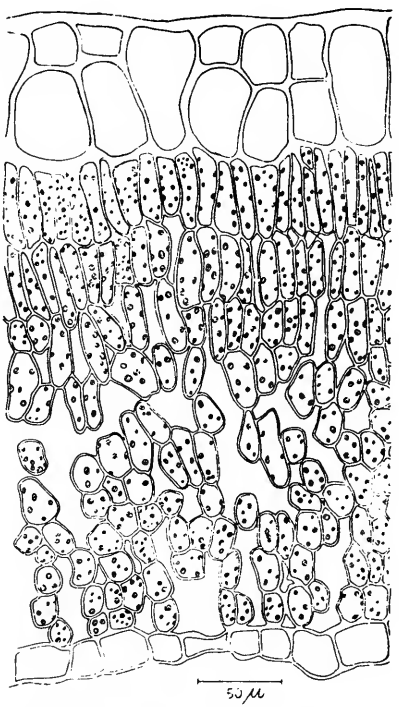


Fig. 105 — Corte transversal da fôlha de *Chrysobalanus icaco*.

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.

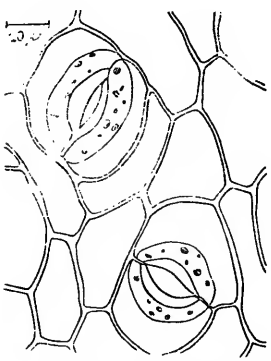


Fig. 106 — Estômatos de *Chrysobalanus icaco em vista frontal.*

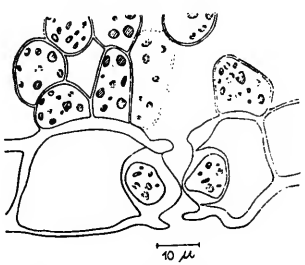


Fig. 107 — Corte transversal mediano do estômato de *Chrysobalanus icaco.*

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

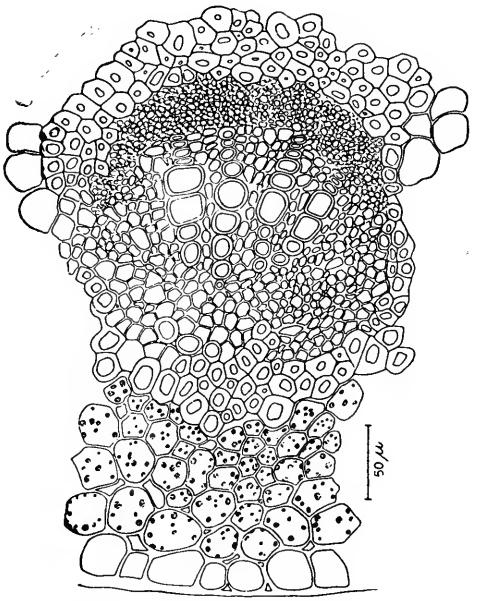


Fig. 108 — Corte transversal da fôlha de *Chrysobalanus icaco* passando por uma nervura.

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.

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

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

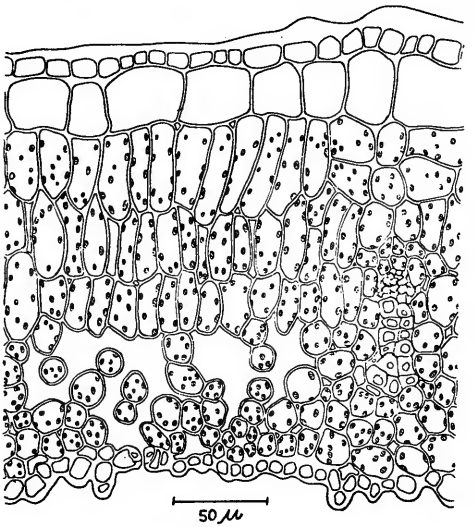


Fig. 109 — Corte transversal da fôlha de *Dalbergia ecastophyllum*.

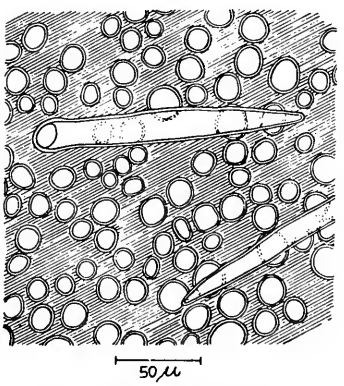


Fig. 110 — Epiderme abaxial da fôlha de *Dalbergia ecastophyllum* em vista frontal, vendo-se as papilas e os pêlos.

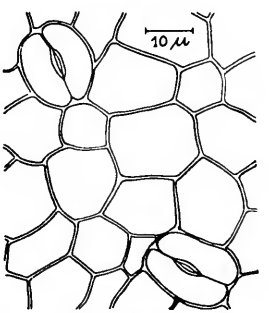


Fig. 111 — Epiderme abaxial da fôlha de *Dalbergia ecastophyllum* em corte tangencial, com os estômatos em vista frontal.

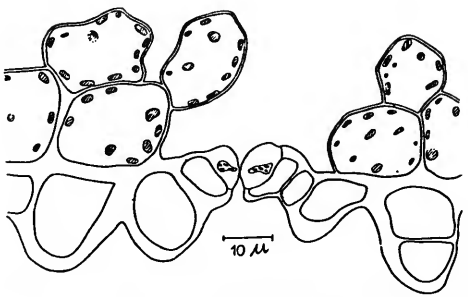


Fig. 112 — Corte transversal mediano do estômato de *Dalbergia ecastophyllum*.

Scaevola plumieri (Vahl) Blume (*Goodeniaceae*). — É uma espécie com fôlha suculenta e estômatos nas duas faces. Abaixo das duas epidermes há um parênquima paliçádico constituido 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 espêssa 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 espêsso parênquima aqüífero e os estômatos em depressões.

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

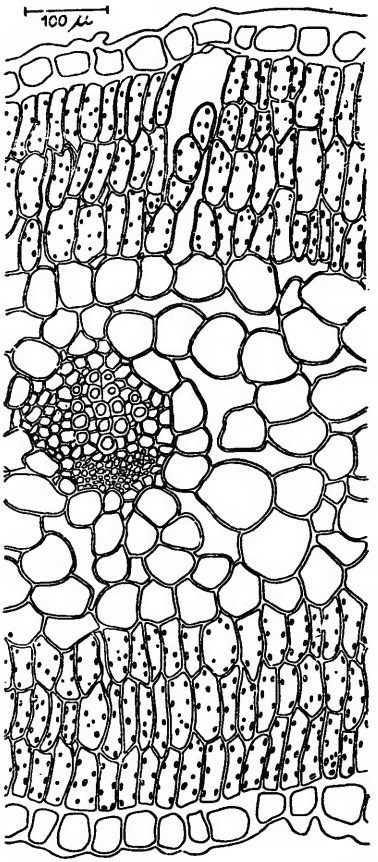


Fig. 113 — Corte transversal da fôlha de *Scaevola plumieri*.

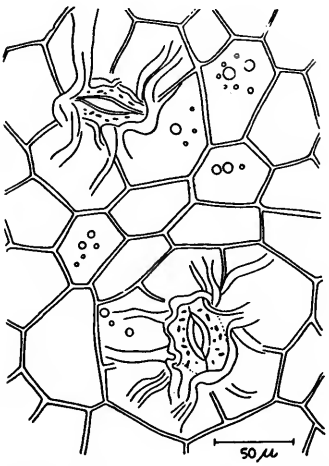


Fig. 114 — Estômatos de *Scaevola plumieri* em vista frontal.

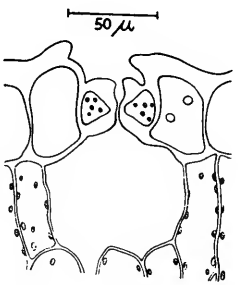


Fig. 115 — Corte transversal mediano do estômato de *Scaevola plumieri*.

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.

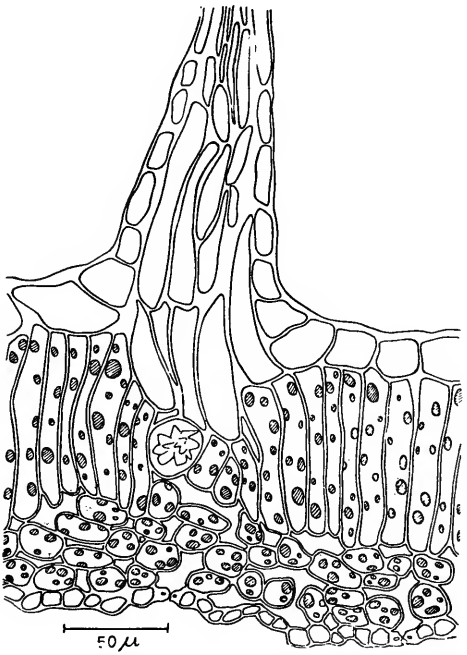


Fig. 116 — Corte transversal da fôlha de *Tibouchina holosericea*.

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.

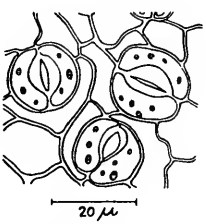


Fig. 117 — Estômatos de *Tibouchina holosericea* em vista frontal.

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 graminóceo modificado. Nos dois casos nota-se que êles se salientam na superfície, com o átrio externo bem proeminente.

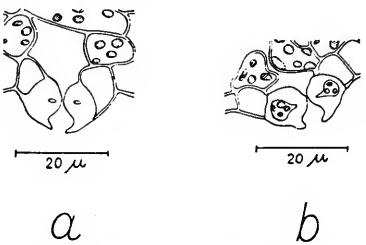


Fig. 118 — Estômato de *Tibouchina holosericea*: a) corte transversal mediano; b) corte transversal polar.

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 sòmente 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 tôda a porção interna da fôlha e as células têm poucos e pequenos cloroplastos.

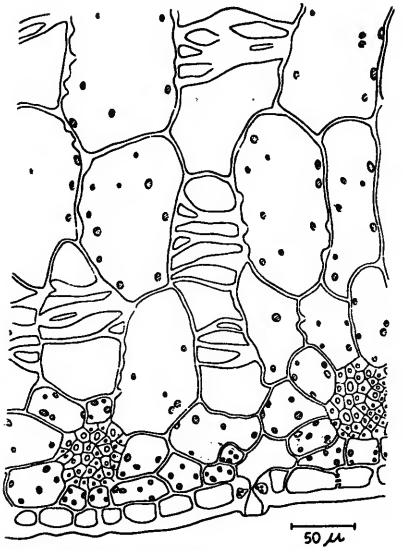


Fig. 119 — Detalhe do corte transversal da fôlha de *Epidendrum moseni*.

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

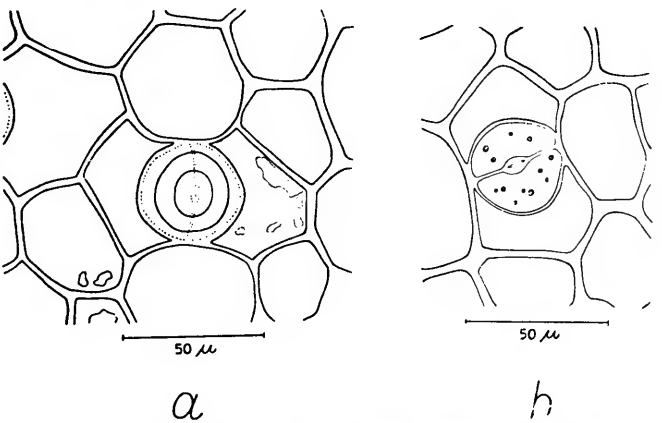


Fig. 120 — Epiderme da fôlha de *Epidendrum moseni*: a) vista frontal; b) corte tangencial com um estômato em vista frontal.

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 graminóceo com a membrana bem reforçada na porção mediana e mais delgada nos polos.

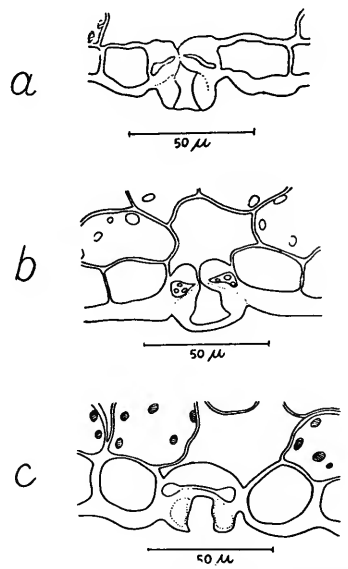


Fig. 121 — Estômato de *Epidendrum moseni*: a) corte transversal mediano; b) corte transversal polar; c) corte longitudinal.

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 aqüífero, encontrada em *Philoxerus portulacoides* e *Scaevola plumieri;* pilosidade das fôlhas encontrada em *Tibouchina holosericea*. Outras espécies têm algumas características, às vêzes 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 espêssa e com saliências ao redor dos estômatos, em *Acicarpha spathulata, Scaevola plumieri, Epidendrum moseni;* fôlha 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, Chrysobalanus icaco, Ipomoea littoralis, Oxypetalum tomentosum*. Essas plantas não têm cutícula espêssa, 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 sôbre o balanço hídrico (1) e sôbre 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 fatôres que influem sôbre 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 morfològica 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. Êsse vento, que às vêzes é uma brisa fraca, às vêzes forte, geralmente diminui a evaporação e sòmente 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. Êsses 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 sêca, mas são bem menores nesta última.

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

De nossas observações concluimos 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 fôlhas 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 fôlha. Como vimos, essas plantas têm um sistema radicular mais profundo, o qual provàvelmente 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. Êsses 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 fisiològicamente sêco. Essas plantas apresentam, portanto, um mecanismo fisiológico eficiente contra eventuais perdas d'água, com Sc alto nas células da fôlha, 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 sôbre 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 aqüífero, estômatos em depressões, cutícula espêssa, 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 sêca 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 Strogonov — (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.

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 sêca 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 sêca 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 vêzes 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 aqüífero, pilosidade das fôlhas, estômatos em depressões ou outras estruturas anatômicas específicas, ou fisiológicos, tais como restrição no consumo d'água por fechamento estomático, valores altos de Sc nas células da fôlha, etc.

De acôrdo com Strogonov (65) o que caracteriza uma halófita é o seguinte: quando cresce em solo salino ela mostra não sòmente 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 sêca nas halófitas.

A par dessas conclusões devemos mencionar, como Adriani, que nas investigações ecológicas dêsses vegetais é necessário estender as pesquisas a períodos vegetativos inteiros, porque sòmente assim se obtém a impressão da amplitude das variações dos diversos fatôres 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 regulagem 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 Agrogeologia do Instituto Agronômico de Campinas, que fez as análises granulométrica e química de amostras do solo;

Os Engºs. 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 interêsse de cientistas de todo o mundo. Há, entretanto, escassez de dados sôbre o seu comportamento ecológico e fisiológico e por isso iniciamos tais estudos com o presente trabalho. O interêsse por êsses 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 agôsto) resultando no aparecimento de uma época sêca 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 diàriamente, 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 sêca 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 diminuia e a evaporação atingia seus maiores valores; ambas oscilavam muito durante o resto do dia, de acôrdo com as velocidades do vento.

Foi elaborada uma lista das espécies mais freqüentes nas dunas do litoral do Estado de São Paulo. Algumas dessas espécies foram descritas morfològicamente 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 deficit de saturação foram determinados por pesagens.

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

A fôrça de sucção (Sc) das células da fôlha foi determinada usando o método de Schardakow.

Na determinação da quantidade de NaCl na cinza de fôlhas seguimos as instruções de Lepper quanto ao preparo da amostra e da solução oficial e determinamos o Cl' dessa solução gravimètricamente 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 sêca. 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 deficits de saturação foram baixos em ambas as épocas. As intensidades transpiratórias, de um modo geral, foram baixas e menores na época sêca.

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

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

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, possìvelmente 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 evitarem 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 .orld; 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 sôbre 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 adjustement of plants to saline media. I. Steady state. Am. Jour. Bot. 48: 909-918.

7 — BERNSTEIN, L. — 1963 — Osmotic adjustement 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 Okologie 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. Uruguaya de Geografia: 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.°. 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.°. 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 Munícipio 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. Phyton 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 fôlhas 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 sôbre 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 sôbre a vegetação do litoral brasileiro. Bol. Assoc. Geógr. Brasil. 5: 13-28.

55 — RAWITSCHER, F. K. e M. G. FERRI — 1942 — Observações sôbre 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.° 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. Transleted 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 — WEAWER, J. E. and F. E. CLEMENTS — 1938 — Plant Ecology: XXII + 601 pp. McGraw-Hill Book C.°., Inc. New York and London.

71 — WILLIS, A. J., B. F. FOLKES, J. F. HOPE-SIMPSON and E. W. YEMM — 1959 — Braunton 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 — Braunton 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.

ADDITIONS TO THE MARINE FLORA OF BRAZIL. VI.

A. B. JOLY, Y. UGADIM, E. C. DE OLIVEIRA FILHO,
M. CORDEIRO MARINO.

ADDITIONS TO THE MARINE FLORA OF BRAZIL. VI.

A. B. JOLY (1), Y. UGADIM (1), E. C. DE OLIVEIRA FILHO (1), M. CORDEIRO MARINO (2).

1 — *Introduction*

This paper deals with some marine algae collected in the shores of the States of Espirito Santo, Bahia and Paraíba, that are reported for the first time as occuring along the American South Atlantic. As in the previous papers of this series (see Joly 1956, Joly e col. 1962, 1963, 1965a, 1965b). Each new record is documented with structural as well as reproductive features, of the Brazilian plants allowing comparison with material from other regions.

The coasts where these plants were collected are among the richest in marine algae along the Brazilian shores.

A new variety of *Pterosiphonia parasitica* is proposed herein, the species is for the first time found along the American shores.

2 — *Descriptions*

Valonia macrophysa Kützing

References: Kützing 1856, T. 87, figs. 3 a, b, c; Börgesen 1913, p. 29; Taylor 1928, p. 75, pl. 13, fig. 17; 1960, p. 110, pl. 2, fig. 6. pl. 7, fig. 4.

Plate I, fig. 1.

Plants gregarious, growing in clumps, firmly attached to the substratum, of a dark green colour when alive. The clumps are formed by numerous individuals, maintained together by special hapteral cells develloped from the basal portions of the largest vesicula. Ve-

(1) Dept. of Botany. University of São Paulo.
(2) Cryptogamic Section 'Instituto de Botânica do Estado de São Paulo".

getative cells of our material have a diameter varying from 0.4 up to 0.9 cm and up to 3.0 cm high.

These plants were collected at the following places: "Cabo Santo Agostinho", State of Pernambuco and at "Praia dos Fornos", Cabo Frio, Rio de Janeiro State.

This is the first reference of the occurence of this species in South America. It was previously known to occur at the Caribbean islands on the American Atlantic.

Cladophoropsis macromeres Taylor

References: Taylor 1928, p. 64, pl. 4, figs. 15-16; 1960, p. 118, pl. 2, fig. 2.

Plate V, figs. 1-2.

The Brazilian material of this species was found growing associated with *Valonia aegagropila* C. Agardh, forming curled tufts. The filaments are in certain portions irregularly and sparsely branched; in other portions the branching is more frequent and generally unilaterally placed. The basal parts of the filaments have a diameter varying from 300 to 330μ. The upper young branches have a diameter varying from 195 to 225μ. The largest cell measured 1.800μ long. Multilobed hapteral projections are very frequent. They are produced at the distal end of many vegetative cells. These contribute to the fixation of the plants.

The Brazilian material differs in some respects from the Caribbean plants but are, nevertheless, best placed in this species than in *C. membranacea* (C. Agardh) Börgesen, a much delicate plant. The main differences are:
The diameter of the filaments (both basal and terminal ones), is a little below the given range.

Our plants also differ in habit of the Caribbean material, being not loose. Apparently this is a consequence of the abundance of hapteral projections found in our material.

The plant was found at the following places: "Cabo Branco", Paraíba State. This is the first reference of the occurrence of this species on continental South America.

Galaxaura comans Kjellman

References: Börgesen 1916, p. 90, figs. 95, 96; Taylor 1960, p. 336.

Plate II, figs. 1-4.

Plants growing isolated, measuring up to 6 cm high, abundant and irregularly branched, very little or no calcified, extremely vilose in appearance, almost of a spongy texture and of a wine red colour when alive. Branches from 2 to 3 mm wide, densely covered by assimilatory filaments, all of the same type. Medullary filaments very uniform having a diameter of about 15μ. Assimilatory filaments born on somewhat ovoid cells, one or sometimes two, for each such cells. Assimilatory filaments with a very uniform diameter of about 19μ, each starting from one ovoid cell having 50μ of diameter and about 80μ long. Tetrasporangia borne on the assimilators terminal on short lateral branches, cruciately divided, having a diameter varying from 37 to 41μ.

The plants were found in the following localities: "Praia de Meaípe", Espirito Santo State, and "Recife da Lixa", Bahia State. They were found with tetrasporangia in the month of June. This is the first reference of the occurrence os this species on continental South America.

Galaxaura lapidescens (Ellis et Solander) Lamouroux

References: Börgesen 1916, p. 95, figs. 102-104; Taylor 1928, p. 138, pl. 21, fig. 13, pl. 30, fig. 8; 1960, p. 337.

Plate I, fig. 2; Plate II, fig. 5.

Plants growing isolated, measuring up to 8,5 cm high, abundantly ramified, branches arising from different intervals, all of the same diameter. Plants of a rather vilose appearance, almost of a spongy texture, of a red-brown colour when alive. Branches with a diameter of 2 mm completely covered with assimilatory filaments, which are of two types, long and short ones. Both types are suported by an ovoid cell. Medullary filaments of an uniform diameter of about 15μ. Long assimilatory filaments with a diameter, ranging between

15 and 19μ. Short assimilatory filaments rarely with more than 2 or 3 cells. Both types of filaments with one, sometimes 2 or 3, small ovoid cells at their base, these having a diameter of 37 up to 48μ. Tetrasporangia with a diameter varying from 30 up to 34μ, cruciately divided. This is the first reference of the occurrence of this species on the Brazilian shores.

The plants were found at "Praia de Meaipe", Espirito Santo State, "Recife da Lixa", Bahia State and they were found with tetrasporangia in the month of July.

Halymenia pseudofloresia Collins et Howe

References: Collins and Hervey 1917, p. 149; Taylor 1960, p. 418.

Plate I, fig. 3; Plate II, fig. 6.

Plants large, measuring up to 50 cm high isolated, of a very slipery gelatinose texture and of a beautiful rosy-red colour when alive.

From a small roundish holdfalt starts a short and almost cylindrical estipe which gives rise to the flat, branched, laminar portion of the frond. At the base the frond is distinctly cuneate expanding rapidly into the basal wider portion of the thallus. The frond can be entire or sometimes divided up to 3 times in strap-shaped long portions. If entire can have several marginal branches of varied width, and also be proliferous. The frond is undulated and have a width up to 5 cm, being sometimes divided again at the upper portions. Margins usually somewhat eroded and in places, abundantly proliferous.

The frond has a thickness of about 150μ (in cross sections). The large stellate cells have a diameter of about 38μ and the surface cells have a diameter varying from 5 up to 8μ. The cortical region has only 5 or 6 rows of cells. Tetrasporangia, measuring 10 to 15μ of diameter, imersed in the cortical region scattered over the frond.

The plant was found very abundant and it was collected washed ashore at a place known as "Ponta Grossa", municipality of Aracati, Ceará State. This is the first reference of the occurrence of this species in South America.

Wrangelia penicillata C. Agardh

References: Harvey 1853, p. 143, pl. 34 b, figs. 1-9, Börgesen 1916, p. 120, figs. 131-132; Taylor 1928, p. 145, pl. 20, figs. 11, 12, 19, pl. 32, figs. 1, 7; 1960, p. 503, pl. 66, figs. 5-6, pl. 74, fig. 5.

Plate III, figs. 1-2.

The Brazilian material of this species was found growing as isolated plants or in small clumps. The largest plants measured up to 12.5 cm high. They have a brown-red colour and are well branched.

The main axis has regular and alternately placed two ranks of short branches. Main axis and secondary ones completely corticated by downward growing rhizoids, forming a pseudo parenchymatous cortex. Last orders branchlets, monosiphonus, abundant and furcately branched. Gonimoblasts protected by somewhat incurved well branched, involucral filaments. Carposporangia having a diameter of about 27μ. Tetrasporangia large, almost spherical, having a diameter up to 75μ.

The plants were collected at "Ilha do Francês", near Piuma, and at Guarapari, both localities on the Espirito Santo State. They were found with carposporangia and with tetrasporangia in the month of May. This is the first reference of the occurrence of this species on continental South America.

Dasya pedicellata (C. Ag.) C. Agardh

References: Börgesen 1919, p. 316; Taylor 1928, p. 173, pl. 35, fig. 7; 1960, p. 562.

Plate III, figs. 3, 4.

Of this beautiful delicate plant, abundant material was found. The plants had a rosy-brown colour when alive, being flacid and mucose to the touch. The largest plant collected measured up to 23 cm high with a proeminent main axis dissected by numerous irregularly placed laterals. These were not, or very seldomly, branched again.

The main axis as well as the laterals are densely covered by very numerous and delicate monosiphonous branchlets. The base of the main axis as well as the bases of the older laterals showed no branchlets. The axis and the main branches are completely corticated by downward growing rhizoids. Last order branchlets (ramelli) with a diameter varying from 13 to 15μ, with cells 63 up to 81μ long. Spermatangial cluster develloped at the last branching of a ramelli, with the central axis clearly visible through the spermatangia, always ending by numerous sterile cells, remaining as a filamentous tip. Spermatangial clusters measuring up to 325μ long and with a diameter of about 3.5μ.

The plant was found at the "Ilha do Francês", near Piuma, Espirito Santo State. It was found with spermatangia during the month of May. This is the first reference of the occurrence of this species along the Brazilian shores.

Lophocladia trichoclados (Martens, "in" C. Ag.) Schmitz

References: Börgesen 1918, p. 302, figs. 304-307; 1919, p. 305, figs. 308-312; Taylor 1928, p. 181; 1960, p. 590.

Plate IV, figs. 1-6.

Plants filamentous, flacid, of a beautiful red colour when alive, measuring up to 7 cm high. Main axis showing 2 or 3 dichotomies and these are abundantly ramified. Axis with 4 pericentrals, corticated more densely below, sparsely above. Last order branches very delicate, bearing monosiphonous branchlets, radially placed. Branchlets furcatelly ramified. Cystocarps measuring up to 954μ high and with a maximum diameter of about 682μ. Carposporangia distinctly elongated, measuring up to 91μ long, with a diameter of about 32μ. Spermatangial bodies cylindrical, developed from a branch of a monosiphonous ramelli were the 3 basal cells remain sterile, as a peduncle. The central axis is clearly visible through the spermatangia. The spermantangial body measures up to 353μ long and with a diameter of about 58μ. Spermatangia having a diameter of 7μ. Tetrasporangia produced in distinctive stichidia borne at the base of a monosiphonous branchlet. It is somewhat spirally twisted, each node bearing one tetrasporangium. The stichidium is 423μ high and has

a diameter of 94μ. The tetrasporangium has a diameter ranging from 47 up to 54μ.

The plants were found with cyctocarps, spermatangia and tetrasporangia in the month of June.

It was collected at the "Recife da Coroa Vermelha", off Caravelas, Bahia State. This is the first reference of the occurrence of this genus and species along the Brazilian shores.

Pterosiphonia parasitica (Hudson) Falkenberg var. *australis* Joly et Cordeiro-Marino n. var.

References: (for the species) Falkenberg 1901, p. 265, T. 2, figs. 3-9; Kylin 1956, figs. 416, 523, 524; Harvey 1849, pl. 147 (as *Polysiphonia parasitica* Greville).

Plate I, fig. 4; Plate III, fig. 5; Plate V, figs. 3-10.

Plants growing in colonies, forming low, dense tufts of a brown dark-red colour when alive, measuring up to 4 cm high.

The erect main branches arise from a decumbent portion fixed to the substratum by numerous strong unicelular rhizoids ending in a multicelular disc. The erect main flatened axis is dissected by regular, alternate and distichously placed flat laterals. Each lateral branch of first order is in turn dissected by regular, alternate and distichously placed short flat branches. These second order laterals can in certain places, have in the same way, third degree flatened laterals. This pattern of branching produces a frond where there is considerable overlaping of branches, giving the apearance of a piece of delicate lace. The last order branches are always ascendent and slightly curved. The plant has no cortication except at the extreme base and on the older rhizomes and has from 6 up to 10 pericentrals.

The prostrate portion is also distinctly flatened having the larger diameter varying from 166 up to 246μ and the minor diameter varying from 127 up to 168μ. The rhizome has from 8 to 9 pericentrals and is also slightly corticated.

The erect main portion has a diameter of about 367μ at its second segment from the base. Higher up the larger diameter varies from 342 up to 369μ and the minor diameter from 209 up to 304μ.

Each second segment bears one lateral branch, alternately placed. The first order branches are from 2400 up to 2775μ long with a diameter varying from 150 up to 195μ. The second order branches are from 630 up to 675μ long with a diameter varying from 90 up to 105μ. The tetrasporangia are produced on the upper non modified last order branches. Each segment carries one sporangium. They are placed in a slight spiral line and are tetrahedrically divided.

Our plant differs from the other known related species as for instance *P. dendroidea* (Mont.) Falkenberg, in the number of last order branches on each first order lateral. This species has from 6 to 10 pinnules on each pinna, ours have at least 20 for each pinna. Only the first three segments of the lateral branch coalesce with the main axis in our species, against four in *P. dendroidea*.

The presence of the cortication at the base of the main erect branches, as well as on the prostrate old axis is the distinctive feature that characterize the present variety.

Pterosiphonia parasitica (Hudson) Falkenberg. var. *australis*. Joly et Cordeiro-Marino n. var.

A typus difert pars basalis ramis erectis ac ramis prostatis corticatis.

Habitat: Guarapari: Espirito Santo State, growing on rocks at low tide level. Found with tetrasporangia in the month of May.

This is the second species of this genus to be found along the American Atlantic coast. The other common species being *P. pennata* (Roth) Falkenberg.

3 — *Acknowledgements*

The senior author wishes to acknowledge the "Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo" (FAPESP) for the grant given him to support travel expenses involved.

4 — *Summary*

This paper gives information concerning the findings for the first time of the following marine algae along the Brazilian shores: *Valonia macrophysa, Cladophoropsis macromeres, Galaxaura lapidescens, Halymenia pseudofloresia, Wrangelia penicillata, Dasya pedi-*

cellata, Lophocladia trichoclados and *Pterosiphonia parasitica* var. *australis*.

Some of these plants were found for the first time on continental South America. The last named species is reported for the first time as ocurring on the American Atlantic shores. A new variety of this species is proposed. Five plates with numerous drawings are presented.

5 — *Sumário*

O presente trabalho refere o encontro pela primeira vez no litoral brasileiro das seguintes espécies de algas marinhas: *Valonia macrophysa, Cladophoropsis macromeres, Galaxaura comans, Galaxaura lapidescens, Halymenia pseudofloresia, Wrangelia penicillata, Dasya pedicellata, Lophocladia trichoclados* and *Pterosiphonia parasitica* var. *australis*.

Algumas destas plantas são pela primeira vez encontradas na costa da América do Sul. A última espécie da lista é referida pela primeira vez como ocorrendo na costa Atlântica Americana. Uma nova variedade desta espécie é descrita. Cinco pranchas com numerosas ilustrações completam o trabalho.

6 — *Literature cited*

Börgesen, F. 1913. The marine algae of the Danish West Indies. Part I. Chlorophyceae. Dansk Bot. Arkiv 1 (4): 1-158, + Index + 2 Maps.

Börgesen, F. 1916. The marine algae of the Danish West Indies. Part III. Rhodophyceae (2). Dansk Bot. Arkiv 3 (16): 81-144.

Börgesen, F. 1918. The marine algae of the Danish West Indies. Part IV. Rhodophyceae (4). Dansk Bot. Arkiv 3 (ld): 241-304.

Börgesen, F. 1919. The marine algae of the Danish West Indies. Part IV. Rhodophyceae (5). Dansk Bot. Arkiv 3 (le): 305-368.

Collins, F. C. and A. B. Hervey. 1917. The algae of Bermuda. Proc. Amer. Acad. Arts and Sci. 53: 1-195 + 6 pls.

Falkenberg, P. 1901. Die Rhodomelaceen des Golfes von Neapel und der angrenzenden meeres-abschnitte. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Monographie 25: XVI + 754 pp. + 24 T.

Harvey, Wm. H. 1849. Phycologia Britannica. vol. 2 (of 3): Pls. 121-240 + VI. London.

Harvey, Wm. H. 1853. Nereis Boreali-Americana. Part II. Rhodospermae. Smithsonian Contrib. to Knowledge 5 (5) 258 pp. + pls. 13-36.

Kützing, F. T. 1856. Tabulae phycologicae VI: IV + 1-35 + 100 T. Nordhausen.
Kylin, H. 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen: XV + 673. Lund.
Taylor, Wm. R. 1928. The marine algae of Florida with special reference to the Dry Tortugas. Carnegie Inst. Wash. Publ. 379; Papers from the Tortugas Lab. 25: V + 219 pp. + 37 pls.
Taylor, Wm. R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. IX + 870 pp. (incl. 80 pls). Ann Arbor.

PRANCHAS

Plate I:

Fig. 1 — *Valonia macrophysa*. Habitus of a single plant, isolated from a clump, showing the buding off of a new vesicula.

Fig. 2 — *Galaxaura lapidescens*. Habitus of a part of a plant.

Fig. 3 — *Halymenia pseudofloresia*. Habitus of a very large plant.

Fig. 4 — *Pterosiphonia parasitica* var. *australis*. Upper portion of an erect vegetative branch, note the characteristic overlaping of second order branches.

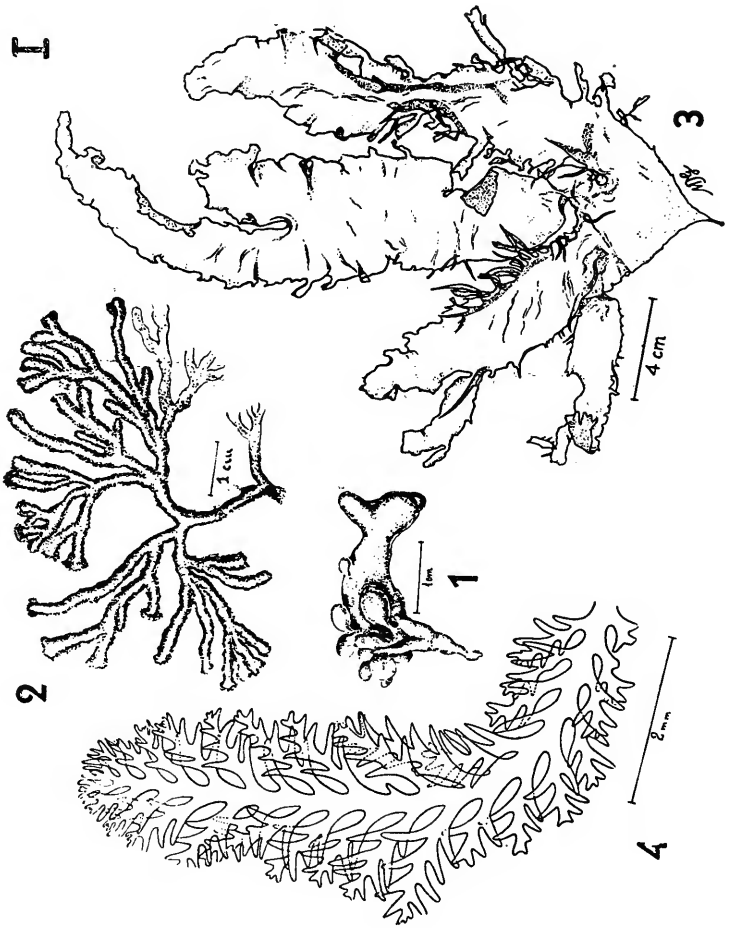

1
3
4 cm
1 cm
1 cm
1
2
2 mm
4

Plate II:

Figs. 1-4 — *Galaxaura comans*. Group of assimilatory filaments seen from the surface. Base of the assimilators showing no moniliform cells. Two assimilators with tetrasporangia.

Fig. 5 — *Galaxaura lapidescens*. Upper portion of medullary filaments with the base of two assimilators, note the uniform cylindrical shape of the assimilators and the somewhat moniliform basal cells.

Fig. 6 — *Halymenia pseudofloresia*. Part of a cross section of the laminar portion of the frond.

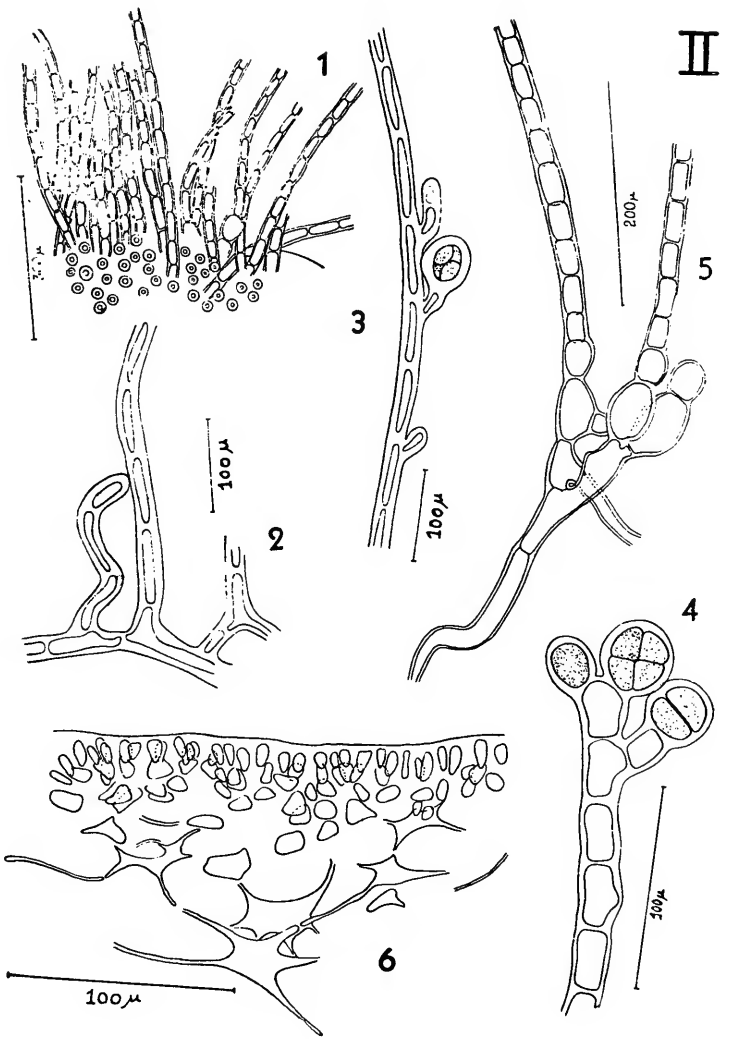

II
1
2
3
4
5
6
100μ
100μ
200μ
100μ
100μ

Plate III:

Figs. 1-2 — *Wrangelia penicillata*. Gonimoblasts with carposporangia and part of the involucral filaments. Detail of a tetrasporangium.

Figs. 3-4 — *Dasya pedicellata*. Young and mature spermatangial bodies.

Fig. 5 — *Pterosiphonia parasitica* var. *australis*. Upper portion of a tetrasporic plant.

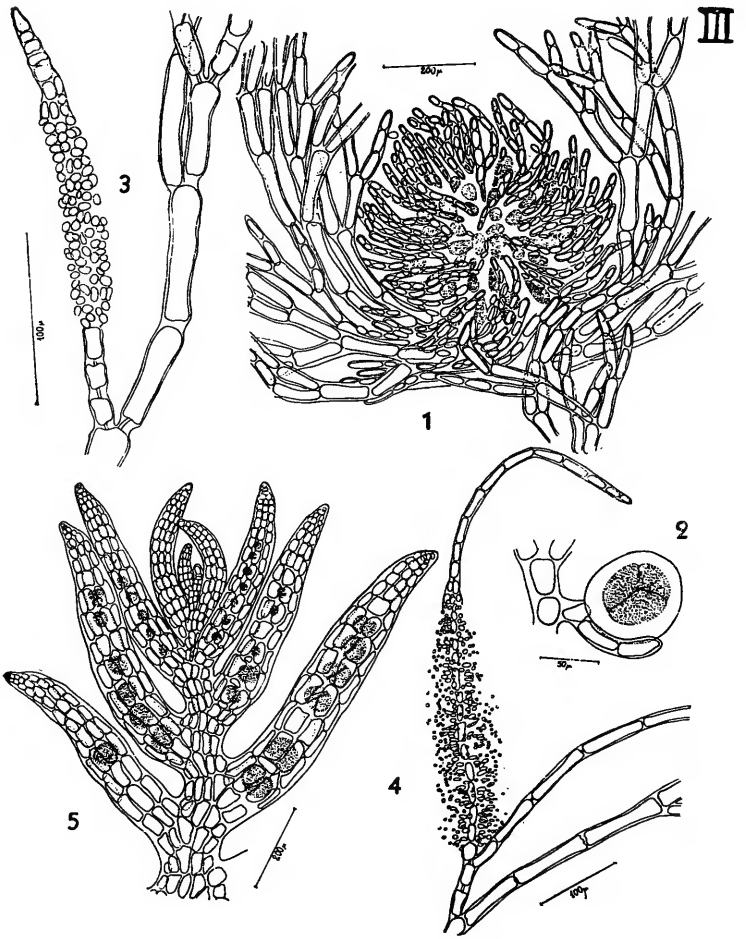

III
3
1
2
4
5

Plate IV:

Figs. 1-6 — *Lophocladia trichoclados*. Detail of the branch types. Detail of the cortication. Young and mature stichidia. Spermatangial body. Cystocarp.

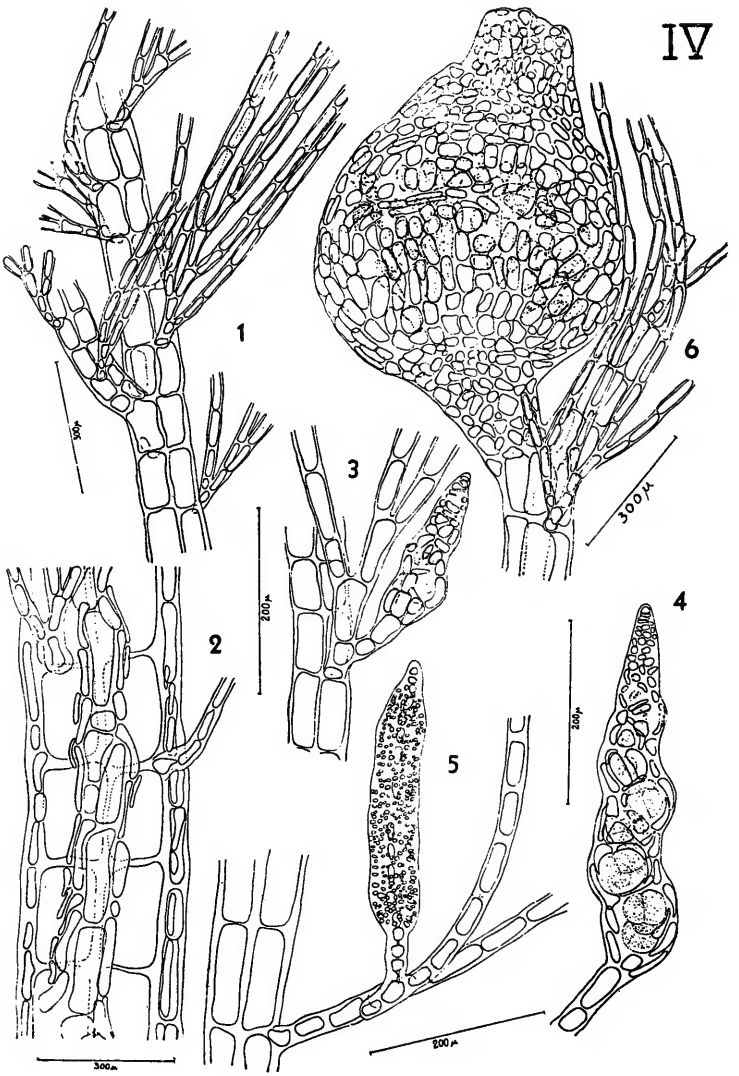
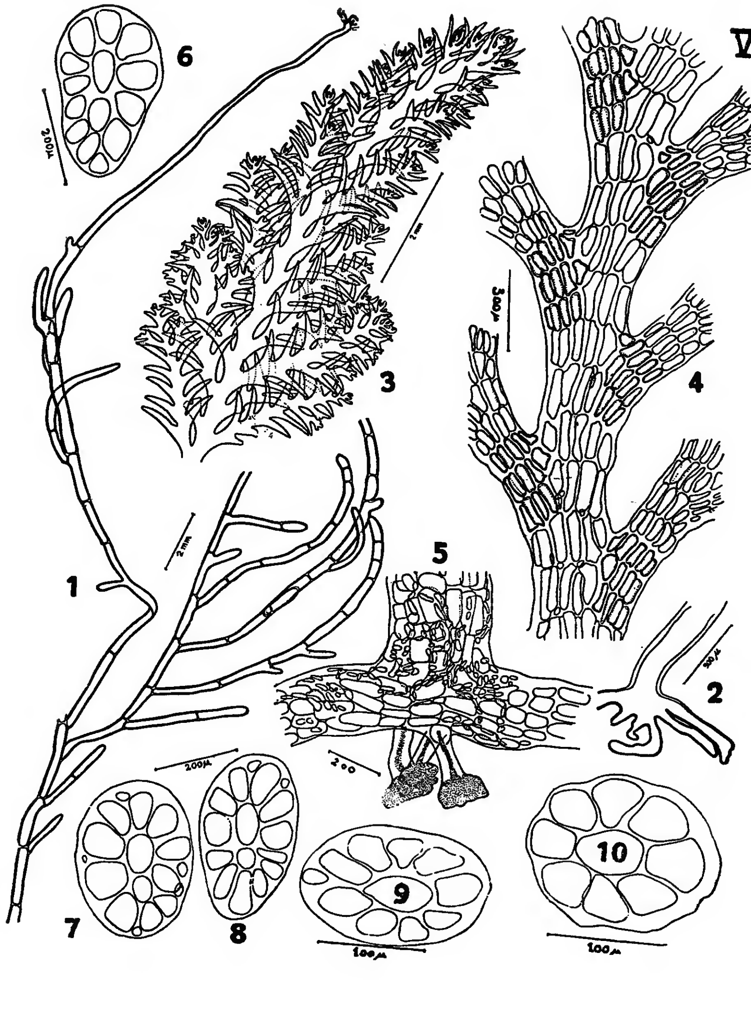

IV
1
2
3
4
5
6
300µ
200µ
300µ
200µ
200µ

Plate V:

Figs. 1-2 — *Cladophoropsis macromeres*. Habitus of a part of a plant; note the tenaculum developed at the upper portion. Detail of the tenaculum.

Figs. 3-10 — *Pterosiphonia parasitica* var. *australis*. Upper portion of a sterile branch. Detail of the way of branching; note that the first 3 segments of the determinate branch are fused with the main axis (stappled cells) and the very beginning of the cortication. Decumbent axis and basal portion of an erect shoot, note that in all sections the central cell of the fused lateral appears; note beginning of cortication and the flatened frond. Two cross sections of the young prostrate axis; note beginning of cortication in the first drawing.


V
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
200μ
300μ
2 mm
200μ
100μ
100μ

ON THE DEVELOPMENT OF TETRASPORES OF *ACANTHOPHORA SPICIFERA* (RHODOMELACEAE — RHODOPHYTA)

E. C. DE OLIVEIRA FILHO

ON THE DEVELOPMENT OF TETRASPORES OF *ACANTHOPHORA SPICIFERA* (RHODOMELACEAE — RHODOPHYTA).

E. C. DE OLIVEIRA FILHO
Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

ABSTRACT

A detailed description of tetraspore development in *Acanthophora spicifera* is presented together with a discussion of the importance of temperature and the ripeness of spores. A slight modification of the tradicional methods of spore culture is suggested. It was concluded that the developmental pattern of *A. spicifera* is exactly the same as that described in the literature for the other members of the *Rhodomelaceae*.

INTRODUCTION

The importance of studies on the development of algal spores has been increasingly realised by Phycologists as an aid to taxonomy. Recently several authors (FELDMANN 1938, CHIHARA & KAMURA 1963, KAMURA 1963) have used spore development pattern to elucidate the systematic position of some confused genera. In spite of the fact that studies on the development of spores were iniciated more than one hundred years ago (AGARDH 1836) the avaiable information is still inadequate to permit generalizations. This become self evident when the different classifications based on developmental patterns are examined: OLTMANNS (1904-5), KILLIAN (1914), KYLIN (1917), CHEMIN (1937), INOH (1947), BOILLOT (1961).

MATERIALS and METHODS

Culture studies were made on *A. spicifera* (VAHL) BÖRGESEN, found abundantly on the shores of the state of São Paulo (Bra-

zil). The work was carried out in the laboratory of the INSTITUTO OCEANOGRAFICO da UNIVERSIDADE de SÃO PAULO, near UBATUBA, in December 1963, when this alga was found with tetrasporangia. The techniques recomended by CHEMIN (1937) were used with the following modifications: 1) the plants were well washed in previously boiled brine to prevent contamination; 2) under a dissecting microscope the fertile branchs were cut and transfered to a slide in a drop of sea water; 3) the slides were then put in a large translucente box (wet chamber); 4) after the elimination of spores the branches were removed.

By this simple method the examination of living material under the microscope became both easy and rapid. If a certain developmental stage was found to be of interest it was preserved for subsequent observations sealed with a drop of aceto-carmine under a coverslip.

With this method, only the early stages of development were obtained. To obtain further stages these slides, (with the sporeling already fixed to the glass) were placed in a jar with sea water.

The entire experiment was carried out at temperatures between 22°C and 26°C.

RESULTS

The tetraspores just after elimination had a diameter of 58 to 75 micra. One or two hours later they attached themselves to the substratum and began to produce an unpigmented protuberance. Three to five hours later, a cellular wall isolates this cilindrical protuberances from the original spore cell. In this 2 celled sporeling the cell wich will give rise to the thallus (thallus initial), and that wich will form the rhizoids (initial rhizoidal), Figs. 2 and 3, can already be identified.

Seven to nine hours later, the rhizoidal cell continued to elongate and the thallus initial began to divide perpendicularly to its axis, forming 5 to 6 cells. Figs 5-7.

Until this stage the plant is uniseriated; after the 5 to 6 cell stage is attained, these cells begin to divide parallel to the axis of

the sporeling, with the exception of the apical cell (14 to 17 hours) Figs. 8 and 9.

As the cells become increasingly numerous their relative size decreases indicating that the velocity of the cell division is greater than the growth of the cells. Figs 1 to 4 and 17 to 18.

In more advanced stages the characteristic polysiphonic structure of the *Rhodomelaceae* can already be observed.

In the subapical cell there often occurs a cylindrical out-growth (Figs. 15, 18 and 19) thought to be a pluricellular trichoblast.

At the same time that the thallus is growing, the rhizoidal cells elongate and divides perpendicularly to their axes, presenting frequently a discoidal expansion with small cells distally. Studies on the influence of light in spore development were not made, however it was noted that direct sunlight made the sporeling grow pale and to disintegrate.

In conclusion it was observed that the development of the tetraspores of *A. spicifera* is exactly the same refered to in the literature for the other *Rhodomelaceae* already studied, and so belongs to the "AUFRECHT TYPUS" of OLTMANNS (1904-5), KILLIAN (1914), KYLIN (1917), or the "TYPE CERAMIUM" of CHEMIN (1937), or "TYPE ERECT AVEC UNE INITIALE" of BOILLOT (1961).

DISCUSSION

The importance of temperature when timing the development of spores seems evident. Therefore data on the timing of stages without information on the temperatures is undesirable. When timing the developmental stages, great care must be taken with the ripeness of the spores, because the tetrasporangia probably will not ripen at the same time. The problem of contamination of the cultures by bacteria, protozoa and so on, can be serious if the usual precautions are not taken.

In our cultures the presence of some sporeling was noted, the development of wich differed from the most of the others Figs. 20-21. These sporelings had no defined pattern of development. CHEMIN (1937) has already noted these "abnormal sporelings"

and suggests that they are due to spores eliminated before they were completely mature. It is suggested here that this "abnormality" may also be a problem of genetical, physical or chemical nature, such as temperature, salinity and contamination, resulting from the artificial conditions of the experiment.

It is thought therefore that much more work is needed on this field, but such work must be elaborated using large number of spores, and if possible, at a constant temperature.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to express our sincere thanks to Dr. A. B. JOLY who introduced us to the fields of Phycology.

Cordial thanks are also due to Dr. E. F. NONATO for laboratory facilities at Base Norte of the I. O. of the U. S. P., to Dr. M. SATO for the translations of the Japanese papers referred in the literature cited, and to Mr. R. GOODLAND for the revision of the English Text.

RESUMO

O trabalho apresenta uma descrição detalhada e numerosas figuras sôbre a germinação de tetrásporos de *Acanthophora spicifera*, e introdus algumas modificações nas técnicas usualmente empregadas. Discute também a importância da temperatura e do grau de maturação dos esporos em tais estudos. Os dados observados concordam com o padrão de germinação das demais espécies de *Rhodomelaceae* já estudadas.

BIBLIOGRAPHY

AGARDH, J. G. — 1836. Observations sur la propagation des Algues. An. des Sc. nat. oc. 1836 (Vide Chemin 1937).

BOILLOT, A. — 1961. Recherches sur le mode de développement des spores et la formation de la fronde adulte chez les Champiacées. (Rhodophycées, Rhodymeniales). Rev. Gen. Bot. *68*: 686-719.

CHEMIN, E. — 1937. Le développement des spores chez les Rhodophycées Rev. Gen. Bot. *49*: 205-234; 300-327; 353-374; 424-448; 478-535.

CHIHARA, M. and *S. KAMURA* — 1963. On the germination of tetraspore of *Gelidiela acerosa*. Phycologia *3* (2): 69-74.

FELDMANN, J. — 1938. Sur le développement des tetraspores du *Caulacanthus ustulatus* (Mertens) Kützing (Rhodophycéae). Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N. 29 — 298-302.

INOH, S. — 1947 — Kaiso no Hassei (Development of Marine Algae) (Vide Boillot 1961).

KAMURA, S. — 1963. On the tetraspore-germination of *Caulacanthus okamurai* Yamada. Arts and Sciences Div. — Univ. Ryukyu — Naha, Okinawa.

KILLIAN, K. — 1914. Über die Entwicklung einiger der Florideensporen. Arkiv. für Bot. *6*: 209-278.

KYLIN, H. — 1917. Über die keimung der Florideensporen. Arkiv. für Bot. *14*: 1-23.

OLTMANNS, Fr. — 1904-5. Morphologie und biologie der Algen, Iena 1904-5. (Vide Chemin 1937).

PLATE I

Fig. 1 — Spore just after liberation from the tetrasporangium.
Fig. 2 — Protuberance formation that later will produce the rhyzoid.
Figs. 3-7 — Sequence of the segmentation of the sporeling; the divisions are perpendicular to the sporeling long axis.
Fig. 8 — First parallel divisions to the long axis of the sporeling.
Figs. 9-11 — Ordenate sequence of sporeling's development (later stages of this same sequence are depicted on plate II).
Figs. 20-21 — Abnormal sporelings.

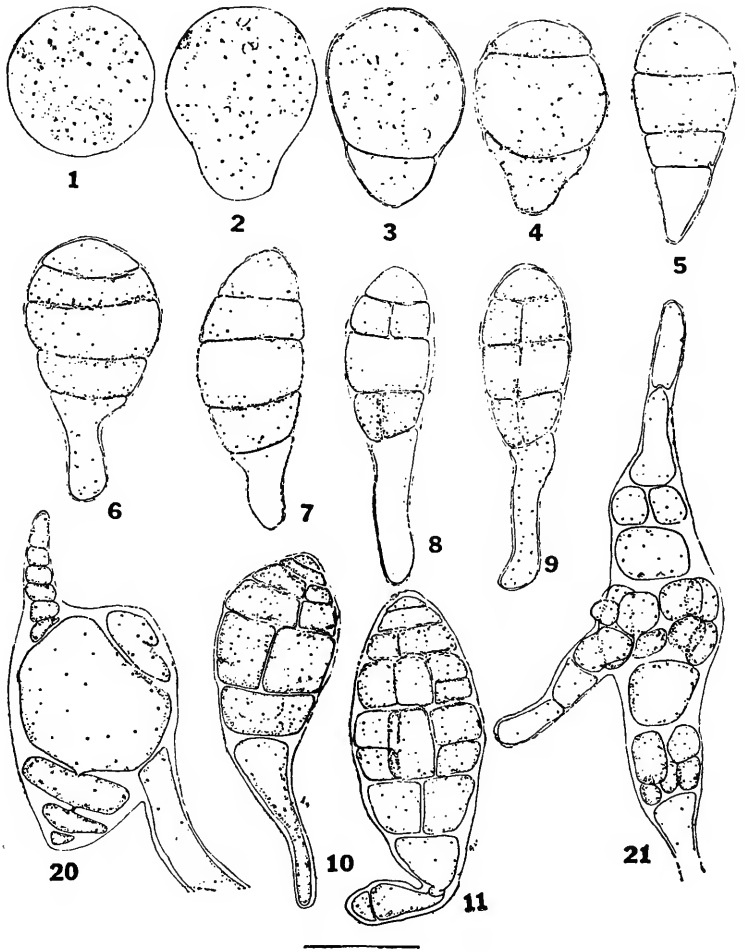
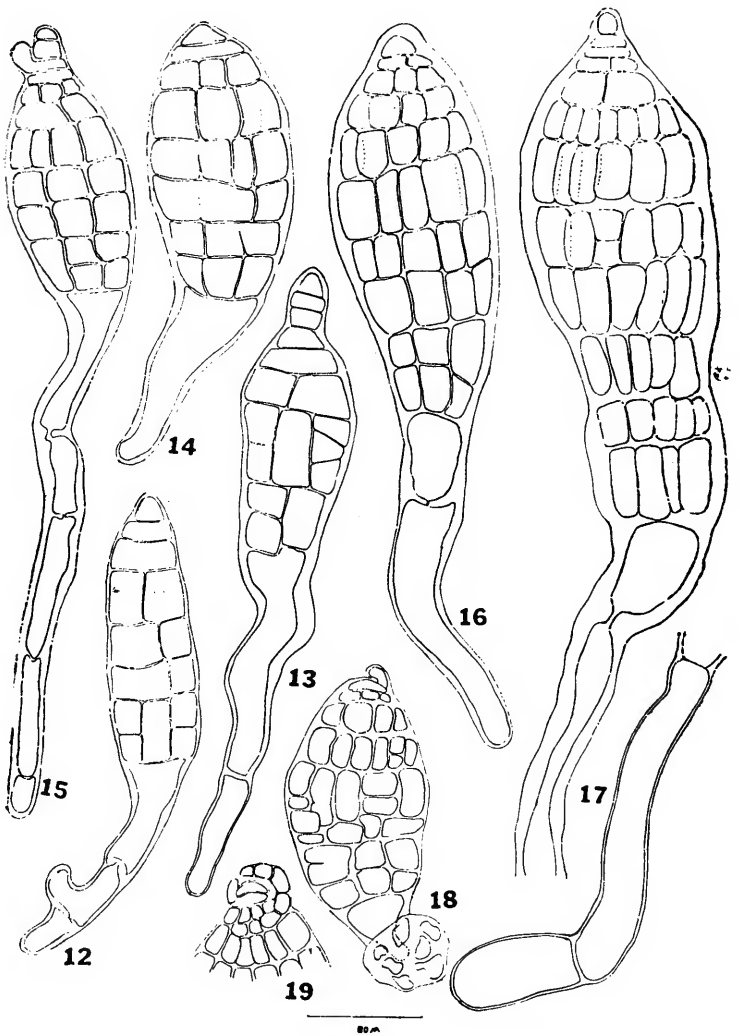

1
2
3
4
5
6
7
8
9
20
10
11
21

PLATE II

Figs. 12-19 — Ordenate sequence of sporeling's development.
Fig. 18 — Disc of fixation.
Fig. 19 — Begining of thricoblast formation (also figs. 15 and 18).


14
16
13
15
17
12
18
19

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA ANATOMIA DAS FÔLHAS DE PLANTAS DO CERRADO II

BERTA LANGE DE MORRETES

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA ANATOMIA DAS FÔLHAS DE PLANTAS DO CERRADO II (*).

BERTA LANGE DE MORRETES
Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

Introdução e agradecimentos

O presente trabalho representa o segundo de uma série por nós planejada, com a finalidade de esclarecer a estrutura anatômica das fôlhas das plantas do cerrado.

Apesar de alguns anos terem decorrido após a publicação de nossa primeira pesquisa (11) constatamos que não foram feitas contribuições substanciais no sentido de promover um melhor conhecimento da anatomia folhear de tais plantas.

Sabemos perfeitamente que o campo é vasto e que pesquisas em anatomia, por uma ou outra razão são morosas, oferecendo uma série de dificuldades. Muito resta ainda por fazer, neste capítulo particular dos campos cerrados, que têm sido com muito maior freqüência analisados do ponto de vista ecológico ou fisiológico, ficando a anatomia de suas plantas relegada a lugar secundário.

Desejamos aqui deixar consignada a nossa gratidão à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo auxílio que nos concedeu, bem como à Estação Experimental de Biologia e Piscicultura do Ministério da Agricultura, em Emas, Pirassununga, que sempre nos acolheu durante os dias de coleta de material. Nossos agradecimentos são extensivos ao Sr. Oswaldo Handro, biologista chefe da Secção de Fanerógamas, do Instituto de Botânica do Estado de São Paulo, pela revisão da determinação das espécies analisadas, bem como a D. Maria José Guimarães, por ter recoberto a nankin os nossos desenhos e a minha mãe Prof. Bertha Lange de Morretes pela revisão do resumo alemão.

* Entregue para publicação em Abril de 1965.

Material e métodos

Prosseguindo no programa de estudos da anatomia das fôlhas de plantas do cerrado, concluimos a análise pormenorizada das espécies constantes da lista que se segue:

Nome científico	Família	Nome vulgar
Anacardium nanum St. Hil.	*Anacardiaceae*	Cajueiro do campo
Bombax gracilipes Schum.	*Bombacaceae*	Paina do campo
Tocoyena brasiliensis Mart.	*Rubiaceae*	
Sweetia dasycarpa Schum.	*Leguminosae*	
Copaifera langsdorfii Desf.	*Leguminosae*	Copaíba
Neea theifera Oersted.	*Nictaginaceae*	

As espécies relacionadas procedem dos campos cerrados de Emas, Pirassununga (Estado de São Paulo), ocorrendo porém em outros cerrados do Brasil.

Escolhemos como material de trabalho fôlhas perfeitamente desenvolvidas, colhidas em uma mesma época do ano.

O estudo anatômico desenvolveu-se sôbre material vivo ou fixado, em cortes a mão livre. Tal como em nosso trabalho anterior (11) as etapas seguidas na análise de cada fôlha ou folíolo foram:

1 — Análise das epidermes ventral e dorsal em cortes paradérmicos e transversais da fôlha ou folíolo.

2 — Análise dos estômatos em vista frontal e em cortes transversal e longitudinal das células guarda.

3 — Análise da nervura principal da fôlha ou folíolo.

4 — Análise da região do bordo da fôlha ou folíolo, em corte transversal.

5 — Análise da região compreendida entre o bordo e a nervura principal da fôlha ou folíolo, em corte transversal.

Apresentação de resultados

Anacardium nanum.

A Fig. 1, representa em A e B vista frontal da epiderme das faces ventral e dorsal, respectivamente. Estômatos ocorrem em ambas, dispondo-se irregularmente, sendo o número bem maior na face dorsal da lâmina folhear. Os estômatos nas duas faces da lâmina são do tipo descrito por Metcalfe e Chalk (10) como paracítico, ou seja, uma ou mais células subsidiárias flanqueiam a célula guarda, dispondo-se paralelamente ao eixo longitudinal do estômato. Ainda na mes-

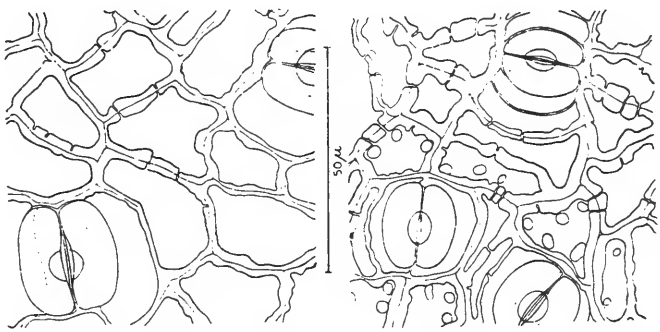


Fig. 1 — *Anacardium nanum*. Vista frontal da epiderme da face ventral emA e da face dorsal em B. Em ambas as figuras, são visíveis as paredes espêssas e numerosas pontuações.

ma figura, podemos observar que as paredes verticais das células epidérmicas são relativamente espêssas, irregulares e providas de poros. Tanto a face ventral quanto a dorsal, são providas de tricomas pluricelulares. A Fig. 2, representa um corte paradérmico da epiderme ventral da lâmina folhear, mostrando um tricoma em vista frontal, no qual são visíveis parte da célula basal e as séries de células que constituem o corpo do tricoma. A Fig. 3 obtida de um corte transversal da lâmina folhear, revela um tricoma em corte, sendo visível a célula basal e o corpo. A parte mediana do corpo do tricoma é constituida por várias fileiras de células, decrescendo o seu número em direção a parte terminal. Freqüentes vêzes, por baixo da célula basal, encontra-se esclerênquima.

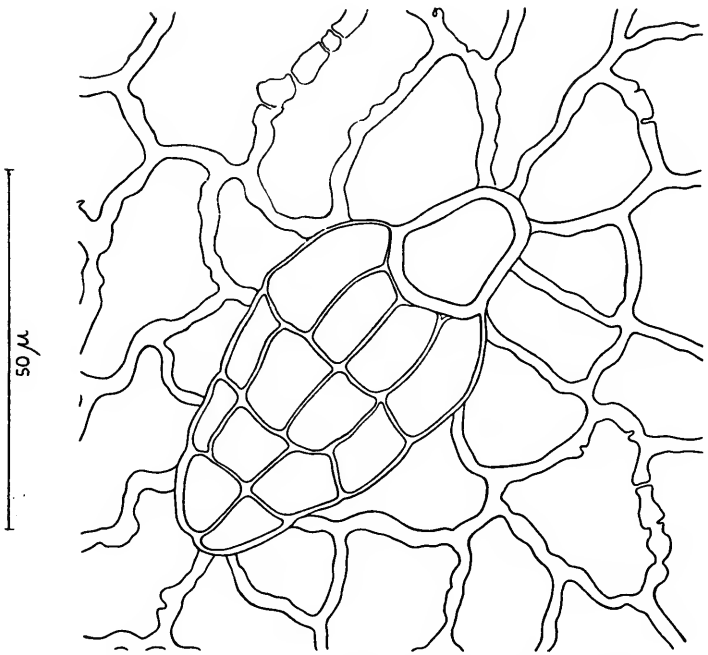


Fig. 2 — *Anacardium nanum*. Vista frontal da epiderme da face ventral, mostrando um tricoma pluricelular.

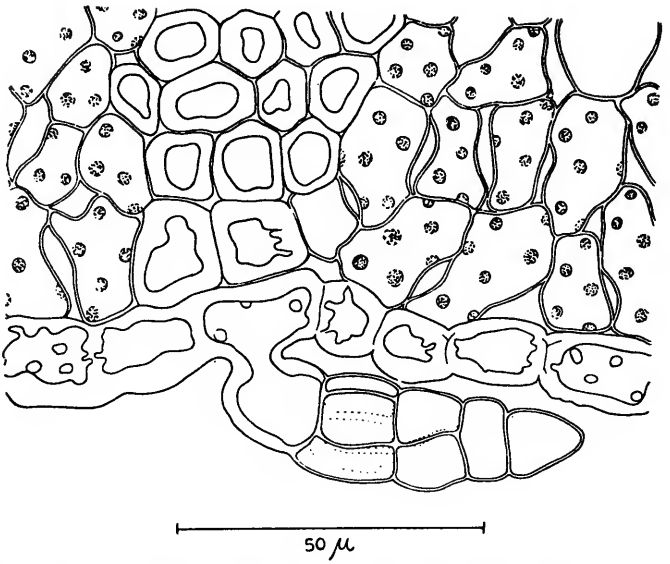


Fig. 3 — *Anacardium nanum*. Corte transversal da lâmina folhear, ao nível da epiderme da face dorsal, mostrando um tricoma em corte.

A epiderme que reveste ambas as faces do limbo é provida de cutícula espêssa e irragular. A Fig. 4 representa um corte transversal da lâmina, ao nível da epiderme que reveste a face ventral. São visíveis as saliências cuticulares, bem como os poros das paredes verticais.

A estrutura do estômato está representada na Fig. 5. Em A, corte longitudinal mediano de uma célula guarda e em B e C, cortes transversais do aparêlho estomatar. O corte longitudinal mostra um estreitamento acentuado na porção mediana, ocasionado por um maior espêssamento da parede interna da célula guarda. Por esta razão, os dois cortes transversais B e C, apresentam uma vez lume amplo em B e outra vez, estreito em C. O tipo estomático aqui descrito, foi referido por Villaça e Ferri (17). Nos tres cortes que compõem a Fig. 5, é possível verificar que as células subsidiárias se projetam

por baixo das células guarda. A câmara sub-estomática é relativamente ampla, sendo mais larga e profunda, quando delimitada pelo parênquima paliçádico.

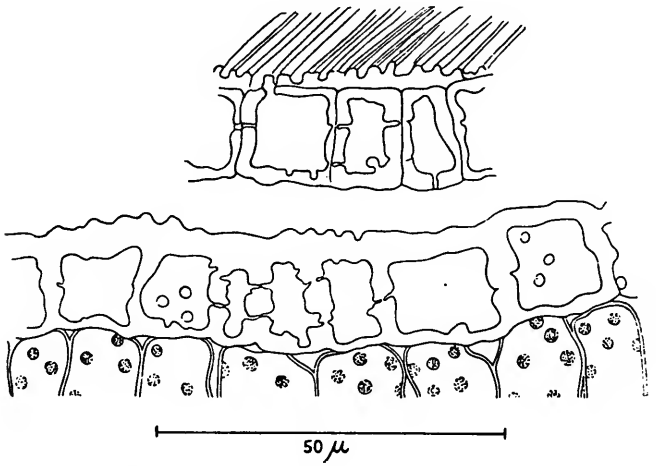


Fig. 4 — *Anacardium nanum*. Corte transversal da lâmina folhear, ao nível da epiderme ventral, vendo-se as paredes celulares irregulares, pontuações e cutícula provida de ranhuras.

Com o emprêgo de Sudan III, verificamos que a cutícula acompanha sob forma de um filme delicado, as células guarda nas paredes que delimitam os átrios externo e interno, bem como as paredes das células subsidiárias que se projetam na câmara sub-estomática.

A Fig. 6 representa um corte transversal da nervura principal da fôlha. O feixe libero-lenhoso é envolvido totalmente por uma bainha reforçada de esclerênquima e esta, por sua vez, é circundada por parênquima incolor, aquífero. O feixe é do tipo colateral e ao nível do liber, ocorrem dutos resiníferos bem desenvolvidos. A Fig. 7 revela detalhes da região liberiana e de um duto resinífero em corte transversal.

A porção dorsal da nervura, freqüentes vêzes apresenta grupos isolados de células colenquimáticas, especialmente em fôlhas mais

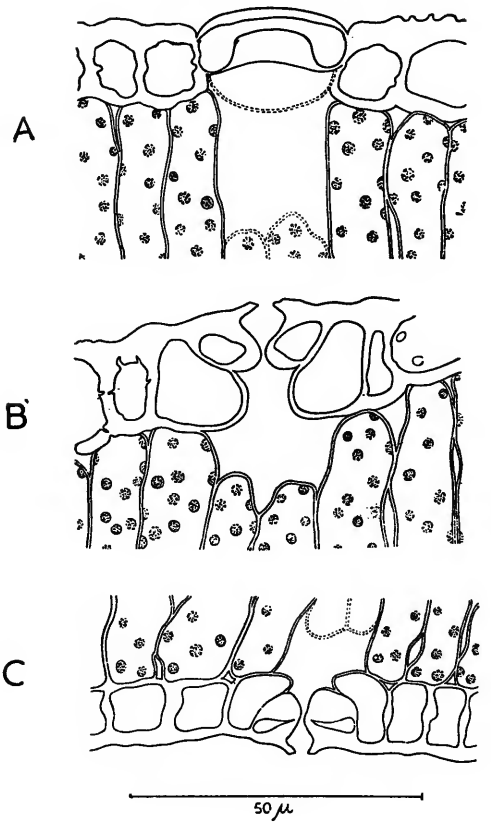


Fig. 5 — *Anacardium nanum*. Corte transversal da lâmina folhear. Em A, corte longitudinal mediano de uma célula guarda, da epiderme ventral. Em B, corte transversal do estômato, ao nível dos polos das células guarda e em C, corte transversal mediano, em que é visível o estreitamento na régia central da célula guarda. O corte C foi obtido de um estômato da face dorsal da fôlha.

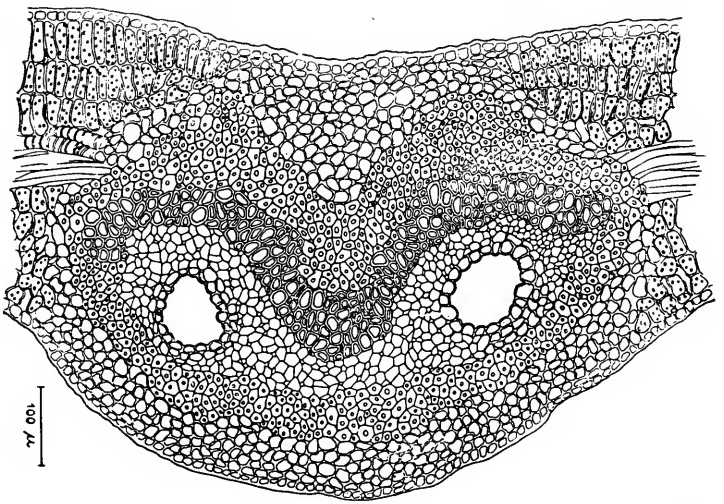


Fig. 6 — *Anacardium nanum*. Corte transversal da lâmina folhear, ao nível da nervura principal. Uma forte bainha esclerenquimática circunda todo o feixe líbero-lenhoso. O liber é percorrido por dois canais resiníferos.

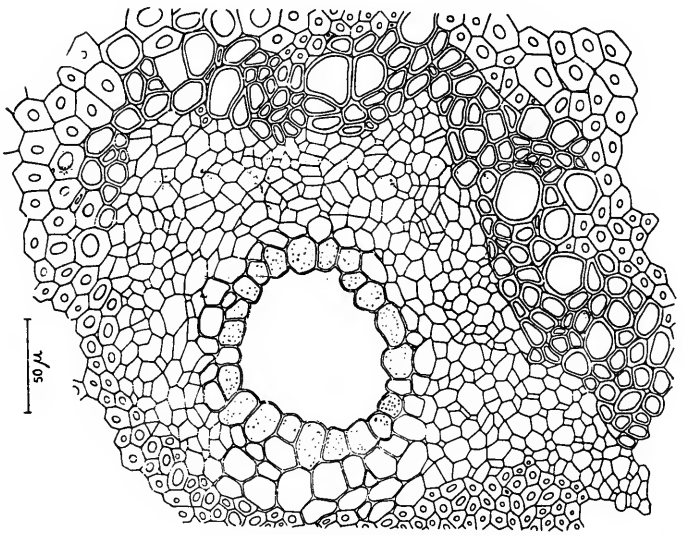


Fig. 7 — *Anacardium nanum*. Corte transversal da nervura principal, mostrando um pormenor do liber e do canal resinífero.

velhas. A Fig. 8 representa um corte transversal da lâmina folhear, ao nível do bordo. Parênquima incolor é encontrado logo abaixo da epiderme e um duto resinífero acompanha o pequeno feixe libero-lenhoso. Esclerênquima envolve parcialmente o feixe e o duto.

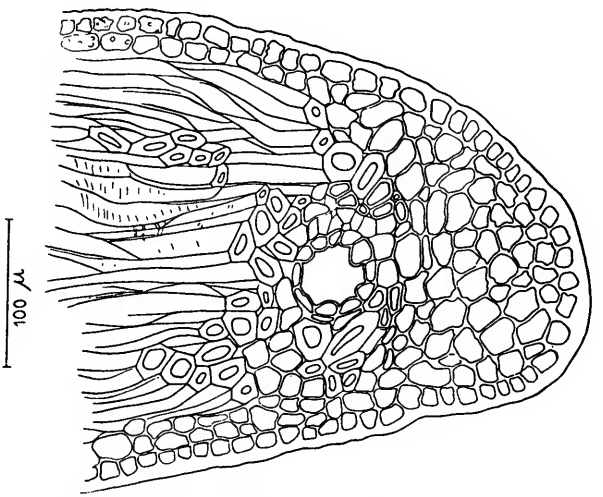


Fig. 8 — *Anacardium nanum*. Corte transversal da lâmina folhear ao nível do seu bordo.

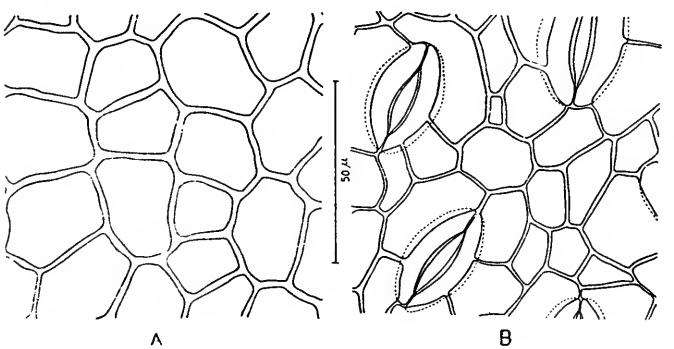


Fig. 9 — *Bombax gracilipes*. Vista frontal das epidermes ventral em A e dorsal em B.

Bombax gracilipes

A Fig. 9 representa vistas frontais das epidermes ventral e dorsal, obtidas de cortes paradérmicos. Em A, a epiderme da face ventral, glabra e de células bem desenvolvidas, apresentando

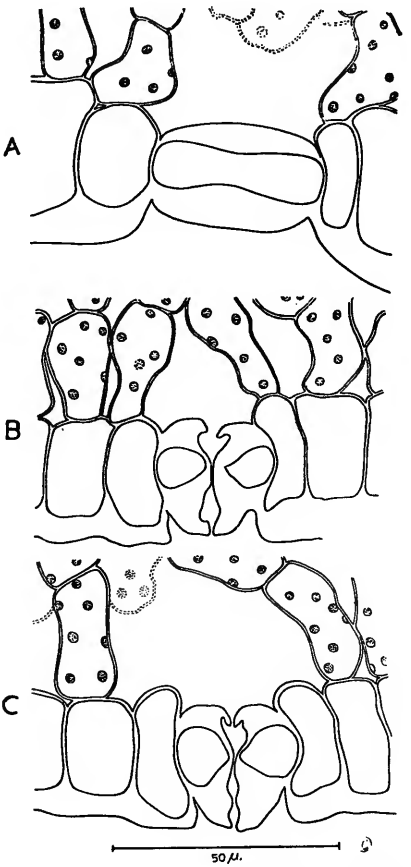


Fig. 10 — *Bombax gracilipes*. Corte transversal da lâmina folhear, ao nível da epiderme dorsal. Em A, corte longitudinal mediano de uma célula guarda. Em B, corte transversal mediano do aparelho estomatar e em C, um corte passando pelos polos do estômato.

porém diferentes tamanhos. Em B, a epiderme da face dorsal revela o aparêlho estomatar. As células guarda são levemente recobertas pelas células subsidiárias e os elementos componentes do tecido de revestimento desta face são acentuadamente mais irrgulares quando comparados aos que formam a epiderme da face superior. A Fig. 10 representa respectivamente em A, B e C, um corte longitudinal mediano de uma célula guarda e cortes transversais do aparêlho estomatar, em sua região mediana e na porção apical na proximidade das células epidérmicas vizinhas. O corte longitudinal da célula guarda revela um lume levemente estreitado na porção mediana. O espessamento que condiciona êste estreitamento ocorre nas faces externa e interna da célula estomatar. Os cortes tranversais B e C mostram as cristas externa e interna das células guarda, bem como a posição das células subsidiárias. Estas se projetam acima e abaixo do aparêlho estomatar.

A Fig. 11 representa tricomas escamiformes da face dorsal de um folíolo. Em A, o tricoma visto por sua face inferior e em B e

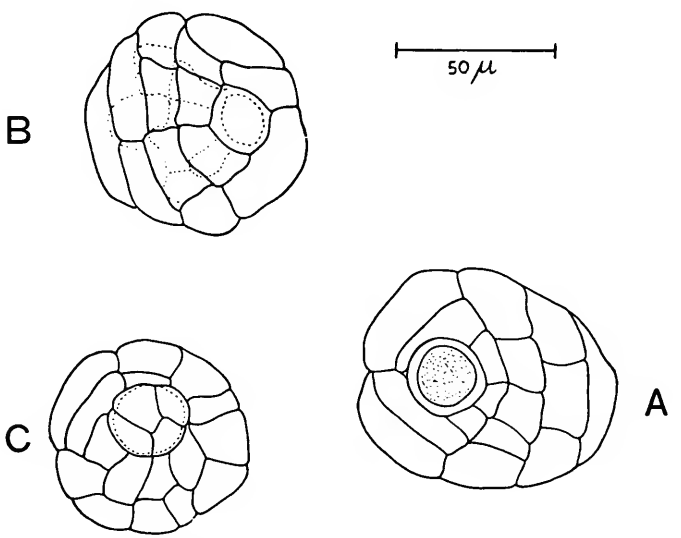


Fig. 11 — *Bombax gracilipes*. Tricomas peltados em vista frontal. Tais tricomas ocorrem em ambas as faces da fôlha.

C, pela face superior. Os tricomas são pluricelulares, peltados, sendo nos três desenhos visível a região de inserção do pedúnculo.

A Fig. 12, representa um corte transversal do folíolo, na região da epiderme que reveste a face dorsal. É visível um tricoma em corte. A porção central da escama é constituida por mais de uma camada celular, ao passo que o bordo apresenta apenas uma.

O tricoma fica localizado em uma depressão formada a custa das células da epiderme. Uma ou outra vez encontramos uma célula epidérmica dividida periclinalmente. O parênquima clorofiliano toca diretamente a célula na qual fica inserido o pedúnculo do tricoma.

Cutícula espêssa e presença de massiços esclerenquimáticos em Bombacaceae já foram referidos por Solereder (14).

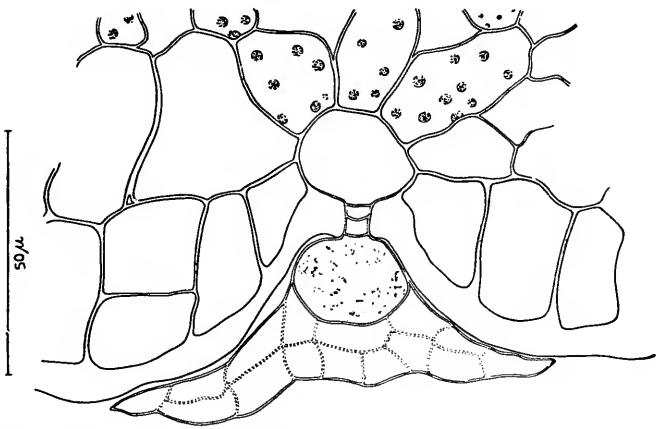


Fig. 12 — *Bombax gracilipes*. Corte transversal da lâmina folhear, ao nível da epiderme dorsal. A figura representa um tricoma peltado, em corte, sendo visível o pedúnculo e a célula de inserção.

A Fig. 13, em A e B, representa cortes tranversais da epiderme ventral do folíolo. Em A, duas células apresentam divisão periclinal; parte de um grupo de fibras é visível. Em B, além da cutícula espêssa e epiderme uniestratificada são visíveis células esclerenquimáticas e células gelatinosas em corte transversal.

A Fig. 14 representa um corte transversal do bordo do folíolo. O massiço esclerenquimático fica localizado logo abaixo da epiderme, ocupando uma grande região do bordo; parte do massiço, toca a face

externa do feixe libero-lenhoso. O parênquima assimilador é representado pelos tecidos paliçádico e lacunoso. O número de cloroplastos existentes nos dois tipos de tecido assimilador é muito diferente. O clorênquima em paliçada é muito mais rico em tais formações.

Tocoyena brasiliensis.

Nesta espécie, a epiderme que reveste a fôlha é provida de pelos unicelulares. A Fig. 15, em A e B, representa corts paradérmicos das

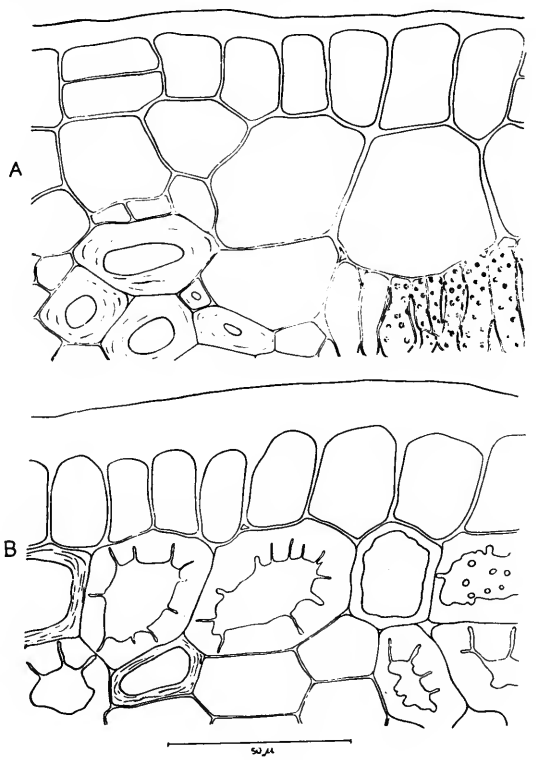


Fig. 13 — *Bombax gracilipes*. Corte transversal da epiderme ventral da lâmina folhear. Em A, são visíveis células que sofreram mais uma divisão periclinal e em A e B, fibras de diferentes tipos.

faces dorsal e ventral respectivamente. A epiderme superior da fôlha, Fig. 15 A, é constituida por células poliédricas, que se grupam

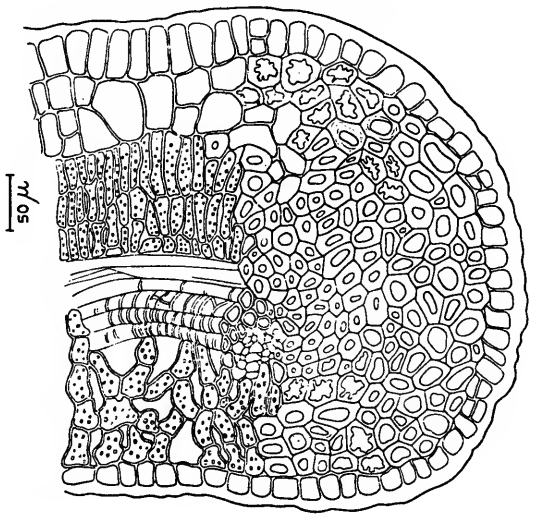


Fig. 14 — *Bombax gracilipes*. Corte transversal da fôlha, ao nível do seu bordo.

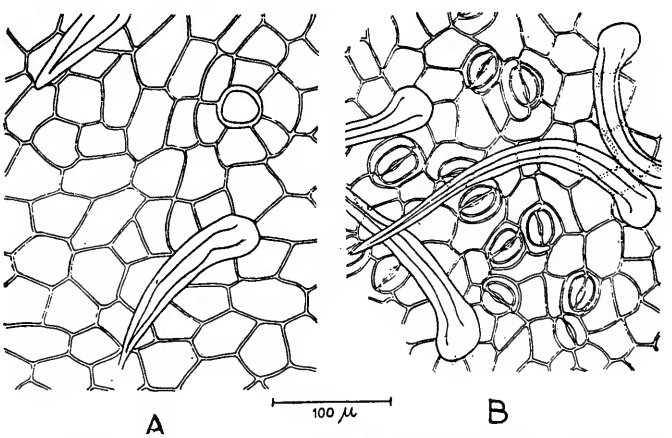


Fig. 15 — *Tocoyena brasiliensis*. Vista frontal das epidermes ventral em A e dorsal em B. Em ambas são visíveis tricomas unicelulares.

em círculo ao redor do ponto de inserção de um tricoma. Êstes são unicelulares, de paredes relativamente grossas porém mais curtos do que os tricomas encontrados na face inferior do limbo. Em B, são visíveis os estômatos em vista frontal. Os mesmos se distribuem desordenadamente, em nichos, de preferência em áreas delimitadas pelos tricomas. Os estômatos pertencem ao tipo paracítico. A organização do aparêlho estomatar de Tocoyena encontra-se representada na Fig. 16. Em A, corte longitudinal da célula guarda, mostrando o grande

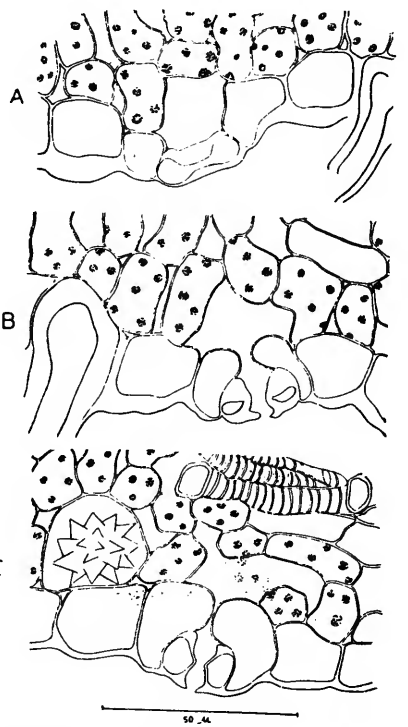


Fig. 16 — *Tocoyena brasiliensis*. Corte transversal da fôlha, ao nível de sua epiderme dorsal. Em A, uma célula guarda em corte longitudinal mediano mostrando o lume amplo nos extremos da células e reduzido na região mediana. Em B e C, cortes transversais do aparelho estomatar feitos respectivamente na região mediana do estômato e ao nível dos polos das células guarda.

espessamento da região mediana, especialmente na porção voltada para a câmara sub-estomática. As paredes da célula que limitam com as células subsidiárias, são desprovidas de reforço. Em B, o corte foi transversal e em C, passou pelos extremos das células guarda, na região em que o lume é amplo.

A Fig. 17, representa um corte transversal da lâmina folhear, ao nível de sua nervura principal. O feixe libero-lenhoso é do tipo anficribal, ou seja, o liber forma um círculo concêntrico ao redor do lenho. O parênquima associado a êste feixe, forma saliências em ambas as faces do limbo, especialmente na dorsal.

Idioblastos providos de drusas ocorrem tanto no parênquima medular da nervura, como no que a reveste. Os tricomas unicelulares, são especialmente numerosos na epiderme localizada ao nível da nervura. Detalhes da lâmina folhear, podem ser vistos na Fig. 18.

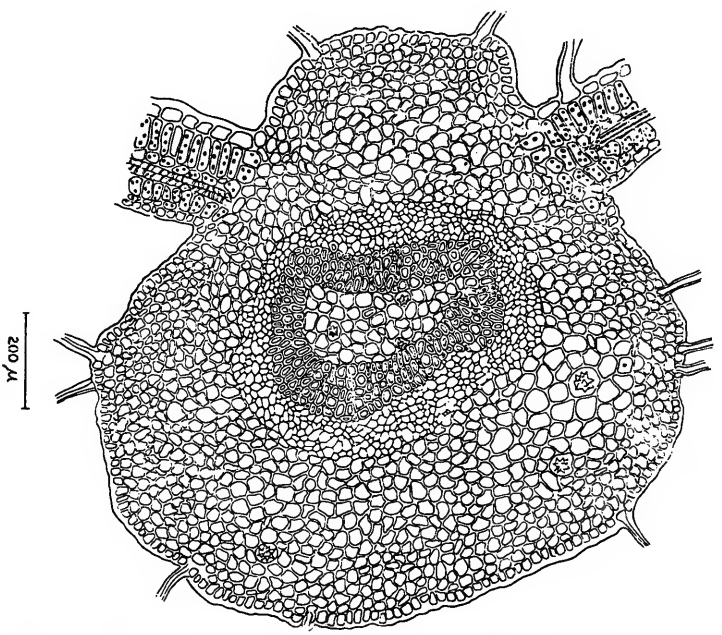


Fig. 17 — *Tocoyena brasiliensis*. Corte transversal da fôlha, ao nível da nervura principal. Esta é do tipo anficribal.

A epiderme das faces ventral e dorsal é revestida por uma cutícula espêssa. A da face superior é constituida por células mais altas do que as da face inferior da fôlha. O parênquima assimilador, dividido nìtidamente em paliçádico e lacunoso, é rico em cloroplastos. A primeira camada de células em paliçada, isto é, a que se encontra em contato com a epiderme ventral, é constituida por células muito mais altas do que as componentes dos estratos restantes. Na zona em que parênquima paliçádico e lacunoso se tocam, ocorrem com freqüência células coletoras. Drusas são formações comuns no parênquima assimilador.

As nervuras de porte médio, são envolvidas por uma bainha de parênquima incolor, provida de extensões. Estas, atingem as epider-

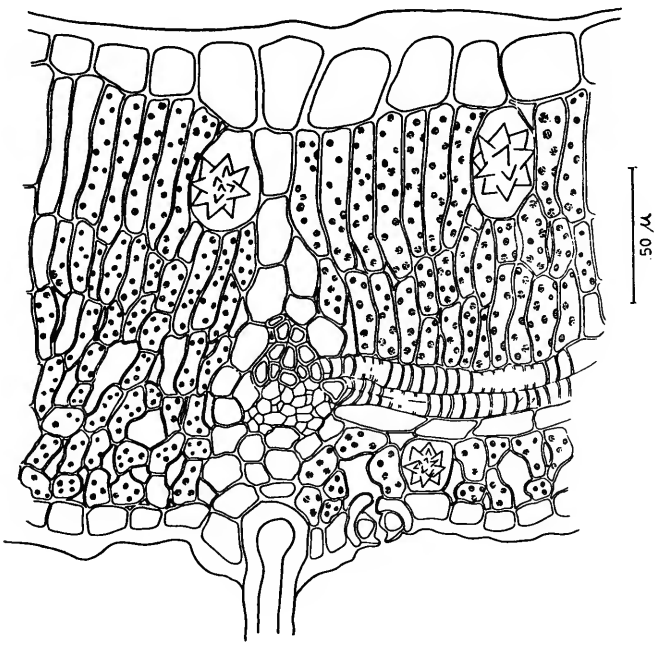


Fig. 18 — *Tocoyena brasiliensis*. Corte transversal da fôlha, ao nível de uma nervura de menor porte. São visíveis a extensão da bainha de natureza parenquimática e drusas.

mes de ambas as faces do limbo. O feixe condutor é do tipo colateral. Tricomas, como no caso da nervura principal, também ocorrem na epiderme ao nível das nervuras de menor porte. A Fig. 19, representa parte de um corte transversal da lâmina folhear, na região compreendida entre a nervura principal e a margem da fôlha, revelando parte do parênquima em paliçada e pormenores de um idioblasto.

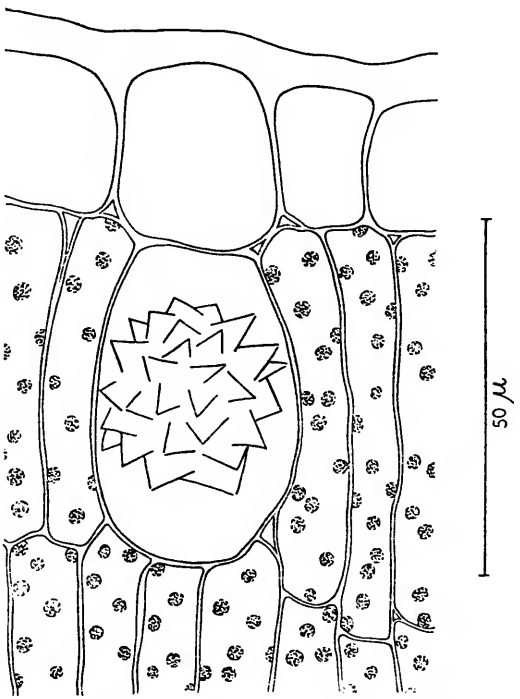


Fig. 19 — *Tocoyena brasiliensis*. Corte transversal da fôlha. Idioblasto contendo drusa, ao nível da face ventral.

Um corte transversal ao bordo da fôlha, é representado na Fig. 20. A cutícula, na região em questão, é ondulada e relativamente espêssa. O parênquima assimilador, é representado apenas por um número reduzido de camadas celulares, e os elementos componentes

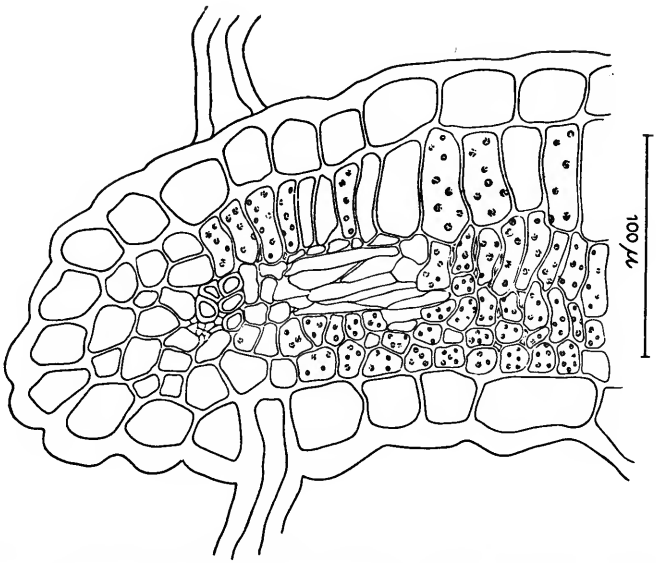


Fig. 20 — *Tocoyena brasiliensis*. Corte transversal da fôlha ao nível do seu bordo.

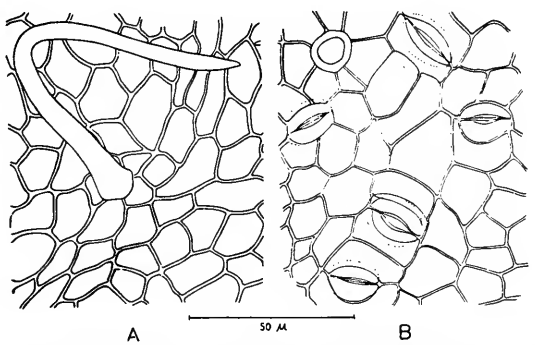


Fig. 21 — *Sweetia dasycarpa*. Epidermes ventral e dorsal em vista frontal, respectivamente em A e B.

destas camadas são muito menores do que os encontrados na porção mediana da lâmina folhear. O tecido clorofiliano não atinge a região do bordo, que é ocupada por parênquima incolor. O feixe condutor

que acompanha a margem localiza-se entre o parênquima assimilador e o incolor. Na região ora considerada, ocorrem tricomas em ambas as faces.

Sweetia dasycarpa.

A epiderme que reveste os folíolos desta espécie é representada na Fig. 21. Em A, vista frontal de um corte paradérmico da face

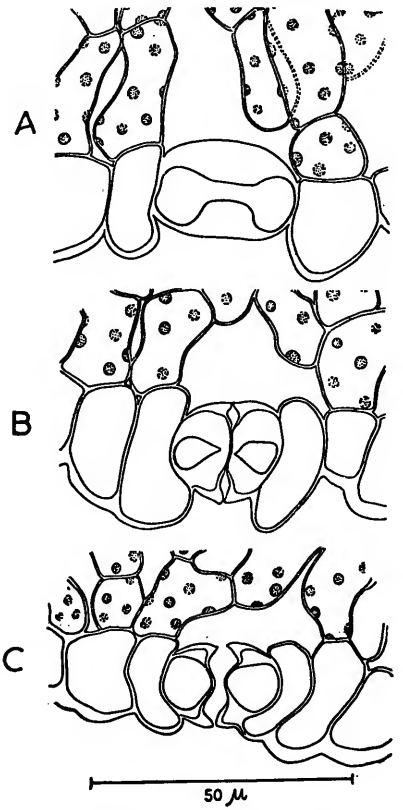


Fig. 22 — *Sweetia dasycarpa.* Corte transversal do folíolo. Em A, uma célula guarda em corte longitudinal e em B e C, cortes transversais do estômato, passansando respectivamente pela região mediana e pelos polos.

ventral, revela a presença de tricomas e ausência de estômatos. Êstes são visíveis no corte paradérmico da face dorsal do folíolo, representado na Fig. 21 B. As células subsidiárias se dispõem de tal maneira que o seu eixo maior acompanha paralelamente o eixo maior da célula guarda. Na mesma figura podemos ver também a região de inserção de um pêlo.

A epiderme que reveste ambas as faces do folíolo é constituida por células irregulares quanto a forma e tamanho.

A organização dos estômatos pode ser observada na Fig. 22, que representa três cortes transversais do folíolo. Em A, um corte longitudinal de uma célula guarda, enquanto em B e C estão representados os cortes transversais ao aparêlho estomatar. Êste, é atingido medianamente em B, e em sua porção terminal em C. As células subsidiárias projetam-se acima e abaixo das células guarda. Devido a esta disposição, os estômatos ficam alojados em depressões, também visíveis no corte paradérmico representado na Fig. 21 B.

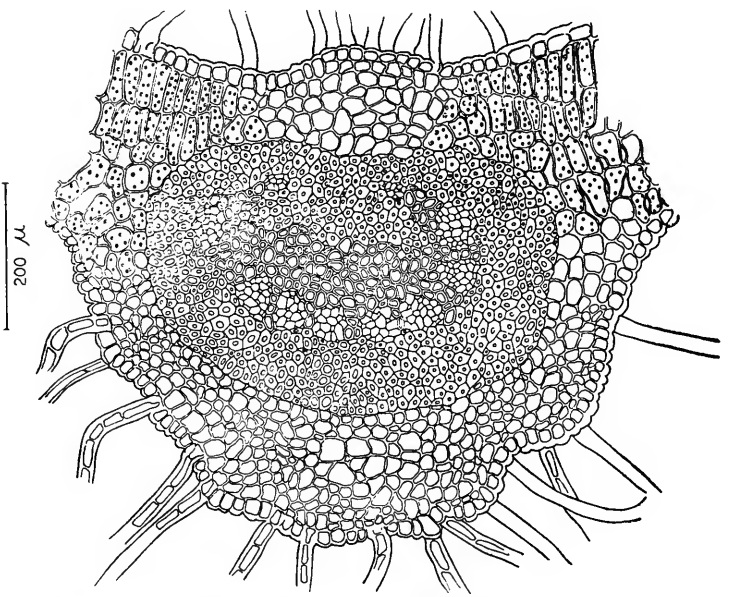


Fig. 23 — *Sweetia dasycarpa*. Corte transversal da nervura principal do folíodo.

A anatomia da região da nervura principal do folíolo é representada na Fig. 23. O corte transversal do feixe condutor revela estrutura colateral, sendo envolvido por uma bainha de esclerênquima. Parênquima incolor forma um massiço celular na face superior da nervura e envolve tôda a porção voltada para a face inferior do folíolo. O parênquima assimilador toca diretamente o esclerênquima nas áreas laterais do feixe. Tricomas são abundantes em ambas as faces do folíolo, especialmente ao longo da epiderme situada na zona da nervura principal. A estrutura do bordo do folíolo é visível na Fig. 24, que representa um corte transversal do mesmo. Os feixes condutores de tipo colateral, são envolvidos totalmente por esclerênquima. Nas nervuras de menor porte, ocorrem grupos de células parenquimáticas, desprovidas de cloroplastos, que se dispõem de tal maneira

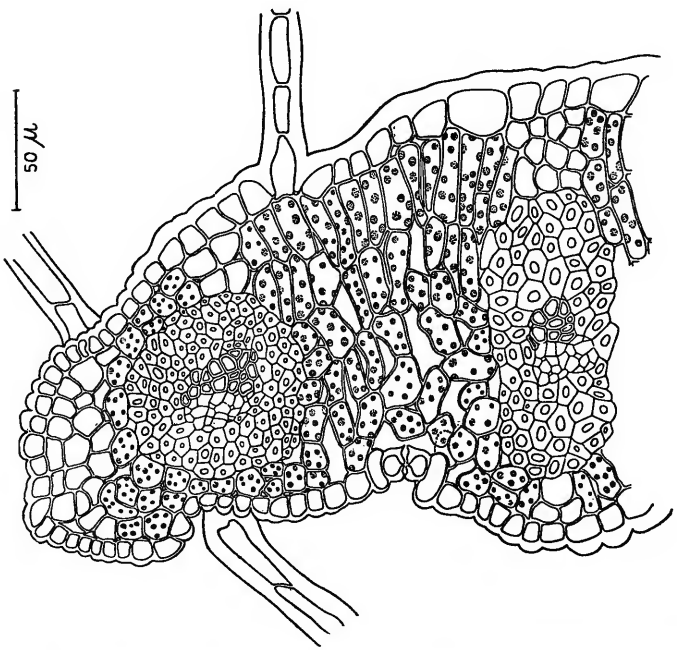


Fig. 24 — *Sweetia dasycarpa*. Corte transversal da lâmina de um folíodo, ao nível do seu bordo.

a atingirem as epidermes superior e inferior do folíolo. Funcionalmente, estas células desempenhariam o papel das extensões de bainha descritas por Wylie (18), apesar de não envolverem totalmente o feixe. O parênquima assimilador, chega até a proximidade da região terminal do bordo, que é ocupada por um grupo de células do parênquima incolor. Tricomas pluricelulares ocorrem em ambas as faces do folíolo.

Copaifera langsdorfii.

A epiderme que reveste os folíolos de Copaifera está representada na Fig. 25, A e B. Em A, podemos observar a epiderme ventral em vista frontal. Esta é glabra, desprovida de estômatos e constituida por células de diferentes tamanhos. As que recobrem a região ocupada pelos feixes, são bem maiores do que as que se localizam em áreas compreendidas entre os mesmos. A presença de cristais isolados é relativamente freqüente. As paredes verticais das células epi-

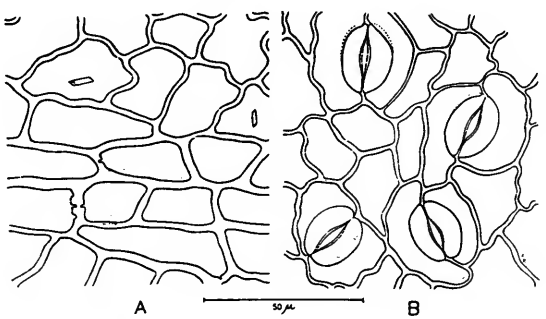


Fig. 25 — *Copaifera langsdorfii.* Epidermes ventral e dorsal, respectivamente em A e B.

dérmicas apresentam pontuações. A Fig. 25 B, representa a epiderme da face dorsal do folíolo. Os estômatos do tipo paracítico têm suas células subsidiárias projetadas acima das células guarda, porém não em tôda a superfície limitante. Por esta razão, em alguns cortes as células subsidiárias ficam situadas no mesmo nível das células estomatares. Tal fato pode ser observado na Fig. 26, que em A, B e C respectivamente, representa a estrutura do aparêlho esto-

matar em cortes longitudinal da célula guarda e transversal do estômato. Em A, é visível o pequeno refôrço que constringe levemente o lume celular. B e C representam os cortes transversais do estômato, obtidos de sua região mediana e extrema. A câmara sub-estomática é formada pelas células do parênquima lacunoso, que são bastante desenvolvidas.

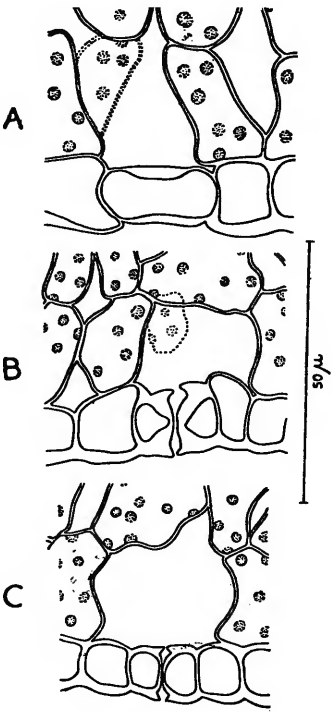


Fig. 26 — *Copaifera langsdorfii*. Corte transversal de um folíodo. A, B e C, representam respectivamente um corte longitudinal da célula guarda e cortes transversais ao aparelho estomatar, passando pela região mediana e pelos polos das células guarda.

Na Fig. 27, vemos um corte transversal do folíolo, atingindo sua nervura principal. O feixe condutor do tipo anficribal tem liber interrompido de espaço em espaço por traves do tecido lenhoso. O conjunto é envolvido por uma bainha de esclerênquima. Abaixo e

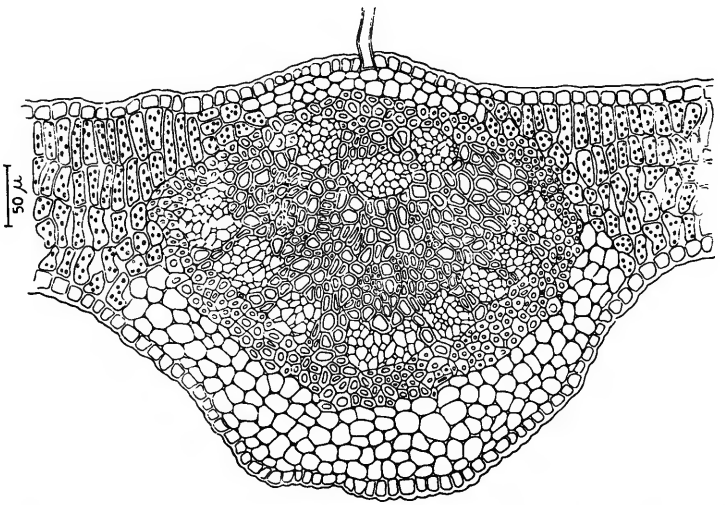


Fig. 27 — *Copaifera langsdorfii*. Corte transversal da nervura principal de um folíolo.

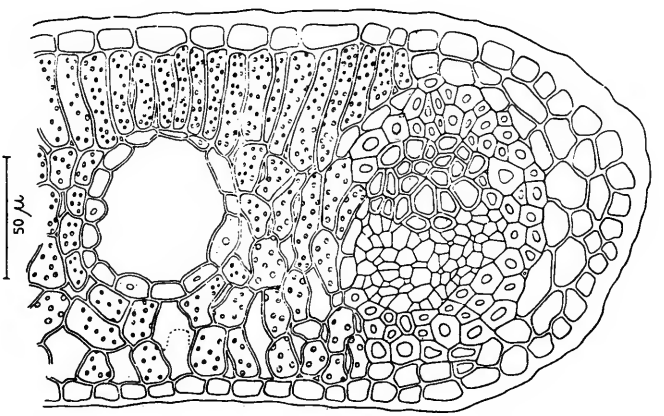


Fig. 28 — *Copaifera langsdorfii*. Corte transversal de um folíolo, ao nível de seu bordo. E' visível a estrutura secretora que acompanha freqüentes vêzes a região margignal.

acima do feixe, encontra-se parênquima desprovido de cloroplastos. As porções laterais do feixe, são limitadas por parênquima assimilador, cujas células são relativamente pequenas.

A anatomia do bordo do folíolo está representada na Fig. 28, obtida de um corte transversal. O feixe que acompanha a margem do folíolo, é de tipo colateral, sendo parcialmente envolvido por esclerênquima. A face interna da nervura limita com o parênquima assimilador e com algumas células do parênquima incolor. Êste, também é encontrado na região terminal do bordo. O parênquima assimilador, em Sweetia é representado pelos tecidos paliçádico e lacunoso que se estendem até a região do bordo. Na zona em que os dois tecidos se limitam ocorrem glândulas, bastante desenvolvidas.

Neea theifera.

A Fig. 29, em A e B, representa cortes paradérmicos das epidermes superior e inferior da fôlha de *Neea*. Tanto a epiderme ventral

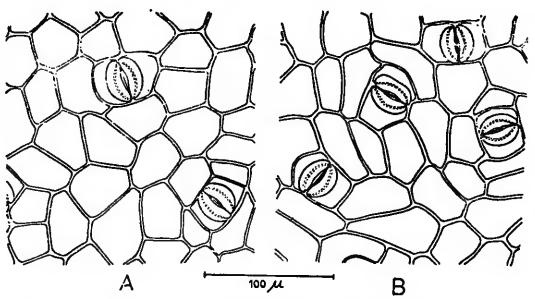


Fig. 29 — *Neea theifera*. Epiderme ventral e dorsal, em A e B respectivamente.

quanto a dorsal são glabras e estomatíferas, sendo o número de estômatos da epiderme dorsal maior do que o da ventral. Cada estômato é acompanhado por duas células subsidiárias, que se dispõem com o seu eixo maior, paralelamente às células guarda. Tanto na face superior como na inferior, as células subsidiárias se projetam acima e abaixo das células estomatares.

Na Fig. 30. Em A, B e C, estão representados pormenores dos elementos componentes do aparêlho estomatar de *Neea*.

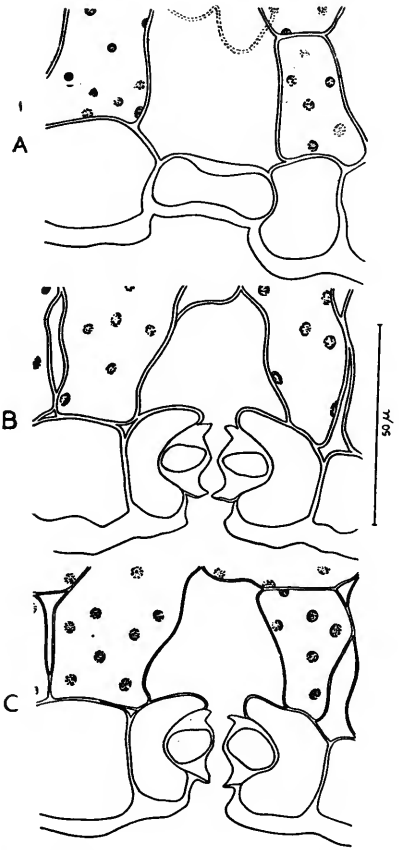


Fig. 30 — *Neea theifera*. Corte transversal da fôlha, mostrando em A uma célula guarda cortada longitudinalmente e em B e C, cortes transversais do estômato, passando pela região mediana e pelos polos das células guarda.

Nos três desenhos que compõem a figura, é visível a câmara formada acima do estômato, à custa da projeção das células subsidiárias. A câmara sub-estomática é bem desenvolvida em ambas as faces do limbo. A cutícula espêssa ao nível das células epidérmicas e subsidiárias acompanha as células guarda sob forma de uma fina película. O corte transversal da nervura mediana da fôlha, representado na Fig. 31, revela uma bainha de tecido esclerenquimático que envol-

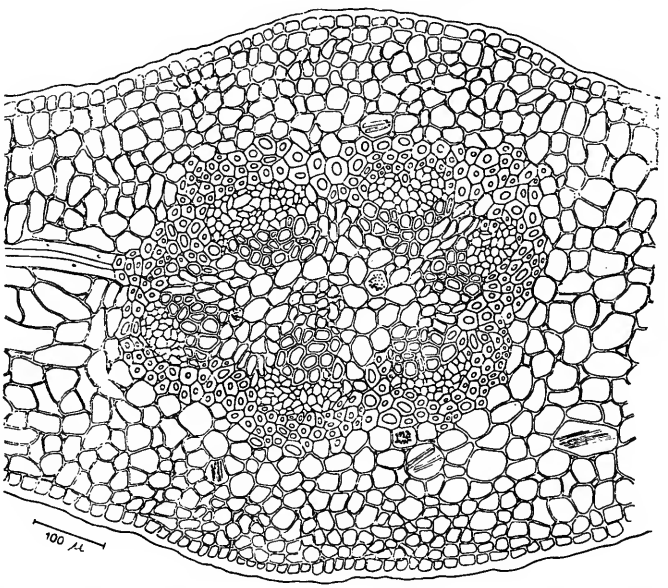


Fig. 31 — *Neea theifera*. Corte transversal da lâmina folhear, ao nível da nervura principal.

ve todo o feixe. Idioblastos providos de ráfides ou cristais tabulares, são comuns no parênquima incolor e no parênquima medular da nervura principal. As células da epiderme localizadas ao nível da nervura principal, quando vistas em corte transversal são menores do que as que revestem as partes restantes da lâmina folhear.

A Fig. 32 representa um corte transversal desta lâmina, na região de seu bordo. O feixe que acompanha a margem, é colateral, e uma camada de células esclerenquimáticas o envolve parcialmente. Parte do liber, fica em contato com células do parênquima incolor.

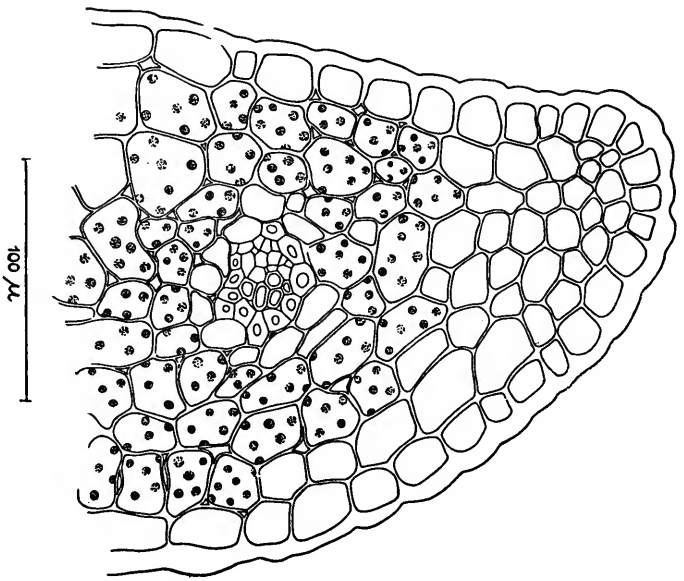


Fig. 32 — *Neea theifera*. Corte transversal da lâmina folhear, ao nível do seu bordo.

O parênquima assimilador circunda o feixe, sem contudo apresentar o aspecto típico de tecido paliçádico ou lacunoso. A porção terminal do bordo, por baixo da epiderme é ocupada por parênquima desprovido de cloroplastos. Em algumas paredes destas células é possível observar um espessamento angular. A cutícula que reveste a epiderme da região marginal não sofre alterações muito sensíveis em sua espessura.

Discussão

Ao fazermos a revisão dos dados bibliográficos necessários ao presente trabalho, verificamos que pràticamente nada foi acrescentado à literatura referente à anatomia das fôlhas de plantas do cerrado, desde a data em que publicamos nossa "Contribuição ao estudo da anatomia das fôlhas de plantas do cerrado", em colaboração com Ferri (11).

Os principais livros texto de Anatomia Vegetal, (5, 6, 9, 10 e 14) como já foi mencionado em nosso primeiro trabalho, apresentam apenas informações esparsas, e os dados anatômicos referentes às plantas de cerrado provem de publicações de pesquisadores do Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, que estavam interessados em esclarecer o comportamento das plantas pertencentes a esta associação vegetal em relação ao seu balanço hídrico (7, 8, 12). Assim em 1944, Ferri (7) chamou a atenção para as características anatômicas de plantas do cerrado. Mais tarde, em trabalho extenso, o mesmo autor (8) comparou do ponto de vista da anatomia folhear, plantas do cerrado e da caatinga, verificando que as últimas são pràticamente desprovidas de carateres xeromorfos, apesar de viverem em condições de sêca temporária intensa. Formulou então sua hipótese que tenta explicar a ausência de tais carateres em plantas que vivem em regiões sabidamente sêcas. Hoje sabemos que xerofitismo e xeromorfismo não precisam coexistir obrigotòriamente e que carateres xeromorfos podem ser encontrados em mesófitas e mais raramente em higrófitas (16). Sabemos também que xeromorfia, apesar de graus de variação, pode ser fixada genèticamente (6). De outro lado, os fatôres do meio podem condicionar o aparecimento de carateres xeromorfos em plantas providas de fôlhas de tipo normalmente mesomorfo (13).

A sêca representa apenas um dos fatôres que interferem na alteração da estrutura anatômica da fôlha. Deficiências de nutrientes e baixa temperatura podem induzir a formação de carateres xeromorfos com intensidade muito maior do que a falta de água (15).

Deficiências de nitrogênio (13) ou a presença de um filme muito tênue de água salgada sôbre as fôlhas de plantas que crescem ao longo da praia, condicionam aumento de suculência (4).

Arens, (1, 2) baseado nas observações de Ferri (8), elabora uma hipótese sôbre as causas do xeromorfismo. Passa a denominar esclerомorfismo o fenómeno que até então recebia o nome xeromorfismo e distingue entre escleromorfismo oligotrófico e escleromorfismo xérico.

As espécies por nós analisadas do ponto de vista puramente anatômico, revelam uma série de carateres xeromorfos, provàvelmente condicionados por deficiências na composição do solo. Arens,

Ferri e Coutinho (3) iniciaram pesquisas neste sentido, na região da qual são provenientes as espécies que analisamos quanto a sua estrutura interna. Os resultados obtidos por êstes pesquisadores falam a favor da existência de uma deficiência mineral.

É preciso porém estabelecer uma análise cuidadosa em relação ao fator deficiência mineral, pois um mesmo fenómeno anatômico pode ter sua origem em diferentes causas. Enquanto não conhecermos melhor o quadro da composição dos solos dos diversos cerrados e as variações que podem ocorrer dentro de um mesmo cerrado, preferimos analisar as espécies componentes desta associação tão interessante sob todos os pontos de vista, apenas anatomicamente, sem estabelecer causas ou generalizações, que poderiam ser apressadas.

Resumo

O autor, apresenta neste trabalho a análise pormenorizada das espécies constantes da lista que se segue: *Anacardium nanum* St. Hil., *Bombax gracilipes* Schum., *Tocoyena brasiliensis* Mart., *Sweetia dasycarpa Benth.*, *Copaifera langsdorfii* Desf. e *Neea thiefera* Oersted.. As espécies relacionadas procedem dos campos cerrados de Emas, Pirassununga (Estado de São Paulo), ocorrendo porém em outros cerrados do Brasil. Os resultados da análise folhear de cada uma das espécies, são:

Anacardium nanum — Epiderme provida de cutícula espêssa e de tricomas pluricelulares. Estômatos do tipo paracítico ocorrem em ambas as faces do limbo. Nervura principal envolvida por uma bainha interna de esclerênquima e outra externa de parênquima aquífero. Ductos resiníferos estão presentes especialmente ao nível do liber. Estômatos apresentando lume estreito na região mediana.

Bombax gracilipes — Cutícula espêssa, tricomas na face dorsal e células de diferentes tamanhos, caraterizam a epiderme em questão. Os estômatos presentes na face inferior do folíolo, apresentam células subsidiárias que cobrem parcialmente as células guarda. Esclerênquima ocorre com abundância, sob forma de fibras e células gelatinosas.

Tocoyena brasiliensis — A epiderme que reveste ambas as faces da fôlha é provida de pêlos unicelulares, de paredes grossas. Os

estômatos se distribuem desordenadamente em nichos geralmente delimitados pêlos tricomas. Os cortes longitudinal mediano e transversal mediano da célula guarda, revelam seu lume estreito. Nervura principal é do tipo anficribal. Idioblastos providos de drusas ocorrem no parênquima medular do feixe libero-lenhoso principal e no parênquima incolor ao redor do feixe. As nervuras de porte médio são providas de extensões de bainha.

Sweetia dasycarpa — Epiderme constituida por células irregulares. Tricomas ocorrem em ambas as faces e os estômatos localizam-se na dorsal, onde ficam alojados em depressões formadas a expensas das células subsidiárias. A nervura principal do folíolo é do tipo colateral, sendo envolvida por uma bainha de esclerênquima.

Copaifera langsdorfii — A epiderme que reveste o folíolo ventralmente é glabra e desprovida de estômatos. Cristais isolados ocorrem com relativa freqüência. Estômatos paracíticos apresentam um pequeno estreitamento na região mediana da célula guarda. O feixe condutor é do tipo anficribal na nervura principal do folíolo. Nervuras de menor porte são colaterais.

Neea theifera — Epiderme ventral e dorsal glabras e estomatíferas, variando porém o número de estômatos em ambas as faces. As células subsidiárias se projetam acima e abaixo das células estomatares. A cutícula acompanha as células guarda e subsidiárias, sob forma de um filme delicado. A nervura principal da fôlha é envolvida por uma bainha de esclerênquima. Idioblastos providos de cristais isolados ou ráfides são comuns no parênquima incolor e no parênquima medular da nervura principal. O feixe condutor que acompanha o bordo da fôlha é colateral.

Zusammenfassung

Der Verfasser legt in dieser Arbeit eine ausführliche Blattanatomie der in der folgenden Liste enthaltenen Arten vor:

Anacardium nanum, St., Hil. *Bombax gracilipes* Schum., *Tocoyena brasiliensis* Mart., *Sweetia dasycarpa* Benth, *Copaifera langsdorfii* Desf. und *Neea theifera* Oersted.

Die bezüglichen Arten stammen aus dem Cerrado von Emas, Pirassununga — Staat São Paulo — und kommen auch in anderen

Cerrados Brasiliens vor. Die Resultate inbezug auf jede der erwähnten Arten sind folgende:

Anacardium nanum: Epidermis mit verdickter Kutikula, spärlich behaart. Spaltöffnungen von Metcalfe's paracytischem Typus auf beiden Blattseiten. Hauptgefässbündel des Blattes von zwei Scheiden umschlossen, die innere aus Sklerenchym, die äussere aus wasserspeicherndem Parenchym.

Harzkanäle anwesend speziell im Phloem. Die Zellen der Spaltöffnung im medianem Längs — und Querschnitt gesehen, zeigen ein enges Lumen in der Mittelregion.

Bombax gracilipes: Kutikula verdickt Trichome auf der unteren Blattseite, die Zellen der Epidermis von verschiedener Grösse. Die Spaltöffnungen auf der dorsalen Seite des Blattes befindlich, sind teilweise von den Nebenzellen überdeckt.

Tocoyena brasiliensis. Die Epidermis, welche das Blatt überzieht, ist mit einzelligen, dickwandigen Haaren besetzt. Die Spaltöffnungen verteilen sich in unregelmässiger Weise in Nischen, welche von diesen Haaren abgegrenzt werden. Der mittlere Längsschnitt, sowie der mediane Querschnitt der Spaltöffnungszellen zeigen ein schmales Zellumen. Das Hauptgefässbündel ist amphycribal.

Drusenhaltige Zellen kommen im Markparenchym des Hauptgefässbündels vor sowie im parenchym um dasselbe.

Die kleineren Gefässbündel besitzen Verlängerung der Bündelscheide.

Sweetia dasycarpa: Die Epidermis besteht aus unregelmässigen Zellen; Haare auf beiden Seiten des Blattes; Spaltöffnungen nur auf der dorsalen Seite, in kleinen Depressionen, welche durch die Nebenzellen hervor gerufen werden. Das Hauptgefässbündel des Teilblattes ist colateral und von einer Sklerenchymscheide umhüllt.

Copaifera langsdorfii: Die Epidermis, welche das Teilblatt umschliesst, weist Spaltöffnungen nur auf der dorsalen Seite auf. Die Spaltöffnungen von paracytischem Typ, zeigen im medianen Längsschnitt eine leichte Verengung. Hauptleitungsgefässbündel des Teilblattes amphycribal und die kleineren Leitungsbündel colateral.

Neea theifera: Die ventrale und dorsale Epidermis unbehaart und mit Spaltöffnungen ausgerüstet. Die Anzahl der Spaltöffnungen auf beiden Seiten jedoch verschieden. Die Nebenzellen projektieren

sich oberhalb und unterhalb der Spaltöffnungszellen. Hauptleitungsbündel des Blattes von Sklerenchymscheide umgeben und colateral. Idioblasten entweder mit einzelnen Kristallen oder Raphiden.

BIBLIOGRAFIA

1 — Arens, Karl — 1958 — Considerações sôbre as causas do xerofitismo foliar. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. Univ. São Paulo 224, Botânica 15: 25-56.

2 — Arens, Karl — 1958 — O cerrado como vegetação oligotrófica. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. Univ. São Paulo 224, Botânica 15: 59-77.

3 — Arens, K., M. G. Ferri e L. M. Coutinho — 1958 — Papel do factor nutricional na economia d'água de plantas do cerrado Rev. Biol. 1 (3-4): 313-324.

4 — Boyce, S. G. — 1954 — The salt spray community. Ecological Monografs 24: 29-67. Citado em Esau, K. — Anatomy of seed plants. John Wiley and Sons, N. York. 1960.

5 — Esau, K. — 1953 — Plant Anatomy. John Wiley and Sons. N. York.

6 — Esau, K. — 1960 — Anatomy of seed plants. John Wiley an Sons N. York.

7 — Ferri, M. G. — 1944 — Transpiração de plantas permanentes dos cerrados. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. Univ. São Paulo 41, Botânica 4: 159-224.

8 — Ferri, M. G. — 1955 — Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. Estudo comparativo da economia d'água de sua vegetação. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. Univ. São Paulo 195, Botânica 12: 1-170.

9 — Haberlandt, G. — 1924 — Physiologische Pflanzenanatomie. Ed. Wilhelm Engelmann, Leiptzig.

10 — Metcalfe, C. R. and L. Chalk. — 1950 — Anatomy of the dicotyledons. 2 vols. Clarendon Press, Oxford.

11 — Morretes, B. L. e M. G. Ferri. — 1959 — Contribuição ao estudo da anatomia das fôlhas de plantas do cerrado. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. Univ. São Paulo 243, Botânica 16: 7-70.

12 — Rachid, M. — 1947 — Transpiração e sistemas subterrâneos da vegetação de verão dos campos cerrados de Emas. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. Univ. São Paulo 80, Botânica 5: 5-140.

13 — Shields, L. M. — 1950 — Leaf xeromorphy as related to physiological and structural influences. Bot. Rev. 16: 399-447.

14 — Solereder, H. — 1908 — Systematic anatomy of the dicotyledons. Ed. 2 vols. Clarendon Press, Oxford.

15 — Stalfeldt, M. G. — 1956 — Morphologie und Anat/mie des Blattes als Transpirationsorgan. In Handbuch der Pflanzenphysiologie 3: 323-341. Springer-Verlag, Berlin.

16 — Stocker, O. — 1956 — Die Dürreresistenz. In Handbuch der Pflanzenphysiologie 3: 676-741. Springer-Verlag, Berlin.

17 — Villaça, H. e M. G. Ferri — 1954 — On the morphology of the stomata of *Eucalyptus tereticornis, Ouratea spectabilis* and *Cedrella fissilis*. Bol. Fac. Fil., Ciên. Letr. Univ. São Paulo 173, Botânica 11: 31-52.

18 — Wylie, R. B. — 1952 — The bundle sheath extension in leaves of dicotyledons. Amer. Jour. Bot. 41: 186-191.

FORMAÇÃO DO GAMETOFITO EM *SYMPHYOGYNA BRASILIENSIS* NEES E *SYMPHYOGYNA ASPERA* STEPHANI (HEPATICAE).

K. G. HELL

FORMAÇÃO DO GAMETOFITO EM *SYMPHYOGYNA BRASILIENSIS* Nees E *SYMPHYOGYNA ASPERA* Stephani. (HEPATICAE)

K. G. HELL
Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.
Caixa Postal 8105, São Paulo — S. P.

INTRODUÇÃO

A germinação dos esporos e o desenvolvimento do jovem talo já é conhecida em muitas hepáticas. Dentre as que ainda falta analisar, encontra-se o gênero *Symphyogyna* Nees & Montagne. Êste gênero foi colocado na família Pallaviciniaceae, da ordem Metzgeriales (Jungermanniales Anakrogynae), por Evans (1939). O gênero *Symphyogyna* é encontrado nos trópicos do Hemisfério Sul — África, Oceanía e América do Sul (Herzog 1926, Evans 1925, 1927, Arnell 1963). A esporogênese de *Symphyogyna aspera* foi investigada por Mc Cormic (1914) e a de *Symphyogyna brasiliensis,* por Haupt (1943).

MATERIAL E MÉTODOS

Os esporos são provenientes de plantas coletadas na Reserva Florestal "Parque do Estado", na Água Funda, São Paulo, patrimônio do Instituto de Botânica da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

Symphyogyna brasiliensis. Os esporos são esféricos e medem 25 a 29μ de diâmetro. O exospório é espêsso, possuindo uma ornamentação constituida por tubérculos e cristas. As cristas anastomosam-se formando uma rêde incompleta (Fig. 19). Esta rêde é muito reduzida na área em que esteve em contacto com os outros esporos da tétrade (Fig. 20). O esporo apresenta uma côr marron-amarelado. A inoculação dos esporos foi feita imediatamente após a coleta

do material, em dezembro de 1964, janeiro e março de 1965. As plantas de cujas cápsulas retiramos os esporos, estão depositadas no herbário do Departamento de Botânica da FFCL USP, (leg. KG Hell, 1043. SP-F).

Symphyogyna aspera. Os esporos são esféricos e medem 17 a 25μ de diâmetro. O exospório é espesso, possuindo uma ornamentação constituida por cristais que se anastomosam entre si, formando uma rêde contínua (Fig. 21). Nos pontos de contacto da tétrade, a rêde é apenas esboçada (Fig. 22). O exospório tem uma côr marron-amarelado. Existem numerosos cloroplastos no interior do esporo. A presença dêstes cloroplastos confere uma côr esverdeada ao esporo. A inoculação dos esporos foi feita imediatamente após a coleta do material, em julho de 1964 e junho de 1965. As plantas de cujas cápsulas retiramos os esporos, estão depositadas no herbário do Departamento de Botânica da FFCL USP (leg. KG Hell, 1044. SP-F).

As culturas foram feitas em placas de Petri. Utilizamos pequenos pedaços de argila cozida, obtidos de fragmentos de vasos do tipo encontrado no comércio. Por ocasião da coleta das plantas cujas cápsulas forneceram os esporos, apanhamos também um pouco da terra sôbre a qual estas plantas cresciam. Os fragmentos de argila cozida foram colocados nas placas de Petri e cercados com esta terra, até os bordos. Cada um dêstes conjuntos foi esterilizado em autoclave. Adicionamos água de chuva à terra, no interior das placas, o suficiente para mantê-la sempre bem úmida. A água passava para os pedaços de argila por capilaridade. O pH desta solução manteve-se entre 6 e 7 durante o tempo em que as observações foram realizadas. Os esporos foram inoculados sôbre os pedaços de argila cozida. Tôdas as culturas foram desenvolvidas no interior de uma sala, em temperatura ambiente. As placas foram colocadas em frente a uma janela voltada para nordeste, recebendo apenas luz indireta. O material foi examinado ao vivo e desenhado com o auxílio de uma câmara clara.

RESULTADOS

As diversas fases, no que pudemos acompanhar, coincidem para as duas espécies analisadas. Ao redor do quinto dia, após a ino-

culação, os esporos apresentam-se com seu volume muito aumentado, possuindo uma forma ovóide mais ou menos acentuada. Nesta época o exospório rompe-se, segundo uma linha irregular. O exospório permanecerá por longo tempo sôbre a primeira célula, como uma calota (veja a célula "1" na Fig. 1, 16, 17 e 18). O esporo continua a aumentar de volume e finalmente se divide por uma parede equatorial, em duas células aproximadamente iguais. Chamamos de célula "1" a que fica mais ou menos coberta pela calota do exospório, e de "A_1" à outra (Fig. 1). A célula "1" não mais se divide, pelo menos até onde nos foi possível acompanhar. A célula "A_1" cresce e se divide em duas células: "2" e 'A_2". Êste último plano de divisão e a parede equatorial anteriormente formada, por ocasião da primeira divisão, são relacionáveis com as dimensões relativas que a célula "A_1" apresenta no momento que ocorre a clivagem. Quando o diâmetro equatorial fôr aproximadamente igual à altura da célula, o plano de clivagem forma-se segundo uma direção quase perpendicular, ou geralmente um pouco inclinada em relação ao plano equatorial (Fig. 2). Nas células em que a altura é maior do que o diâmetro do plano equatorial, o nôvo plano de clivagem passa a ser muito inclinado (Fig. 13 e 14) ou até quase paralelo ao plano equatorial (Fig. 11 e 12). A célula "A_2" cresce (Fig. 3) e se divide em duas células: "3" e "A_3". A direção dêste último plano de clivagem também é relacionável com as dimensões da célula "A_2", da mesma forma como no caso anterior, e dando como resultado, planos de clivagem que vão desde a direção mais ou menos paralela ao primeiro septo formado — o plano equatorial — (Fig. 4), até quase perpendicular aos dois planos que se sucederam (Fig. 6). A célula "A_3" cresce (Fig. 7) e se divide em '4" e "A_4" (Fig. 5, 17 e 18). A célula "A_4" origina "5" e "A_5" (Fig. 8, 16), e esta depois "6" e "A_6" (Fig. 10) e assim por diante. De acôrdo com a posição relativa que êstes diversos planos de clivagem mantêm entre si, formam-se estruturas cujas células estão agrupadas compactamente, ao lado de outras, onde as células se dispõem originando um filamento unisseriado. Se a segmentação foi mais ou menos compacta, as células se reagrupam, formando inicialmente uma placa na qual, por compressão mútua, as células adquirem o aspecto poligonal caraterístico dos tecidos vegetais (Fig. 10). Agora começam a ocorrer divisões secundárias

(Veja células "B_9" e "C_9" da Fig. 9), que levam à formação de uma estrutura cilíndrica, de várias células de espessura (Fig. 9, 23). A segmentação que originou estruturas filamentosas, pode continuar por mais tempo neste mesmo padrão, porém acaba sempre originando uma estrutura cilíndirica também (Fig. 25). Entre a forma em placa e a forma filamentosa existem tôdas as fases intermediárias possíveis (Fig. 15 e 16). A estrutura cilíndrica possui células grandes cujo maior diâmetro é paralelo ao eixo longitudinal da plântula. Neste estágio reconhece-se uma região dorsal, com células regularmente arranjadas (Fig. 27) e uma região ventral, cujas células estão mais ou menos irregularmente dispostas, ou pelo menos, são salientes. Existe também uma região anterior e uma posterior. Na região anterior distingue-se a célula apical, já com seu aspecto morfológico típico, e na região posterior-ventral, ainda se percebe a primeira célula, com sua calota de exospório. As células da região ventral originam rizóides que vão ancorar o jovem gametófito ao substrato (Fig. 24, 28). A plântula cresce sempre segundo o plano horizontal, independentemente do ângulo que o substrato forma com a horizontal. Quando o substrato é horizontal, a plântula desenvolver-se paralela a êle, porém ligeiramente afastada. Na região anterior desenvolvem-se papilas mucilaginíferas, sempre voltadas para o ápice. O crescimento continua, originando-se logo, na região anterior, as alas uniestratificadas, horizontais, de ambos os lados da porção cilíndrica, que agora passa a ser a nervura mediana da planta. Esta adquire as dimensões caraterísticas da espécie, iniciando também as ramificações apicais (Fig. 26, 29). Em outubro de 1965 as plantas de *Symphyogyna brasiliensis*, com quatro meses de idade, tornaram-se férteis.

Verificamos que as plantas que se desenvolveram inicialmente com um aspecto filamentoso, cresciam em direção à luz, e que êste tipo de desenvolvimento se dava em esporos que se encontravam no fundo de depressões do substrato e em pontos onde os esporos ficavam quase que sempre mergulhados na água.

CONCLUSÕES

As fases iniciais do processo de germinação de *Symphyogyna brasiliensis* e de *Symphyogyna aspera* podem apresentar estruturas mor-

fològicamente muito distintas. Existe uma forma em placa e uma forma filamentosa unisseriada, havendo tôda uma gama de formas intermediárias entre uma e outra. As duas formas terminam originando uma estrutura cilíndrica, a partir da qual se desenvolve a planta adulta.

O aspecto morfológico dos estágios muito jovens é decorrente do tipo de divisão celular e êste é relacionável às dimensões relativas da célula responsável pelo crescimento, no momento em que ela se divide.

Tanto na forma em placa, como na filamentosa, o crescimento é do tipo apical (veja a célula "A" em tôdas as figuras), sendo que apenas o aspecto morfológico da célula apical é que varia. O aspecto morfológico típico para a espécie aparece apenas nos estágios mais avançados do desenvolvimento. Porém, não é o seu aspecto que determina se é ou não uma célula apical, mas sim a propriedade de formar novos segmentos. Não há, pois, uma fase de protonema em *Symphyogyna,* uma vez que podemos demonstrar a origem desta célula apical já no estágio de duas células apenas.

As formas filamentosas ocorrem tanto quando a intensidade luminosa é baixa como quando a umidade é alta. A capacidade de originar estágios filamentosos parece-nos ser de importância ecológica, pois por êste mecanismo o esporo microscópico (17 — 29μ de diâmetro) caindo entre as partículas do solo, ao se desenvolver eleva ràpidamente o seu ápice vegetativo em direção à condições mais favoráveis.

O aspecto de alguns estágios do desenvolvimento de *Symphyogyna* é muito semelhante aos figurados por diversos autores que estudaram a germinação de *Riccardia* e *Metzgeria,* gêneros afins a *Symphyogyna*.

O fato de que não é visível uma região predeterminada para a ruptura do exospório, indica que, provàvelmente, não existe uma polaridade no esporo, anterior à sua germinação.

DISCUSSÃO

Muitos autores que trabalham em germinação de esporos de hepáticas utilizam meios líquidos ou agar-mineral em suas pesquisas

(cf. Müller, 1951). Êstes métodos são excelentes para estudar problemas da nutrição; porém, se levarmos em conta que a planta a ser estudada se desenvolve na Natureza, sôbre substratos sólidos, e que nada sabemos do requerimento nutricional da espécie para que ela se desenvolva normalmente, vemos que êstes métodos trazem em si uma séria desvantagem se quizermos estabelecer a seqüência de fases do desenvolvimento. O perigo de que formas anormais, ou que apenas uma das expressões possíveis da norma de reação da planta, sejam consideradas como o "padrão" do material em estudo, deve sempre ser considerado.

Nas hepáticas, dá-se o nome de protonema à tôda estrutura originada a partir da germinação do esporo e que se desenvolve antes da diferenciação da célula apical (cf. Müller, 1951). Foi considerando êste conceito e homologando a célula terminal, à célula apical tanto da forma em placa como da filamentosa, que consideramos a inexistência de um protonema em *Symphyogyna*. É necessário acompanhar a seqüência com que as clivagens se processam afim de identificar a célula apical. A simples observação de uma estrutura filamentosa que não apresente uma célula morfològicamente identificável como uma célula apical, não nos habilita a concluir quanto à sua natureza.

A possibilidade de que fatôres externos, tais como baixa intensidade luminosa e deficiências nutricionais do substrato influenciem o desenvolvimento do jovem gametófito é citada por vários autores, como Goebel (1930), Chalaud (1932), Müller (1951), entre outros.

Goebel (1928) considera que a célula apical do tipo que ocorre em *Symphyogyna* ("Zweischneidige Scheitelzelle") tem a sua origem devido a uma "alternância pendular" dos septos anticlinais, afirmando também que esta propriedade é devida às "condições internas de simetria" e que estas seriam influenciáveis por fatôres externos, sem no entanto especificar como êstes processos se passam.

O que observamos quanto à variabilidade na direção do plano de clivagem, conforme a dimensão da célula, está em concordância com o que estabelece a chamada "Lei de Errera" (cf. Thompson, 1942).

A existência de fases filamentosas nas Metzgeriales já foi verificada anteriormente por alguns autores, no entanto nenhum pro-

curou homologar estas formas com as fases em placa, mas consideraram-nas sempre como característica da espécie ou gênero em questão. Em nenhum caso foi descrita a seqüência do processo, portanto, podemos comparar apenas o aspecto estático, representado pelas figuras que cada autor apresenta, o que não exclui, é evidente, a possibilidade de que a seqüência de fases seja diferente, e nós estaremos então, comparando estruturas apenas aparentemente semelhantes. Leitgeb (1877) descreve alguns estágios da germinação de *Riccardia palmata* (cf. *Aneura palmata*) e suas figuras mostram estágios filamentosos terminando em porção plurisseriada. Clapp (1912) cita um "protonema talóide" em *Riccardia pinguis* (cf. *Aneura pinguis*), e considera que a célula apical se origina pela formação de um "septo inclinado", na segunda divisão celular. Goebel (1928) representa uma fase filamentosa em *Metzgeria furcata* e posteriormente (1930), cita o gênero *Riccardia* (cf. *Aneura*) como possuindo um protonema filamentoso. Nehira (1962) corrobora as observações de Clapp, afirmando que não existe um protonema em *Riccardia pinguis*, uma vez que a célula apical se diferência através do "septo inclinado", mas ao mesmo tempo cita *Riccardia multifida*, *Riccardia sinnuata* e *Riccardia nagasakiensis* como possuindo protonemas filamentosos.

RESUMO

A germinação e os estágios jovens de *Symphyogyna brasiliensis* e *Symphyogyna aspera* foi acompanhada com a finalidade de estabelecer a seqüência de fases com que se processa.

Não existe um período de repouso entre a dispersão dos esporos e o início da germinação. Aparentemente não existe uma polaridade no esporo, anterior à germinação. Ocorrem dois padrões de desenvolvimento durante os estágios mais jovens — uma forma filamentosa e uma forma em placa. Êstes dois padrões constituem uma resposta da planta às condições do ambiente no momento. A célula anterior do filamento ou da placa é homóloga à célula apical. Esta célula divide-se conforme o previsto por Errera (cf. Thompson, 1942). Não há um protonema, de acôrdo com a definição de protonema,

correntemente em uso (cf. Müller, 1951). A forma filamentosa constitui uma importante possibilidade de sobrevivência, uma vez que facilita o desenvolvimento do esporo, mesmo em condições que não sejam ideais. A possibilidade de que os "protonemas filamentosos" descritos para os gêneros afins, *Metzgeria* e *Riccardia,* constituam apenas uma das expressões da norma de reação das plantas em questão, é sugerida.

SUMMARY

The genus *Symphyogyna* is a thallose hepaticae belonging to the family Pallaviciniaceae, order Metzgeriales (apud Evans, 1939). Through spore cultures the earlier stages in gametophytic development were followed. The course of the development is influenced by ambiental factors, such as light and humidity. Two sporeling patterns were stablished: the thalloid type and the filamentous type. Observation showed that the apical cell may be iddentified at a stage as early as the two celled stage, not because its shape, but because its characteristic way to cut derivatives. It follows that there is no formation of a protonematal stage. The filamentous stage is not considered as being a protonematal stage but just an ambiental modification of the thalloid type, being all intermediate stages present. The apical cell divides as postulated by Errera (cf. Thompson, 1942). Apparently the polarity is only established at the first division of the spore. The hability to develop either as a thalloid or as a filamentous stage is considered as an important ecological factor, because it allows the young plant to thrive very quikly into better ambiental conditions. The possibility that the "filamentous protonemata" known as occuring in some related genera (as *Metzgeria* — Goebel, 1928; and *Riccardia* —Nehira 1962) are one of the two developmental patterns described in the present paper for *Symphyogyna,* is also suggested.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ARNELL, SIGFRID. 1963. Hepaticae of South Africa. Swedish Natural Science Research Council. Stockholm. 411 pp.

CHALAUD, G. 1932. Germanation des spores et phase protonemique "in" *F. Verdoorn,* Manual of Bryology. The Hage. 486 pp.

CLAPP, G. L. 1912. The life history of *Aneura pinguis*. The Botanical Gazette, *54*: 177 — 193.

HERZOG, Th. 1926. Geographie der Moose. Gustav Fisher, Jena. 440 pp. 8 Taf.

EVANS, ALEXANDER W. 1925. The lobate species of *Symphyogyna*. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences, *27*: 1 — 50.

EVANS, ALEXANDER W. 1927. A further study of the American species of *Symphyogyna*. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences, *28*: 295 — 354.

EVANS, ALEXANDER W. 1939. The classification of the Hepaticae. Botanical Review, *5*: 49 — 96.

GOEBEL, K. 1930. Organographie der Pflanzen. Zweiter Teil. Bryophyten-Pteridophyten. 3. Aufl. Gustav Fischer. Jena: 643 — 1378.

HAUPT, ARTHUR W. 1943. Structure and development of *Symphyogyna brasiliensis*. The Botanical Gazette, *105*: 193 — 201.

LEITGEB, HUBERT. 1877. Untersuchungen ueber die Lebermoose. III Heft. Die Frondosen Jungermannieen. O. Deistung. Jena. 144 pp. Taf. I — IX.

Mc CORMICK, FLORENCE A. 1914. A study of *Symphyogyna aspera*. The Botanical Gazette, *58*: 401 — 418. Tab. XXX — XXXII.

MÜLLER, KARL. 1951 — 1954. Die Lebermoose Europas, "in" *Rabenhorst's* Kryptogamen-Flora. 3. Aufl. Lieferung 1 — 5. Akademische Verlagsgesellschaft Gees & Porting. Leipzig. 756 pp.

NEHIRA, KUNITO. 1962. The germination of spores in Hepaticae. 4. Two types of sporeling pattern in the *Riccardia*. Hikobia. Journal of the Hiroshima Botanical Club, *3*: 96 — 100.

THOMPSON, D'ARCY WENTWORTH. 1942. On Growth and Form. Cambridge University Press. 1116 pp.

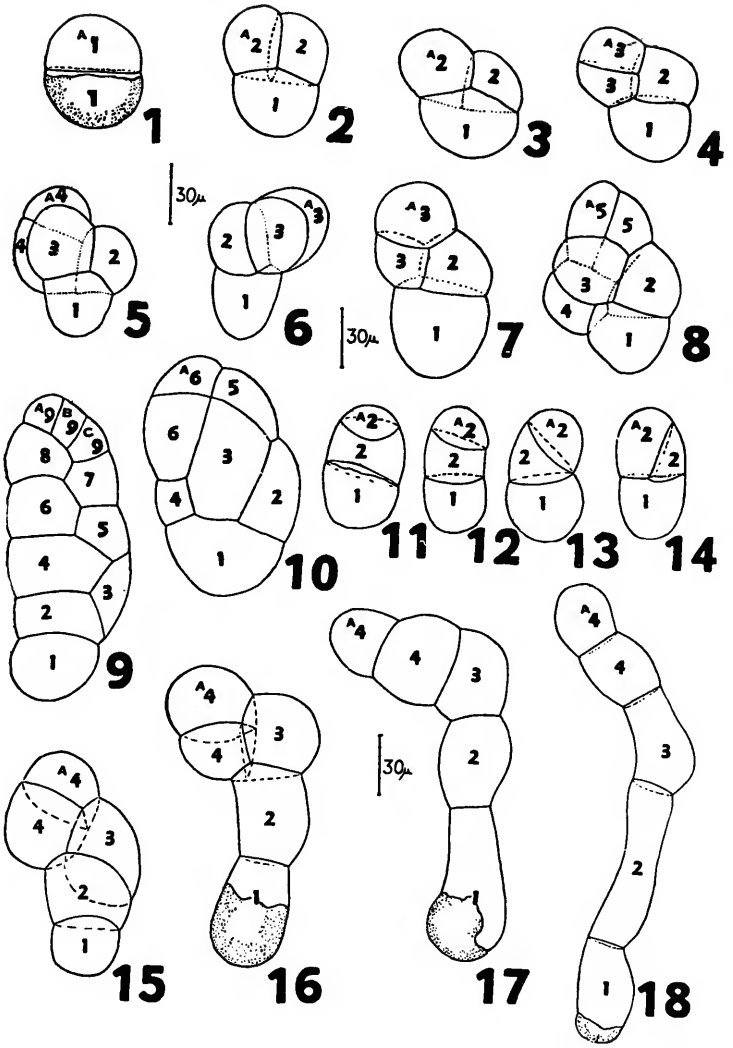
PRANCHA I

Fig. 1 a 10 — Estágios sucessivos da germinação do tipo em placa.

Fig. 11 a 18 — Vários estágios da germinação do tipo filamentoso. Em tôdas as figuras "A" representa a célula apical, "B" e "C" as divisões secundárias e os números nas células indicam a ordem de divisão.

Symphyogyna brasiliensis: Fig. 1, 3 a 8, 10, 15 a 18.

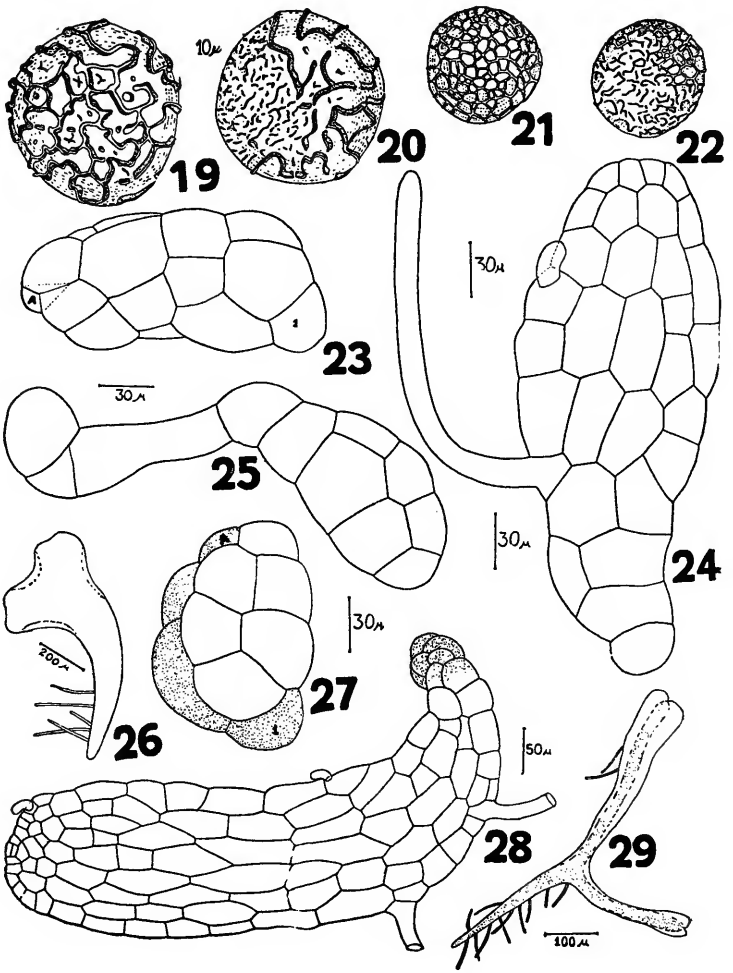
Symphyogyna aspera: Fig. 2, 9, 11 a 14.


1
2
3
4
30µ
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

PRANCHA II

Fig. 19 a 22 — Esporos. Fig. 23, 25, 27 — Formação da estrutura cilíndrica. Fig. 24, 28 — Formação dos rizóides. Fig. 26, 29. Ramificação e passagem para planta adulta.

Symphyogyna brasiliensis: Fig. 19, 20, 23, 27, 29.
Symphyogyna aspera: Fig. 21, 22, 24, 25, 26, 28.


10µ
19
20
21
22
30µ
23
30µ
25
30µ
24
200µ
26
30µ
27
50µ
28
29
100µ

CRESCIMENTO APICAL E MULTIPLICAÇÃO VEGETATIVA EM *SYMPHYOGYNA ASPERA* STEPHANI (HEPATICAE).

K. G. HELL

CRESCIMENTO APICAL E MULTIPLICAÇÃO VEGETATIVA EM SYMPHYOGYNA ASPERA Stephani. (HEPATICAE)

K. G. HELL
Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.
Caixa Postal 8105 — São Paulo.

INTRODUÇÃO

A determinação dos fatôres que influenciam o processo de reprodução sexuada nas briófitas, vêm sendo intensivamente estudados nestes últimos anos, com a finalidade de esclarecer o papel que os diversos agentes ambientais e fisiológicos exercem sôbre a indução e o desenvolvimento do processo de sexualização. Como decorrência dêstes estudos, importantes progressos já foram obtidos neste campo (cf. Benson-Evans, 1961). Por outro lado, pràticamente nada se sabe a respeito dos possíveis mecanismos reguladores dos inúmeros processos de multiplicação vegetativa que ocorrem nestas mesmas plantas.

Planejamos observar as transformações que os componentes de uma mesma população natural apresentassem durante um período vegetativo completo, afim de detectar a existência ou não de um ou mais agentes relacionáveis com a indução e o desenvolvimento da multiplicação vegetativa. A partir de observações no campo, planejamos as experiências realizadas no laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Escolhemos o gênero SYMPHYOGYNA devido à extraordinária abundância com que ocorre nos arredores da cidade de São Paulo. A espécie *Symphyogyna aspera* Stephani, foi escolhida por ser uma planta relativamente grande, e porque demonstrou, em observações preliminares, possuir um ciclo biológico bastante regular, tornando a

população bastante homogênea sob êste aspecto. Esta espécie tem ampla distribuição geográfica na América, ocorrendo desde o México até a Argentina (cf. de Menendez, 1961). Cresce preferencialmente sôbre barrancos muito úmidos no interior da mata, e às vêzes é encontrada também sôbre paus podres e pedras.

A) Observações de campo —

Analisamos as plantas de uma grande população que cresce em um barranco da chamada "Picada Gardner", na Reserva Florestal do "Parque do Estado", patrimônio do Instituto de Botânica da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. Amostras, retiradas ao acaso, foram coletadas no início de cada mês sendo analisados, indistintamente, todos os indivíduos de cada amostragem. Analisamos um total de 2937 plantas, durante um período de 13 meses consecutivos, de fevereiro de 1964 a fevereiro de 1965, inclusive. Estas plantas encontram-se guardadas no Herbário do Departamento de Botânica da FFCL USP. (leg. KG Hell, n.º 1045, SP-F.).

As observações foram feitas em plantas vivas, sendo os cortes necessários feitos à mão livre. Os desenhos foram feitos com o auxílio de uma câmara clara.

B) Observações em material de Herbário —

Examinamos uma série de exsicatas que nos foram cedidas pelo Museu Sueco de História Natural, de Estocolmo, Suécia. A finalidade destas observações foi a de verificar se os mesmos fenômenos verificados na população em estudo, ocorriam também em outras localidades e em outra época.

C) Parte experimental —

As experiências foram realizadas em duas séries sucessivas e independentes, em fevereiro e em março de 1965. As plantas usadas foram separadas dos tapêtes em que cresciam e transplantadas para as placas de Petri e para vasos de cerâmica porosa, sôbre terra proveniente do próprio local de onde cresciam. As placas e os vasos foram colocados em uma estufa de vidro, onde permaneceram sob as condições de temperatura e iluminação reinantes naquele local e naquela época, em São Paulo. Foi testado o comportamento de 150 plan-

tas e de igual número de plantas-contrôle, quanto à relação entre o ápice e as "gemas dormentes" de ramos laterais. Cortamos as plantas em três porções, de tal forma que em apenas uma permanescesse a região apical.

Procuramos verificar:

a) se com êste tratamento surgem os ramos ventrais, e em caso positivo, como, quando e onde.
b) se há alguma relação entre a forma da planta, antes do tratamento (número de hastes, bifurcações), a idade ou o sexo, e as modificações observadas.
c) se ocorrem outras modificações nas plantas tratadas.

Esta experiência foi feita com 5 lotes de 30 plantas cada, divididos conforme sexo e número de hastes.

RESULTADOS

A) *Observações de campo* —

a) *Aspecto da planta*. As plantas desenvolvem-se prostradas, muito emaranhadas umas com as outras, formando em conjunto, densos tapêtes. Os rizóides existentes na base de um curto rizoma fixam a planta ao substrato; às vêzes os rizóides se desenvolvem em extensões maiores, não respeitando apenas o rizoma. A partir dêste, a planta cresce, no início ligeiramente ascendente e depois paralela ao substrato e ligeiramente afastada dele. O ápice às vêzes toca o substrato, e quando isto acontece, nesse ponto formam-se rizóides. A porção mediana apresenta uma nervura, conspícua, pluriestratificada, que se resolve gradualmente, em ambos os lados, nas alas uniestratificadas. A nervura mediana encerra no seu interior, um ou mais feixes de células prosenquimáticas (Fig. 18). As alas são inteiras, partidas ou lobadas. Quando lobadas, os lobos são arredondados, atingindo a reentrância, mais da metade da distância da borda à nervura. Freqüentemente o mesmo talo tem porções partidas e lobadas, dando ao conjunto um aspecto bastante assimétrico. As bordas são lisas, isto é, sem dentes. Existem numerosas papilas mucilaginíferas nas margens das alas. Em tôdas as amostragens, em qualquer época do

ano, encontramos tanto plantas com uma só região apical (Fig. 2), como plantas bifurcadas, com mais de uma região apical (Fig. 3). Podemos ter apenas uma bifurcação, e então, a planta terá duas hastes terminais — com as respectivas regiões apicais (Fig. 3); duas bifurcações, com três a quatro hastes terminais (Fig. 4 e 5); três ou mais bifurcações com cinco ou mais hastes terminais (Fig. 16). Cada haste terminal possui sua própria célula apical. Em alguns meses do ano, ocorrem plantas que são constituídas pràticamente pela combinação de dois dos tipos descritos acima (Fig. 16). Algumas plantas apresentam ramos ventrais (inovações ventrais ou ramos adventícios), que se originam a partir do lado ventral da nervura mediana. Êstes ramos crescem por algum tempo ligados à planta que os originou, porém, de um modo geral, logo se separam, constituindo cada uma, um indivíduo independente (Fig. 6). As plantas são de sexos separados. As masculinas são sempre menores que as femininas, e apresentam os anterídios dispostos sôbre a nervura mediana dorsal. Os anterídios ficam densamente agrupados e cada um é recoberto por uma pequena escama. As plantas femininas possuem os arquegônios agrupados, dispostos sôbre a nervura mediana dorsal. Cada grupo de arquegônios é protegido por uma escama de bordos franjados. Os grupos de arquegônios dispõem-se, geralmente, nas bifurcações terminais do talo, ou sôbre as hastes terminais. Forma-se apenas um esporogônio de cada grupo de arquegônios. O esporogônio é grande com uma seta longa (Fig. 10). Leva cêrca de quatro meses para se desenvolver e durante êste período fica encerrado em uma grande caliptra carnosa. Quando maduro, a seta atravessa a caliptra e eleva a cápsula, que logo em seguida liberta os esporos.

b) *Distribuição dos sexos*. No período analisado, encontramos a distribuição esquematizada na Figura 1. Foram observadas duas "gerações" de plantas sexuadas e uma (ou duas, às vêzes), de plantas em crescimento vegetativo. No período estudado, verificamos que:

I — As plantas femininas apresentam os seguintes estágios de desenvolvimento: de fevereiro a abril — estágio jóvem; de abril a julho — com esporogônio incluso na caliptra; de julho a novembro — esporogônios inclusos ao lado de esporogônios maduros; de dezembro a fevereiro — estágio jóvem novamente.

II — As plantas masculinas: de fevereiro a março — formação de anterídios na região apical; de março a setembro — o ápice volta a crescer vegetativamente; de outubro a fevereiro — formação de anterídios pela região apical.

III — As plantas estéreis são encontradas de junho a janeiro.

A distribuição dos sexos, em valores totais de tôdas as amostragens tiradas, deu-nos 1606 plantas femininas, 379 masculinas e 952 estéreis. A relação entre os sexos revelou ser de 4,23 plantas femininas para cada planta masculina.

Verificamos a fase do ciclo de vida das plantas depositadas no Museu Sueco de História Natural, coletadas entre 1873 e 1902, na região Leste e Sul do Brasil. Os resultados foram os seguintes:

MINAS GERAIS — Serra de Caldas, ad margines rivuli. leg. Hj. Mosén, 25/8/1873, (S-PA): *plantas femininas com esporogônios e plantas estéreis*. Serra de Caldas, ad ligua putrida in locis humidis in silva, leg. Hj. Mosén, 15/9/1873, (S-PA): *Masculinos adultos e femininos estéreis*.

RIO DE JANEIRO — Corcovado, ad saxa rivuli Maracana, leg. Hj. Mosén, 17/7/1873, (S-PA): *plantas estéreis ao lado de femininas adultas*. Corcovado, in saxa, leg. P. Dusén, /12/1901, (S-PA): *plantas masculinas e femininas jovens*. Itatiaia, leg. P. Dusén, 19/5/1902, (S-PA): *plantas femininas adultas*. Itatiaia, in silvosa c. 2200 msm, 4/6/1902, (S-PA): *plantas femininas adultas*.

SÃO PAULO — Santos, Sitio Sorocaba, in ripa rivuli umbrosi ad terram, leg. Hj. Mosén, 5/12/1874, (S-PA): leg. Hj. Mosén, 5/12/1874, (S-PA): *masculina e femininas jovens*. Campinas, in ... (ilegível)... rivuli umbrosi, 25/6/1875, (S-PA): *plantas femininas com esporogônio maduro, com cápsulas abertas*. In silvis prope

Alto da Serra, 900 msm, ad arbore putridos, leg. V. Schiffner, 28/5/1901, (S-PA): *masculinas e femininas adultas*. Bertioga prope Santos, 5-25 m. Ad saxa, leg. V. Schiffner, /6/1901, (S-PA): *femininas adultas e plantas estéreis*.

RIO GRANDE DO SUL — Ex. colonia Sto. Angelo, ad terram saxaque circa torrentem silva primaeva, leg. C. A. M. Lindman, 10/2/1893, (S-PA): *plantas femininas jovens*.

c) — *Crescimento sem sexualização*. O crescimento apical é contínuo. A planta estéril cresce e se bifurca um certo número de vêzes (usualmente três no máximo), e pode atingir um certo tamanho limite sem que tenha ocorrido a formação de órgãos sexuais (Fig. 7, 8). Êste fenômeno foi observado em plantas coletadas nos meses de julho e agôsto. Nestas plantas observa-se um gradual estreitamento da haste terminal (ou das hastes, se fôr o caso), de tal forma que às vêzes quase que desaparecem as alas, ficando o talo reduzido só à nervura mediana. Esta porção cresce em direção ao substrato e contitui o que chamamos de *estolão apical*. Quando êste atinge o substrato, surgem rizoides no ponto de contacto (Fig. 9), e logo em seguida ou um pouco mais tarde, toma o sentido ascendente e volta e formar alas (Fig. 11). Mais cedo ou mais tarde, na região onde o estolão apical se curvou em direção ao substrato, produz-se uma ruptura que separa a parte velha da parte nova; êste rompimento chamamos de *truncamento* (Fig. 12). Como existem plantas com mais de uma haste apical, podem se diferenciar várias plantas a partir de uma só. O estolão apical, na sua nova localização, contitue o que chamamos de rizoma ao descrever acima o aspecto vegetativo. A porção da planta que devido ao truncamento ficou sem a célula apical, acaba por degenerar. A nova planta continua seu crescimento e eventualmente, torna-se fértil; caso contrário, repetirá o processo. As plantas que seguem êste esquema constituem o que designamos como "geração vegetativa".

d) — *Crescimento apical com sexualização*. As plantas, uma vez atingido um certo grau de desenvolvimento e em determinada

época do ano, iniciam a formação de órgãos sexuais, conforme verificamos em plantas coletadas a partir de outubro. Nas plantas masculinas a sexualização retarda o crescimento apical. Uma vez cessada a fase sexuada, algumas hastes terminais voltam a desenvolver-se vegetativamente, como se observou em coletas feitas a partir de março (Fig. 14, 15). Depois de crescer assim por certo tempo, nota-se que várias plantas começam a formar estolões apicais (Fig. 14), e, após o truncamento, desenvolvem-se novas plantas, agora em crescimento vegetativo. As plantas masculinas com o ápice truncado degeneram ràpidamente.

Nas plantas femininas também há considerável redução no crescimento apical, diminuindo também as bifurcações. Nestas plantas, poderá ou não haver fecundação. Ocorrendo fecundação, desenvolve-se o esporogônio sôbre a haste corespondente. Afim de verificar a relação entre a presença do esporogônio e o crescimento apical, estudamos plantas coletadas em julho e agôsto. Contamos 531 hastes (e não plantas totais, uma vez que na mesma planta existem hastes desenvolvidas e hastes não desenvolvidas, hastes com esporogônio e hastes sem esporogônio), como se vê nas Figuras 13 e 17. Os resultados foram os seguintes: 253 hastes (47,64%) apresentavam esporogônio; nestas últimas, 34 (13,43%) apresentavam crescimento apical e 219 (86,56%) não apresentavam crescimento apical. Por outro lado, entre as 278 (52,35%) hastes sem esporogônio, um total de 179 (64,38%) apresentavam crescimento apical e 99 (35,61%) não apresentavam crescimento apical. Verificamos ainda que as hastes que apresentavam um crescimento apical, formavam estolão apical, originando assim, novas plantas. As plantas femininas com hastes truncadas, com esporogônio, não degeneram, mas permanecem vivas enquanto o esporogônio termina o seu desenvolvimento. Nos meses em que era mais intensa a formação de hastes com crescimento apical e conseqüente formação de estolões, contamos o número total de hastes apicais apresentadas pelas plantas de cada sexo, afim de determinar quantas hastes, pelo menos potencialmente poderiam entrar no processo. Em 395 plantas femininas coletadas em maio, junho e julho, contamos um total de 1378 hastes apicais, ou seja, 348,86 hastes apicais para cada 100 plantas. Em 110 plantas masculinas coletadas em março e maio, contamos um total de 287 hastes apicais, ou seja,

260,90 hastes para cada 100 plantas. Comparando as plantas entre si, vemos que em cada 100 plantas, as femininas têm 87,96 hastes apicais a mais do que as masculinas.

e) — *Os ramos ventrais*. São encontrados com distribuição irregular entre os indivíduos da população. Procuramos verificar se a oscilação percebida em sua freqüência era devida ao fato de que se destacam logo da planta de origem, ou se as inovações apresentam uma época determinada para surgirem na vida da planta. Analisamos as freqüências encontradas em cada mês, para cada sexo, em separado, e em relação ao tipo morfológico da planta (número de hastes, número de bifurcações). Verificamos que não há uma relação entre o tipo da planta e os ramos ventrais, não importando quantas hastes ou quantas bifurcações a planta tenha. As inovações são mais freqüentes nas plantas estéreis que nas sexuadas. Nestas últimas, nota-se nìtidamente um gradual aumento na freqüência, de março a junho nas masculinas e de julho a novembro nas femininas (cf. Tabela I). Notamos que o aumento na freqüência das inovações coincide com o fim do ciclo biológico da planta, isto é, imediatamente antes do início da sua degeneração. Procuramos em seguida relacionar o crescimento apical com a formação de ramos ventrais. Verificamos que em 126 plantas femininas com inovação ventral, coletadas em julho e agôsto, 108 plantas (85,71%) tinham o ápice visìvelmente alterado; nestas 108 plantas, 72 (57,14%) apresentavam o ápice truncado e 36 (28,57%) mostravam um nítido estolão apical. Nas 18 plantas restantes (14,28%) não encontramos evidência de qualquer alteração do ápice, que aparentemente, cessou o crescimento. Com a finalidade de verificar sôbre qual haste se desenvolvem as inovações, analisamos um total de 282 plantas. Encontramos em 271 plantas (96,09%), as inovações sôbre a haste mais afastada da região apical, e apenas em 11 plantas (3,09%) as inovações sôbre outras hastes. Verificamos, concomitantemente, que as hastes mais afastadas da região apical geralmente mostram-se ligeiramente degeneradas. Nas plantas onde a porção prostrada (com rizóides) é extensa, esta degeneração progride lentamente, e se houver bifurcações, haverá como conseqüência uma separação entre as bifurcações envolvidas, isolando-se dessa forma, novas plantas. Ao mesmo tempo

que isso ocorre, as inovações surgem sôbre a haste que agora é a mais afastada do ápice. Nas plantas ascendentes não ocorre esta degenerescência progressiva. A degenerescência processa-se muito ràpidamente por ocasião da formação dos estolões apicais e conseqüentes truncamentos, mas aí a separação das bifurcações (quando chega a ocorrer) é apenas um estágio transitório da decomposição total da planta. Verificamos também que nas plantas não bifurcadas, portanto com uma só haste, as inovações sempre se desenvolvem nos pontos mais próximos da região distal da planta. Em todos os casos, a inovação se forma sôbre a nervura mediana, no lado ventral, aproximadamente na região de transição entre esta e a ala do lado correspondente. As inovações, no que pudemos observar, originam-se em pontos muito próximos do ápice, e daí, para a região mais distal, apresentam-se em vários estágios diferentes de desenvolvimento. O estágio mais jovem que conseguimos observar está representado na Figura 22, nele estão presentes ainda as papilas mucilaginíferas características da região apical. O primórdio da inovação está representado por uma placa de células de aspecto meristemático. Esta placa é plana, enquanto que a área geral onde ela se encontra tem a curvatura normal da nervura mediana, resultando daí, ficar a placa em uma ligeira reentrância. Note-se que as células, pelo menos aparentemente, são iguais entre si e não há nenhuma orientação na disposição das mesmas. O estágio seguinte, representado na Figura 20, obtido também próximo ao ápice da planta, mostra um esbôço de orientação nas células meristemáticas (em pontilhado na figura), em uma fileira simples de células pequenas, isodiamétricas, cujo citoplasma é mais escuro e com os cloroplastos mais condensados do que nas células envolventes. A êste arranjo demos o nome de *placa meristemática*. Numa fase seguinte tôda esta placa fica aprofundada na nervura mediana, a qual forma como que uma dobra que recobre parcialmente a placa; esta já diferenciou uma célula apical, que pode ser vista na Figura 19 (corte transversal à nervura mediana, na altura da placa). Nas plantas em crescimento normal, estas placas, reduzidas a apenas algumas células, permanecem no fundo da dobra do tecido da nervura mediana. Esta disposição faz com que as placas mais velhas sejam muito difíceis de serem encontradas, mesmo em plantas vivas. Enquanto as plantas estiverem em crescimento apical contínuo, as pla-

cas meristemáticas permanecem sob a forma de *"gemas dormentes"*, nas quais é difícil reconhecer a célula apical (Fig. 30). Estas gemas podem ser encontradas mesmo entre os rizóides da porção prostrada. Por ocasião do início do brotamento das gemas, estas tornam-se mais nítidas. Tôdas as células da área circunvizinha à placa começam a se dividir, elevando todo o conjunto e originando um "botão" que é visível como uma ligeira saliência cilíndrica sôbre a porção lateral da nervura mediana. A placa meristemática está agora no ápice dêste botão, e reinicia as divisões celulares. As células do botão que constituem as bordas da depressão que abriga a placa, emitem projeções que recobrem parcialmente a placa meristemática, como se vê na Figura 23. Estas projeções transformam-se em papilas mucilaginíferas, que acabam por cobrir tôda a região apical da jovem inovação, de tal forma que em breve se torna difícil, em vista frontal, observar a placa meristemática. Apesar de ser uma formação epidérmica, a inovação ventral se apresenta profundamente "ancorada" na nervura mediana. Isto se dá devido à origem no fundo da depressão e devido ao fato de que tôdas as células epidérmicas que envolvem a placa meristemática tomam parte na formação do botão, de tal forma que a depressão é "preenchida", estabelecendo-se assim o suporte físico do novo ramo ventral. A Figura 21 representa um corte longitudinal a um dêstes botões. Suas células podem ser fàcilmente reconhecidas pelo tamanho menor, pelo conteúdo celular mais denso, pelas paredes celulares mais finas que as das células envolventes, bem como pela presença, em tôdas as células, de cloroplastos, que não se encontram nas células mais profundas da nervura mediana. A Figura 18 representa uma inovação já bem desenvolvida, em corte longitudinal mediano (transversal ao talo da planta de origem). Vê-se que o novo ramo ocupa tôda a faixa lateral da nervura mediana, mostrando que tôdas as células desta região tomam parte na sua constituição, e não apenas a placa meristemática. Na nervura mediana da planta de origem, veem-se dois feixes de células prosenquimáticas, cortados transversalmente. Na região central do ramo lateral, vê-se a origem de um feixe prosenquimático, cortado longitudinalmente, distinguindo-se nas paredes celulares, os poros dispostos em linhas inclinadas. Não há conexão entre os feixes prosenquimáticos da planta de origem e do ramo lateral. Quando observamos

a seqüência de fases iniciais da formação de placas meristemáticas que ocorrem não em uma planta bem desenvolvida, mas sôbre um jovem ramo lateral, vemos que a seqüência é ligeiramente diferente: em lugar de se formar a placa meristemática no fundo de uma depressão, a placa desenvolve-se até chegar a formar uma ligeira saliência ou disco plano (fàcilmente destacável com uma agulha fina). Êste fato sugere que houve um início de brotamento que só é bloqueado mais tarde. Em estágios posteriores, nota-se que as células sofrem um rearranjo, acompanhando o alongamento das demais células, desfazendo-se por completo o aspecto de primórdio de botão. Quando o jovem ramo lateral cresce mais, as inovações que êle produz começam a seguir a seqüência descrita anteriormente.

f) — *Processos de cicatrização*. Durante as observações sôbre a origem e desenvolvimento das inovações ventrais, verificamos que na maioria das plantas ocorrem processos mais ou menos avançados de cicatrização e conseqüente substituição de células que vieram a morrer. Êste fenômeno ocorre com mais freqüência nas partes mais jovens das plantas, onde as células estão em alongação. Nas parte mais velhas as células que morrem não são substituidas por outras, através de cicatrização. A cicatrização pode ocorrer tanto nas alas como nervura mediana, seja do lado dorsal ou do ventral. Na Figura 29 vê-se um estágio inicial de cicatrização, numa porção uniestratificada da ala. A célula morta não possui conteúdo e sua parede possui uma coloração marron. Nota-se a redivisão das células que rodeiam a célula morta, ficando todo o conjunto ligeiramente ressaltado sôbre a ala (Fig. 28). Estas estruturas podem ficar muito grandes, especialmente quando se formam sôbre inovações em início de desenvolvimento (Fig. 31). Estas "cicatrizes", pelo seu aspecto, podem ser fàcilmente confundidas com primórdios de inovações ventrais, distinguindo-se dêstes, pela falta de localização determinada.

B) *Resultados da parte experimental* —

Nas plantas cortadas em três porções, as observações foram feitas 60 dias depois dos cortes. Em tôdas as porções de plantas nas quais se separou o ápice, surgiram inovações, independentemente do seu tipo morfológico, sexo ou idade. Do total de 150 ápices plantados, 102 (68,0%) continuaram a crescer normalmente, sem formar ra-

mos ventrais, e em 48 (32,0%) houve interrupção do crescimento e formação de inovações. O fato de que não houve crescimento, ou êste foi muito breve, foi verificado comparando-se o comprimento das hastes, no momento em que foram plantadas e no dia da análise. Nas plantas em que se formaram inovações, 33 (68,75%), tinham as inovações mais próximas do ápice (Fig. 24) e 15 (31,25%) tinham as inovações mais próximas do corte, portanto opostas ao ápice (Fig. 26). Em tôdas as plantas formaram-se rizóides no ponto de contacto com o solo. A análise conjunta das 150 porções medianas e das 150 distais revelou que em 224 (74,66%) porções as inovações aparecem primeiramente junto ao corte (anterior ou posterior) que separou a porção do resto da planta, e em 76 (25,33%) porções, as inovações apareceram sem ter uma posição definida. Em relação à posição da inovação, verificamos que em 168 (56,0%) as primeiras inovações surgem na região que na planta quando inteira correspondia à que ficava mais próxima do ápice, e em 132 (44,0%) as primeiras inovações surgiram na região mais afastada do ápice (Fig. 25).

CONCLUSÕES

1. A população analisada possui um ciclo biológico bem definido. Há uma relação entre cada fase do ciclo e a estação do ano em que a fase ocorre.
2. A reprodução vegetativa dá-se por meio de dois mecanismos: estolões apicais e ramos ventrais.
3. A reprodução vegetativa, em condições normais, dá-se apenas em determinadas fases do ciclo biológico, sendo controlada pela atividade da região apical, e nas plantas femininas, também pelo desenvolvimento do esporogônio.
4. Os ramos ventrais, além de funcionarem normalmente como elementos de reprodução vegetativa, são importantes na regeneração de plantas cujos ápices tenham sido destruidos acidentalmente.
5. Nas plantas femininas, quanto maior o número de hastes com esporogônios, tanto menor será a reprodução vegetativa por meio de estolões apicais, mas esta sempre estará presente. Nas plantas masculinas e estéreis o crescimento apical é geralmente contínuo.

6. Os ramos ventrais são diferenciados muito pròximamente da região apical e permanecem como "gemas dormentes" durante a maior parte do ciclo biológico da planta. Brotam em condições normais apenas um pouco antes da morte da porção vegetativa daquele ano. Êste desenvolvimento dá-se preferentemente na haste que fica mais afastada da região apical. O brotamento só ocorre perto do ápice quando, acidentalmente, êste é removido, permanecendo outras hastes normais, ou quando o ápice cessa repentinamente o seu crescimento.
7. A região apical em crescimento normal inibe o desenvolvimento dos ramos ventrais. Êstes quando se desenvolvem apresentam inibição recíproca, de tal forma que o primeiro a se desenvolver atrasa o desenvolvimento dos demais.
8. Quando cortamos uma planta em várias partes, interrompendo a ligação com o ápice, desenvolvem-se primeiro as inovações cujas gemas dormentes ficam mais próximas do corte.
9. Qualquer parte da planta que entra em contato com o solo, desenvolve rizóides no ponto de contato, tanto na região dorsal como na ventral.
10. As plantas femininas são muito mais freqüentes que as masculinas; na população estudada, apresentam uma relação de 4:1.

DISCUSSÃO

Consideramos como indivíduo tôda a planta que se apresenta anatômica e funcionalmente isolada das demais. Um dos motivos prováveis porque ocorrem mais plantas femininas do que masculinas (4:1) na população, pode estar ligado ao fato de que as plantas femininas possuem maior número de hastes apicais do que as masculinas — e cada haste é potencialmente uma nova planta. Esta nossa sugestão é mais uma observação de efeito pois não explica a causa que determina o fato de que as plantas femininas possuem mais hastes que as masculinas. A grande diferença no número de indivíduos dos dois sexos em uma mesma população, já foi notada anteriormente em outras Hepáticas, por exemplo por Mizutani (1957) em *Riccardia,* baseando-se em observações de material de Herbário. Porém, êste autor não sugere nenhuma explicação possível para o fenômeno observado.

Não estudamos os fatôres que determinam a sexualização das plantas, mas tudo leva a crer que aqui também se trata de um mecanismo fotoperiódico, associado a uma regulação térmica, como já foi determinado para plantas da mesma Ordem (cf. Benson-Evans, 1961). No entanto, êste fenômeno só será esclarecido após estudos convenientes feitos com o material em questão. A fase vegetativa é então explicada como uma decorrência da não existência de condições adequadas no momento em que a planta atingiu o pleno desenvolvimento. Neste caso, a fase vegetativa constitui apenas uma espécie de "extensão" da fase sexuada.

O estolão apical é citado por Goebel (1930) como ocorrendo em *Symphyogyna sinuata,* mas acrescenta que geralmente o crescimento apical cessa de todo, sem formação dêstes estolões. McCormick (1914) baseando-se em material de herbário, afirma que em *Symphyogyna aspera* não ocorrem estolões apicais. Como já vimos, êstes estolões ocorrem em certos estágios do desenvolvimento da planta, e coletas feitas fora dêste período não revelam o fenômeno.

Um método comum de reprodução vegetativa das briófitas consiste na separação de dicotomias através da morte e progressiva desintegração das partes do talo que as unia (cf. Parihar, 1961). Êste fenômeno ocorre também em *Symphyogyna aspera,* porém limitado a certos estágios do desenvolvimento de algumas plantas apenas, e não como um processo contínuo.

Que as inovações ventrais constituem um processo de multiplicação vegetativa é citado por diversos autores, entre êles, Leitgeb (1877), Evans (1927), Goebel (1930), Parihar (1961) e outros. Leitgeb (1877), foi o único, pelo que pudemos verificar, que tentou determinar a origem destas estruturas. Leitgeb constatou que a origem destas estruturas se encontra muito próxima ao ápice, mas não conseguiu explicar o aparente desaparecimento dos primórdios, nem como se processavam as fases do desenvolvimento posterior.

A existência de fenômenos de dominância apical nas briófitas é citada por Bopp (1965). Êste autor menciona também o fato de que são os ramos mais afastados do ápice os que se desenvolvem primeiro, quando o ápice está presente. Que a remoção do ápice vegetativo provoca o desenvolvimento de "gemas dormentes" em musgos (Classe Musci), já foi determinado por Schoenau (1912).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao "Swedish Museum of Natural History", a gentileza de nos ceder as exsicatas de *Symphyogyna aspera* ali depositadas.

Ao Dr. Aylthon B. Joly, Professor Associado de Botânica, do Departamento de Botânica da FFCL USP, pela leitura e crítica dos originais dêste trabalho.

Ao Sr. Daniel M. Vital, Biologista do Instituto de Botânica da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, pela sua dedicação e despreendimento, insistindo sempre em acompanhar-nos à estação de coleta na Reserva Florestal do citado Instituto, muitas vêzes mesmo sob condições atmosféricas desfavoráveis, e também por tôdas as demais facilidades, indispensáveis para o bom andamento das observações no campo.

SUMÁRIO

Estudamos durante um ciclo vegetativo, o comportamento de uma população natural de *Symphyogyna aspera,* dos arredores da cidade de São Paulo, especialmente em relação ao mecanismo de reprodução vegetativa. Verificamos que há dois processos principais: a propagação por meio de estolões apicais e por meio de ramos ventrais. Ambos os processos desencadeiam-se, normalmente, na última fase do ciclo biológico da planta, um pouco antes da sua morte. Nas plantas femininas há uma relação inversa entre a reprodução sexuada e a vegetativa, quanto ao estolão apical. Estudamos também os estágios de desenvolvimento de ramos ventrais. Êstes são controlados por um mecanismo de dominância apical, permanecendo como gemas dormentes, bloqueadas no seu desenvolvimento. Experiências feitas em laboratório mostram a possibilidade de se obter o brotamento destas gemas pela remoção do ápice vegetativo. O ciclo biológico de *Symphyogyna aspera* é bem definido e cada fase pode ser relacionada a uma estação do ano. Para explicar a grande diferença entre o número de plantas femininas e masculinas da mesma população, sugerimos a possibilidade de que haja influência da reprodução vegetativa sôbre o fenômeno.

SUMMARY

The behavior of a natural population of *Symphyogyna aspera* Steph., growing near the city of São Paulo, Brasil, was studied, during one year (samples were taken monthly, from Feb. 1964 to Feb. 1965). The main scope of this procedure was to find out if there were some relationships between the developmental stage and the vegetative reproduction. Expriments carried in the laboratory were undertaken to find out if there is a relationship between the apical growth and the development of lateral branches.

The distribution during the year is shown at Fig. 1. Between the sexual stages there are one or two vegetative ones. The male plants precede the female ones for about two months, and stay alive (as independent individuals) from October (or September) till September of the next year. The female plants, from December (November) till November of the next year. So, it is possible to find, practically during the whole year, plants which bear sexual organs. These plants occur in different developmental stages. Antheridia are produced from October to March, when the plants return to vegetative growth. The female plants show young stages from December to April, young sporogonium (enclosed in the calyptra) are found from April to July and mature sporogonium, from July to November. The vegetative plants start each cycle. Nevertheless, if they attain a certain developmental stage before the time (month) that sexualization does occur, they start to reproduce vegetatively and so beggin a new cycle. When the time comes, sexualization occurs on all plants, remaining no one sterile; but those that exceeded a certain size limit, reproduce vegetatively before the development of sexual structures beggins. Sexualization occurs in Spring and early Summer (September — December). Fertilization in Summer (Jannuary) and the spore are disseminated in Winter and early Spring (July — September).

The "adult" vegetative plant has the same size as the "adult" reproductive plant, and the vegetative reproduction is the same in both. This vegetative reproduction, normally starts at the end of the life cycle, being regulated by the apical region. The vegetative reproduction beggins when the apical regions starts developing wingless

stolonlike structures, which grow towards the soil and there develop rhizoids. In this way a new plant is started, which soon sepparates from the mother plant, at the apical stolon (Fig. 7, 8, 9, 11, 12 and 13). The plant which has lost its apical region dies very quikly. There is a close relationship between the branches with sporogonia and the production of apical stolons. These are produced mostly where there are no sporogonia. This method of vegetative reproduction is a consequence of the continuous growth of the apical region. The other way the plant propagates is by the development of adventitious branches at the ventral region, and afterwards separation from the original plant. These branches start as a group of cells at the apical region (Fig. 22 and 20), and remain as dormant buds on the lateral region of the midrib, just between the wings and the midrib (Fig. 19). These dormant buds are controled by the apical region, through apical dominance. Laboratory experiments showed that cutting away of the apical region, start their development (Fig. 21, 18 and 23). The buds near the cutting edge were the first to develop and they are found at both ends (Fig. 25). In the field these lateral branches normally develop at the furthest point from the apical region (Fig. 6). The development of the buds starts only when the apical cell has stopped its activity, has produced an apical stolon, or when the apical region was destroied accidentaly (in this last possibility, the branches may arise near the damaged apical region — Fig. 24). Therefore, this method of reproduction is also regulated by the apical region, and it starts only at the end of the biological cycle of the plant. After the reproductive stage (sexual or vegetative), the plant dies as a whole. The isolation of branches of a dichotomy, through the progressive dying away of the older posterior parts of the thallus, occurs only occasionaly in certain plants which kept growing prostrate for some time.

The studied population shows a relation of 4 female plants for each male plant. It is suggested that this relation, at least could be related to the vegetative reproduction through apical stolons. For each 100 plants, the female ones show about 88 more apical regions than the same number of male plants — and each apical region is potentially a new plant.

TABELA I

Porcentagem de plantas com Ramos Ventrais

	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV
Fem.	1,4	3,1	0,5	1,1	1,3	14,3	10,3	34,3	17,7	28,5	*	1,3	2,6
Masc.	*	2,5	6,5	38,0	*	*	*	*	*	7,3	7,5	*	3,5
Est.	*	*	*	*	15,3	13,3	16,0	28,6	27,9	10,2	8,7	2,6	*

BIBLIOGRAFIA CITADA

BENSON-EVANS, Kathryn. 1961. Environmental Factors and Bryophytes. Nature, *191*: 255 — 260.

BOPP, M. 1965. Entwicklungsphysiologie der Moose "in" *W. Ruhland*: Handbuch der Planzenphysiologie, Band *XV/I*. Springer-Verlag. Berlin: 802 — 843.

EVANS, ALEXANDER W. 1925. The lobate species of *Symphyogyna*. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences, *27*: 1-50.

GOEBEL, K. 1930. Organographie der Pflanzen. Zweiter Teil. Bryophyten-Pteridophyten. 3 Auflage. Gustav Fisher. Jena: 643-1378.

LEITGEB, HUBERT. 1877. Untersuchungen ueber die Lebermoose. III Heft. Die Frondosen Jungermannieen. O Deistung. Jena. 144. Taf. I-IX.

Mc CORMICK, FLORENCE A. 1914. A study of *Symphyogyna aspera*. The Botanical Gazette, *58*: 401 — 418. Tab. XXX-XXXII.

De MENENDEZ, GABRIELA G. HÄSSEL. 1961. Las especies Argentinas del Género *Symphyogyna*. Boletin de la Sociedad Argentina de Botanica, *69*: 233 — 260.

MIZUTANI, MASAMI & SINSKE HATTORI. 1957. An etude on the systematics of Japanese *Riccardias*. The Journal of the Hattori Botanical Laboratory, *18*: 27 — 64.

PARIHAR, N. S. 1961. An Introduction to Embriophyta. Volume I. Bryophyta. Fourth Edition, Central Book Depot. Allahabad. 388 pp. 1 Tab.

SCHOENAU, KARL von. 1912. Zur Verzweigung der Laubmoose. Hedwigia *51*: 1-56.

PRANCHA I

Fig. 1 — Gráfico mostrando a ocorrência de plantas férteis e estéreis na população, durante o período observado.

Fig. 2 — Planta feminina com esporogônio no interior da caliptra. Uma haste terminal. Coleta em maio de 1964.

Fig. 3 — Planta feminina com esporogônio no interior da caliptra. Duas hastes terminais. Coleta em maio de 1964.

Fig. 4 — Planta feminina jovem. Três hastes terminais. Coleta em março de 1964.

Fig. 5 — Planta feminina com esporogônio no interior da caliptra. Quatro hastes terminais. Coleta em maio de 1964.

Fig. 6 — Planta masculina cujas hastes apicais cessaram o crescimento. Há ramos ventrais na haste mais afastada da apical. Coleta em março de 1964.

Fig. 7 — Planta estéril com uma haste apical. Coleta em junho de 1964.

Fig. 8 — Planta estéril com duas hastes apicais. Coleta em junho de 1964.

Fig. 9 — Planta estéril com três hastes apicais, uma das quais está formando um estolão apical (à esquerda da figura). Coleta em julho de 1964.

Fig. 10 — Planta feminina de quatro hastes apicais, com esporogônio maduro. Coleta em setembro de 1964.

Fig. 11 — Planta estéril em reprodução vegetativa por meio de estolão apical (à esquerda na figura). Coleta em setembro de 1964.

Fig. 12 — Planta estéril em reprodução vegetativa por estolão apical, vendo-se a separação da nova planta por meio de truncamento do estolão apical. Coleta em setembro de 1964.

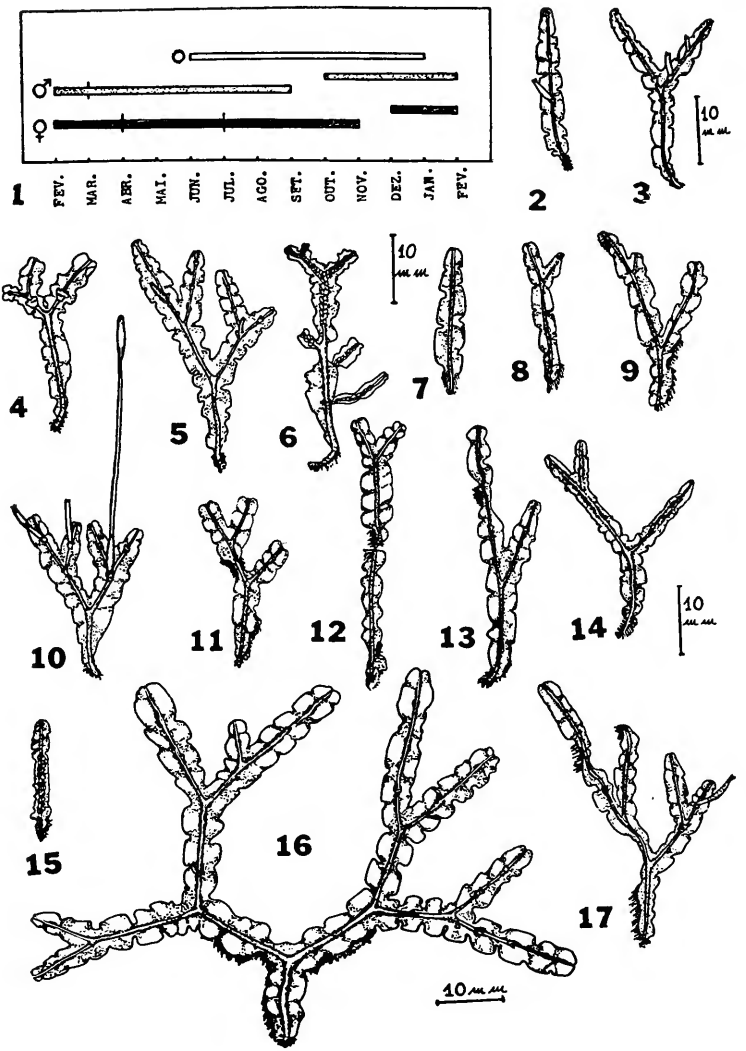
Fig. 13 — Planta feminina não fecundada, em reprodução vegetativa por meio de estolão apical (à esquerda na figura). Coleta em julho de 1964.

Fig. 14 — Planta masculina de três hastes apicais, tôdas elas reiniciando o crescimento vegetativo. Coleta em maio de 1964.

Fig. 15 — Planta masculina com uma só haste apical, reiniciando o crescimento vegetativo. Coleta em maio de 1964.

Fig. 16 — Planta feminina jovem com nove hastes apicais, originada pela não separação da porção prostrada. Coleta em fevereiro de 1965.

Fig. 17 — Planta feminina com esporogônio incluso na caliptra (à direita na figura) e com multiplicação vegetativa por meio de estolão apical nas hastes sem esporofitos. Coleta em junho de 1965.


♂
♀
FEV.
MAR.
ABR.
MAI.
JUN.
JUL.
AGO.
SET.
OUT.
NOV.
DEZ.
JAN.
FEV.
1
2
3
10 mm
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
10 mm

PRANCHA II

Fig. 18 — Corte transversal à nervura mediana e longitudinal a um ramo ventral já bem desenvolvido.

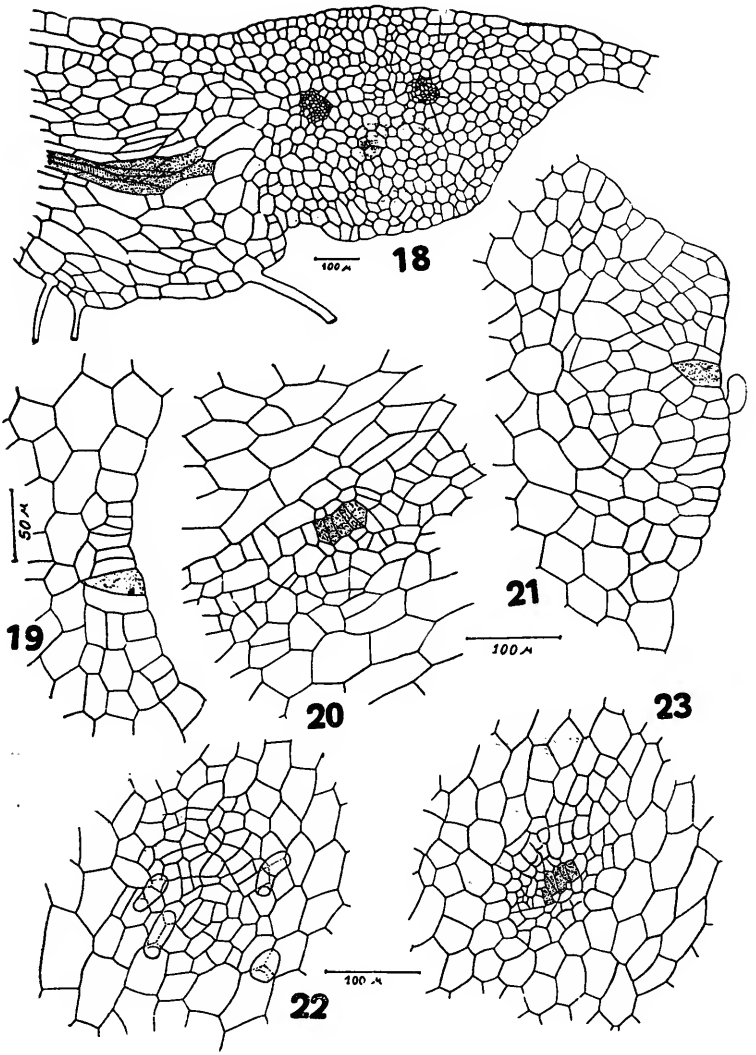
Fig. 19 — Corte transversal de uma haste antes da apical. A região meristemática fica no fundo de uma depressão. Vê-se uma grande célula apical. Planta em crescimento normal.

Fig. 20 — Formação de placa meristemática, algumas células já orientadas, ainda próximo à região apical, mas já na zona onde não mais existem papilas mucilaginíferas apicais. Planta em crescimento normal.

Fig. 21 — Corte transversal à nervura mediana e longitudinal a um ramo lateral no início do seu desenvolvimento. Obtido em laboratório pelo afastamento do ápice.

Fig. 22 — Fase precoce da formação de uma gema de ramo lateral, pròximamente à região apical. Veem-se as papilas mucilaginíferas apicais. Planta em crescimento normal.

Fig. 23 — Vista frontal de um ramo ventral no início do desenvolvimento de formação de papilas. Desenvolvimento obtido no laboratório.


100 µ
18
50 µ
19
20
21
100 µ
23
22
100 µ

PRANCHA III

Fig. 24 — Região apical 60 dias depois de afastada do resto da planta. Ápice cessou o crescimento por ocasião do corte. Ramo lateral desenvolve-se perto do ápice. Vista ventral.

Fig. 25 — Aspecto de uma planta, 60 dias depois de recortada. A porção mais afastada do ápice está em degeneração. Vista ventral.

Fig. 26 — Região apical, 60 dias depois de afastada do resto da planta. Ápice cessou o crescimento depois de algum tempo. Desenvolvimento de ramo ventral perto do corte. Vista ventral.

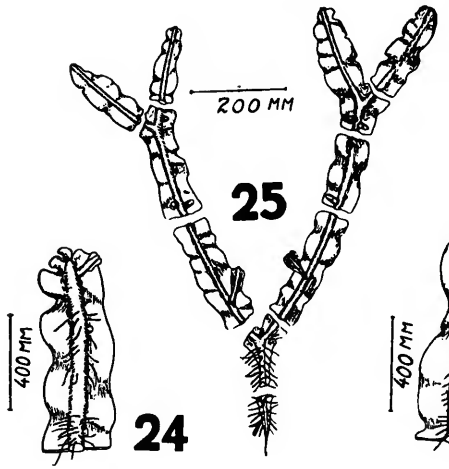
Fig. 27 — Porção de haste mediana, 60 dias depois de ser recortada em dois pontos. Vista ventral.

Fig. 28 — Vista frontal de um "botão" formado por cicatrização e preenchimento de lacuna originada pela morte de uma célula basal de papila mucilaginífera. Nervura mediana, região dorsal.

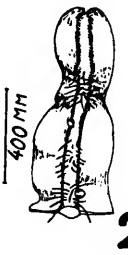
Fig. 29 — Idem acima, morte de uma célula não determinada da ala uniestratificada.

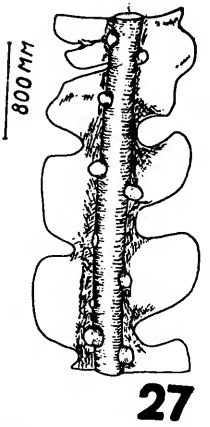
Fig. 30 — Vista frontal de uma gema dormente de um ramo ventral. Planta em crescimento normal.

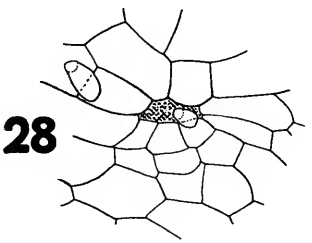
Fig. 31 — Idem Fig. 29, porém na região ventral lateral da nervura mediana próximo ao ápice de um ramo ventral jovem.

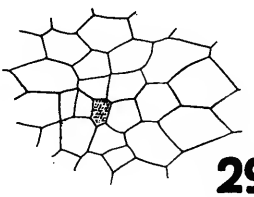

200 MM
25

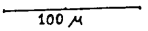
400 MM
24

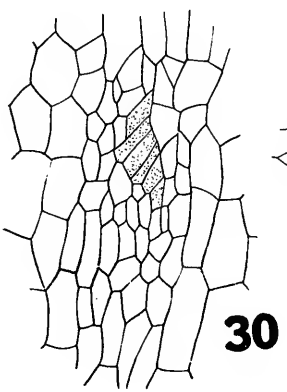

400 MM
26

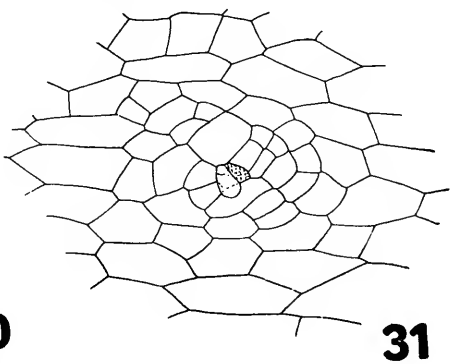

800 MM
27


28


29


100 µ


30


31

FLOEMA TERMINAL EM FEIXES VASCULARES DO MESOFILO DE *SYRINGA VULGARIS* E *BOERHAAVIA COCCINEA*

BERTA LANGE DE MORRETES

FLOEMA TERMINAL EM FEIXES VASCULARES DO MESOFILO DE *SYRINGA VULGARIS* E *BOERHAAVIA COCCINEA* *

BERTA LANGE DE MORRETES
Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

Introdução e Agradecimentos

Fazendo a revisão bibliográfica existente a respeito de estudos feitos em floema, verificamos que a maior parte dos conhecimentos atuais exatos a respeito dêste tecido condutor, é devido a Esau. São também desta pesquisadora as duas revisões feitas sôbre os trabalhos concernentes ao assunto que apareceram até o ano de 1950 (2, 3) e é da última revisão (3) que transcrevemos textualmente o seguinte trecho: "topics to which no new informations has been added, are entirely omitted. Such topics are — histological data; ontogenetic transformations of sieve elements; interconnections of the phloem cells, and the phloem in vein endings of leaves". E, desde a data em que foi publicada esta revisão, pouquissimas pesquisas foram realizadas no campo particular das terminações das nervuras, no que diz respeito à estrutura do floema.

No presente trabalho, segundo de uma série por nós planejada, procuramos esclarecer a estrutura e composição celular do floema nas terminações de nervuras no mesofilo.

Desejamos deixar consignados nossos agradecimentos aos Departamentos de Botânica da Universidade da California — Davis e da Faculdade de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo pela determinação das espécies e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela subvenção concedida.

---

* Entregue para publicação em Abril de 1965.

Material e Métodos: — As espécies analisadas foram *Syringa vulgaris* L. e *Boerhaavia coccinea* Mill..

Empregamos em nossa pesquisa fôlhas de aproximadamente igual tamanho e idade, colhidas em uma mesma época do ano e provenientes de um mesmo nó. As fôlhas foram cortadas sob água, levadas à bomba de vácuo para a retirada do ar dos espaços intercelulares e a seguir transferidas para o fixador, Craf III para *Syringa vulgaris* e Craf II para *Boerhaavia coccinea* (15).

Parte do material assim preparado foi submetido a técnica de clarificação segundo o método de Foster (7) e parte foi incluida em Tissuemat e parafina. Os cortes seriados foram feitos paradermica e transversalmente, com 8μ de espessura no caso de *Syringa vulgaris* e 10μ no de *Boerhaavia coccinea*.

Os processos de coloração empregados foram: ácido tânico-cloreto de ferro e azul de resorcina, segundo técnica de Cheadle, Gifford e Esau (1), safranina e verde rápido e hematoxilina e eosina (15,9). Os desenhos foram feitos com o auxílio da câmara clara e completados em seus pormenores apenas com o microscópio, empregando-se freqüentes vêzes para a compreensão final da estrutura cortes a mão livre, feitos de material vivo. Em ambas as espécies, iniciamos as observações com a análise das fôlhas clarificadas.

Observações: — *Syringa vulgaris* L. apresenta nervação do tipo reticulado, em que nervuras de maior porte delimitam no mesofilo aréolas poligonais, nas quais se encontram as terminações dos feixes vasculares. O tamanho das aréolas varia, e a disposição básica corresponde a descrita por Wylie (17) para *Ricinus communis* De uma nervura de pequeno porte, que delimita a aréola no mesofilo, partem as terminações de feixes, geralmente duas ou mais. Estas, podem ou não apresentar ramos laterais, de acôrdo com a classificação estabelecida por Fischer (6). Na Fig. 1, podemos observar em vista frontal duas aréolas completas de uma fôlha clarificada de *Syringa*, em que são visíveis as terminações principais e as laterais; estas últimas em muito menor número. As nervuras que delimitam as aréolas, apresentam uma bainha parenquimática, de células muito alongadas, providas de plastos e núcleo grande. A Fig. 2, representa um corte paradérmico em que a bainha descrita é

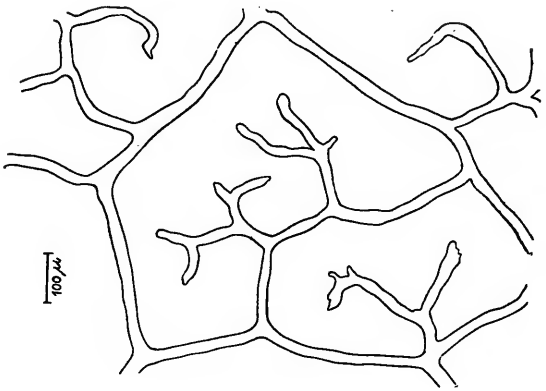


Fig. 1 — *Syringa vulgaris*. Vista frontal da lâmina folhear clarificada. São visíveis as terminações principais e as laterais que ocorrem em aréolas delimitadas por nervuras de maior porte.

visível em vista frontal. As células do parênquima assimilador lacunoso envolvem a bainha do feixe.

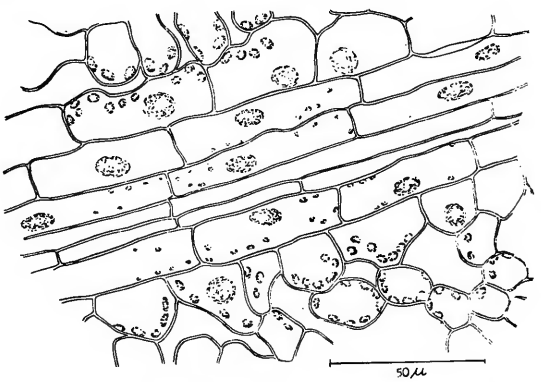


Fig. 2 — *Syringa vulgaris*. Vista frontal de uma parte da nervura que delimita a aréola. O corte paradérmico revela a bainha do feixe, constituída por células alongadas, providas de plastos.

Ao nível das terminações dos feixes, a bainha é representada por células que se assemelham às do parênquima assimilador lacunoso. É comum que tais células apresentem seus plastos na face

oposta a que se justapõe as traqueides terminais. Ao nível do floema, os plastos ocupam qualquer posição no citoplasma celular.

As terminações de nervuras em *Syringa vulgaris* apresentam geralmente um par de traqueides, podendo no entanto ocorrer uma apenas na ponta do feixe. As Figs. 3 e 4, representam cortes paradérmicas da lâmina folhear em que uma terminação é vista em corte longitudinal. Na Fig. 3 são visíveis as traqueides terminais e no corte imediatamente abaixo, Fig. 4, podemos reconhecer o vaso liberiano e suas células companheiras. Em *Syringa,* a descrição ora feita, corresponde a que encontramos em *Capsicum annuum* (11), isto é, o vaso liberiano na maioria dos casos, atinge junto com o xilema a terminação do feixe. O vaso liberiano apresenta pequeno diâmetro e placas crivadas foram encontradas freqüentes vêzes em seu último segmento. Geralmente duas células companheiras flanqueiam um elemento componente do vaso crivado. As células companheiras apresentam citoplasma denso, ricamente granulado e núcleo grande, muitas vêzes oval.

Elementos componentes do vaso crivado e células companheiras apresentam geralmente igual comprimento, o que fala a favor de uma mesma origem, ou seja, uma célula do procambio dará origem aos elementos referidos (13).

Nas regiões em que ocorrem ramificações laterais o floema pode apresentar maior número de células companheiras. Estas, em muitos casos apresentam formatos diferentes, podendo ser triangulares e menores do que as companheiras restantes. Conservam no entanto as mesmas características citoplasmáticas.

As Figs. 5 e 6, obtidas de cortes paradérmicos sucessivos, revelam uma ponta de nervura em que ocorrem uma terminação principal e uma lateral. Na Fig. 5, são visíveis as traqueides terminais e na Fig. 6, o liber representado pelos vasos liberianos e por suas células companheiras. Ao nível da saida da terminação lateral, ocorre uma célula quase triangular do tipo acima descrito. Os dois vasos liberianos correm paralelamente até a altura da ramificação. Também nestas duas figuras é visível a disposição dos plastos nas células da bainha.

A Fig. 7, obtida de cortes transversais de uma nervura de pequeno porte, revela a composição do feixe. Sete traqueides e dois

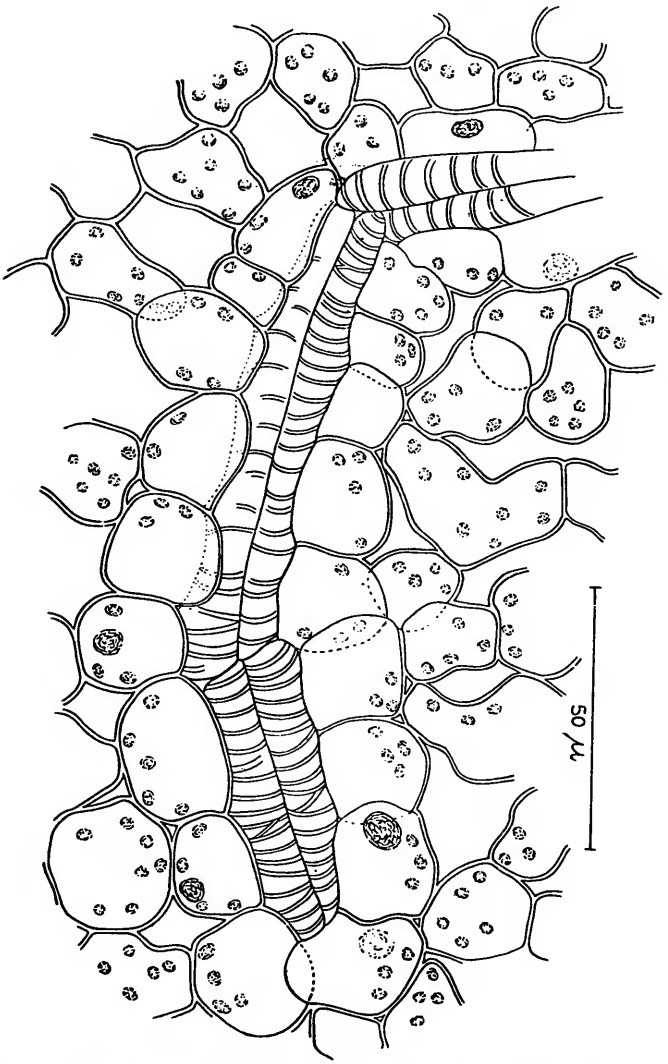


Fig. 3 — *Syringa vulgaris*. Corte longitudinal de uma ponta de feixe, em que são visíveis os pares de traqueides que ocorrem na região terminal. As células da bainha, apresentam os cloroplastos localizados na parede oposta a que limita as traqueides.

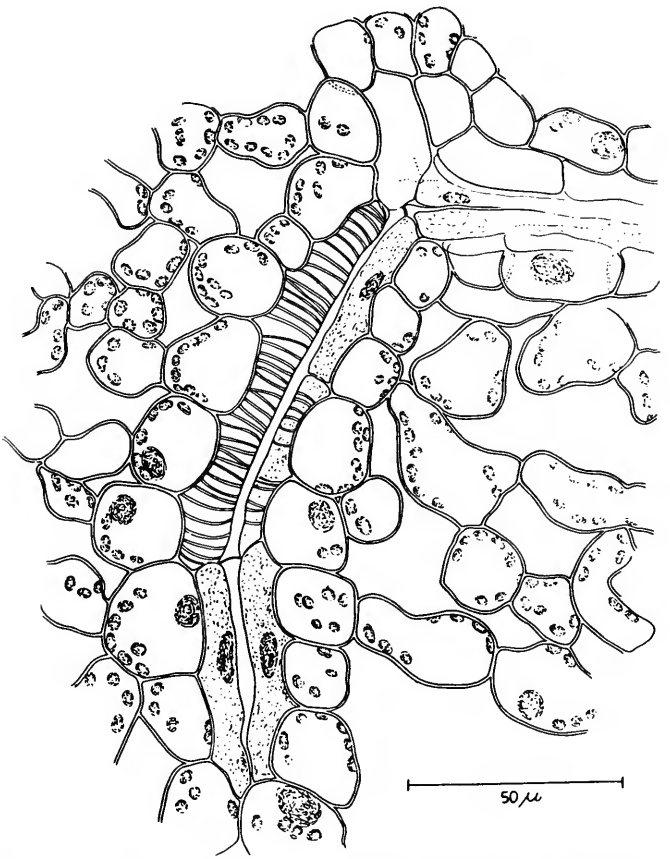


Fig. 4 — *Syringa vulgaris*. Corte longitudinal da mesma ponta de feixe representada na Fig. 3; o floema é representado pelo vaso crivado, flanqueado por células companheiras. No vaso crivado são visíveis duas placas crivadas.

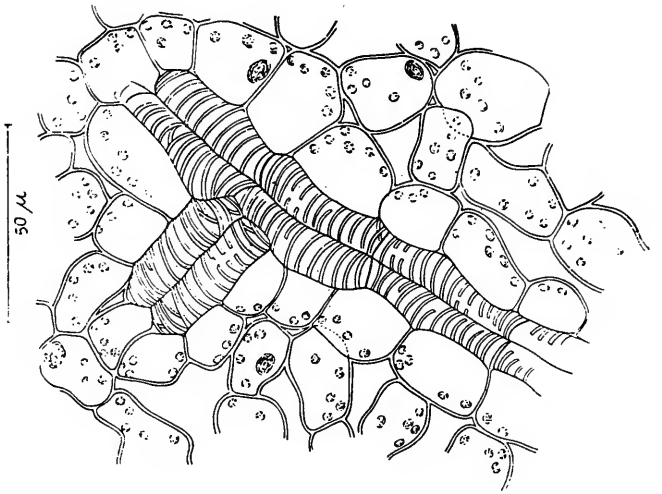


Fig. 5 — *Syringa vulgaris*. Corte paradérmico da lâmina folhear, revela uma ponta de feixe, provida de terminação principal e uma lateral, ao nível do xilema.

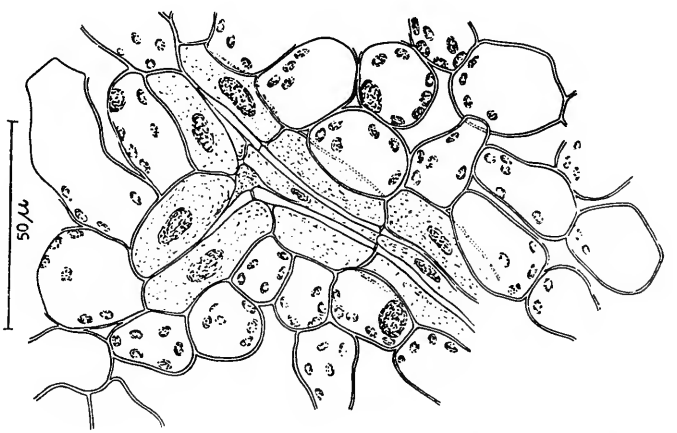


Fig. 6 — *Syringa vulgaris*. Corte longitudinal da mesma ponta de feixe, representada em 5; vasos crivados ocorrem tanto na terminação principal como na lateral. Placas crivadas são visíveis nos dois segmentos terminais do vaso crivado.

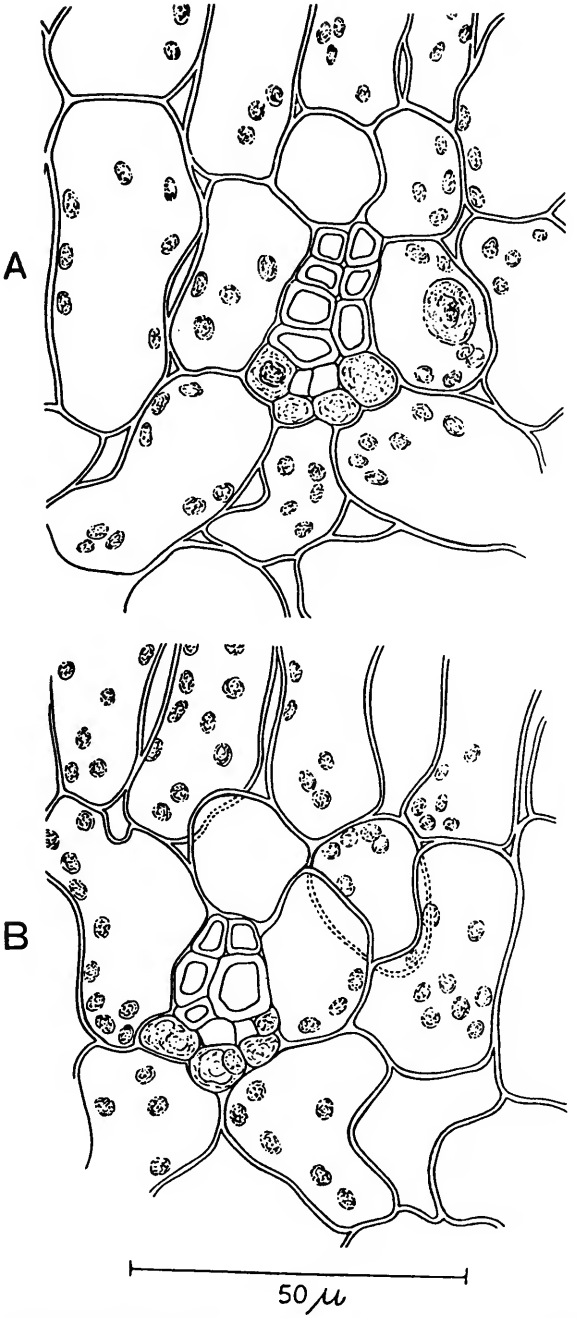


Fig. 7 — *Syringa vulgaris*. Cortes transversais de uma nervura de pequeno porte, obtidos nas proximidades da ponta. Em A e B os complexos xilemático e floemático se tocam diretamente sem que entre ambos existam células do parênquima.

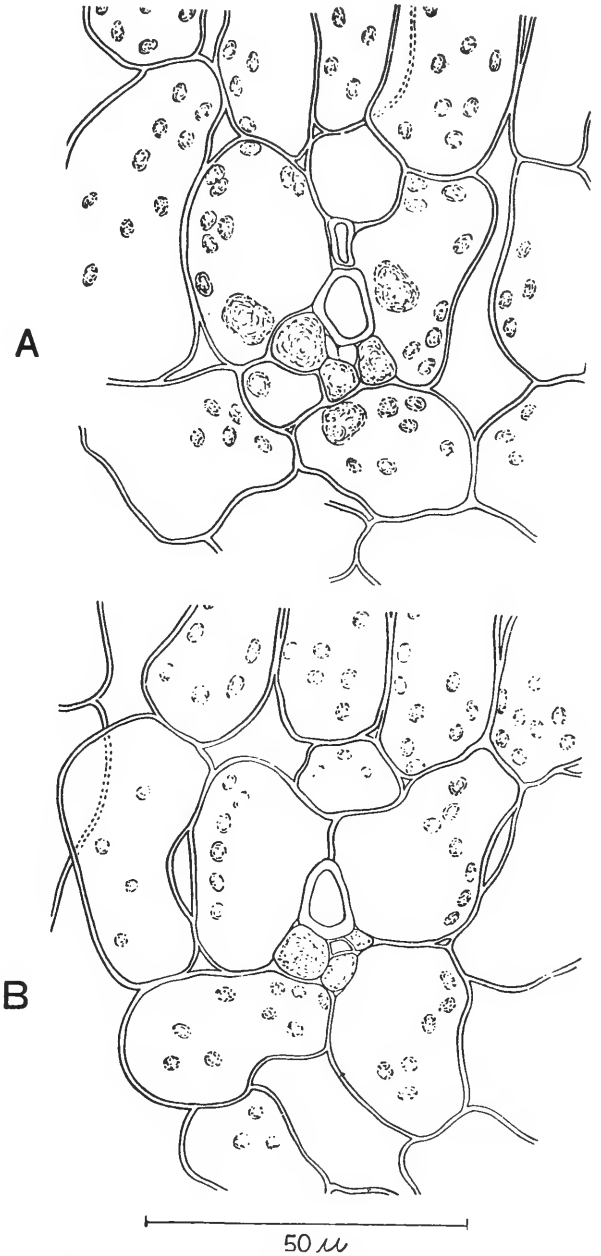


Fig. 8 — *Syringa vulgaris*. Cortes transversais de um feixe terminal, obtidos da mesma nervura representada em 7. Os cortes A e B, representam a situação do complexo condutor junto a ponta do feixe. Em A, duas traqueides e dois vasos liberianos e em B, uma só traqueide e um só vaso. É visível a grande desproporção entre o diâmetro do vaso crivado e de suas células companheiras.

vasos liberianos com suas células companheiras, em A; em B, o aspecto do feixe, tres cortes adiante de A, na mesma série. Na bainha da nervura as células já assumiram o aspecto típico de células do parênquima lacunoso. Em A e B, o floema toca o xilema, sem que existam entre ambos células do parênquima. Faltam as extensões de bainhas (18). A Fig. 8, representa em A e B, cortes transversais obtidos na porção terminal do mesmo feixe. Em A, apenas duas traqueides e dois vasos liberianos e em B, uma só traqueide e um só vaso. Em ambas as figuras é visível a grande desproporção existente entre o diâmetro do vaso liberiano e suas células companheiras. Os cortes que se seguem na série da qual as ilustrações A e B da Fig. 8 fazem parte, mostram a diminuição gradativa dos diâmetros da traqueide e do vaso liberiano. Ambos terminam junto a uma célula da bainha.

Boerhaavia coccinea Mill.. A fôlha clarificada, revela nervação de tipo reticulado. A Fig. 9, representa a distribuição dos feixes, sendo visíveis aréolas nas quais terminam pontas de feixes condutores. As células da bainha são extremamente desenvolvidas em relação às células restantes que compõe o mesofilo, e se coram intensamente pelos corantes citoplasmáticos.

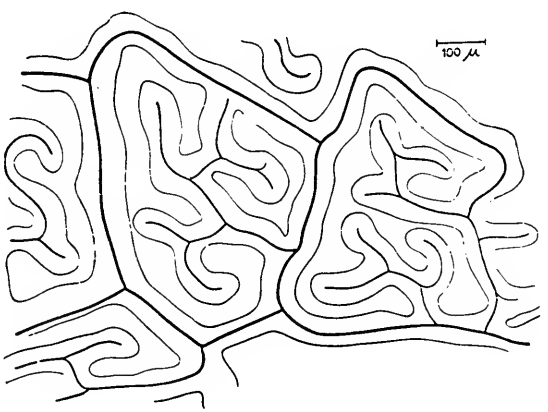


Fig. 9 — *Boerhaavia coccinea*. Vista frontal da lâmina folhear clarificada, mostrando a distribuição das nervuras.

Também em *Boerhaavia* ocorrem terminações principais e laterais, como as descritas em *Syringa*, só que o número das mesmas é muito menor. A Fig. 10, representa uma ponta de feixe, em corte paradérmico da lâmina folhear. Geralmente apenas uma traqueide é encontrada na extremidade. A bainha do feixe terminal envolve-o completamente ao nível do xilema, e suas células compactamente ar-

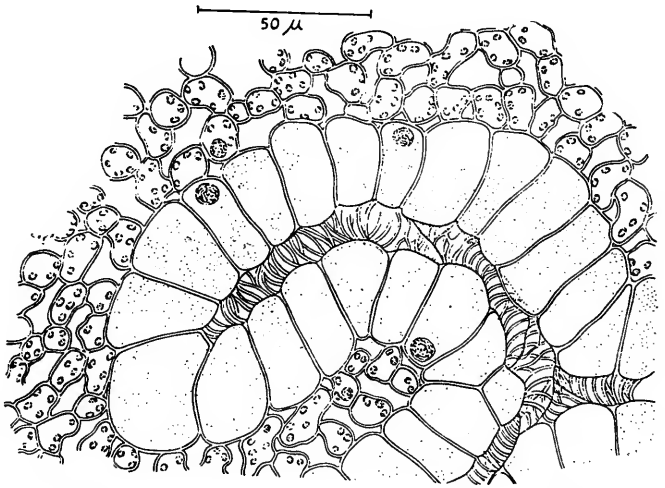


Fig. 10 — *Boerhaavia coccinea*. Corte paradérmico da lâmina folhear, mostrando uma terminação de feixe condutor, ao nível do xilema, representado por uma só fileira de traqueides. A bainha do feixe é constituida por células grandes, de paredes finas e de citoplasma denso.

ranjadas contrastam das células restantes do mesofilo pelo seu tamanho e conteúdo. Não concordamos com Grotta (8) que as denomina células armazenadoras de água, pois a estrutura das células em questão não lembra em absoluto um parênquima aquífero. A Fig. 11 foi obtida de um corte abaixo do representado em 10. São visíveis os elementos componentes do floema, sob forma de um vaso liberiano e suas células companheiras. O vaso apresenta lume pequeno e suas células companheiras possuem citoplasma denso e ricamente granulado. O núcleo é grande e geralmente oval. As paredes transversais que ocorrem inclusive no segmento terminal do vaso liberiano

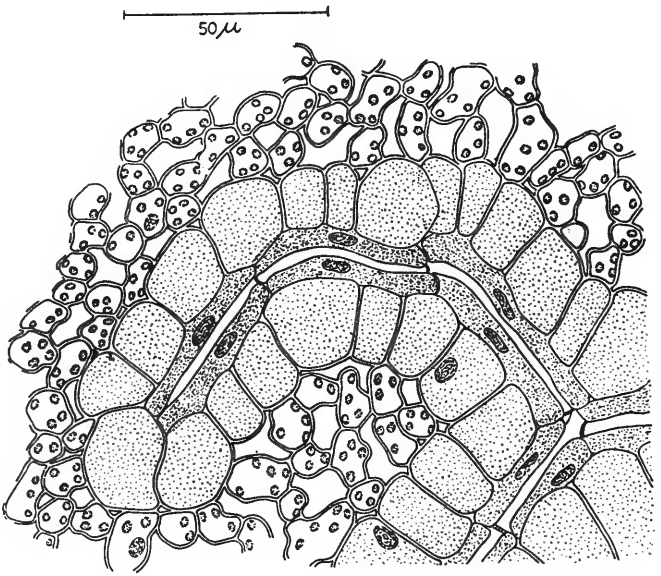


Fig. 11 — *Boerhaavia coccinea*. Corte paradérmico da lâmina folhear, do mesmo feixe representado em A, em um corte imediatamente abaixo. São visíveis um vaso crivado com suas placas e as células companheiras que o ladeiam.

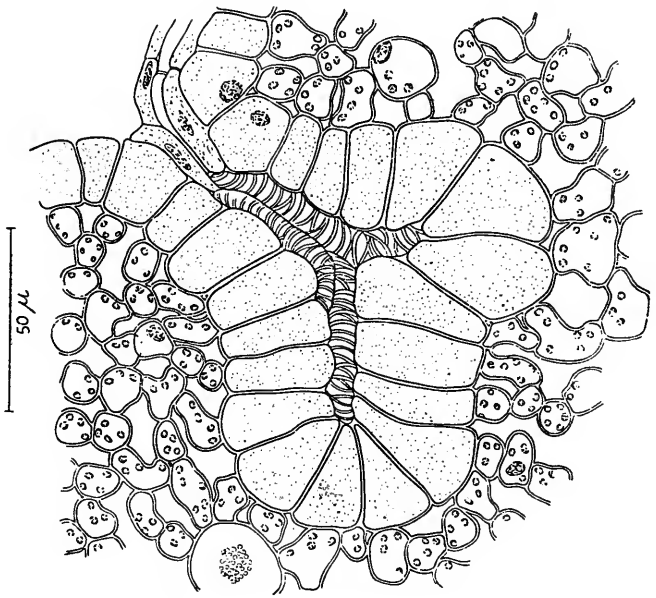


Fig. 12 — *Boerhaavia coccinea*. Corte paradérmico da lâmina folhear, mostrando uma ponta de feixe, com uma terminação principal e uma lateral pouco desenvolvida. O xilema no caso também é representado por traqueides.

foram interpretadas como sendo placas crivadas. As Figs. 12 e 13, obtidas de outra ponta de feixe, representam cortes sucessivos, que em 12, mostram a nervura terminal e a lateral pouco desenvolvida, ambas constituidas por apenas uma traqueide. Na Fig. 13, o floema exposto, mostra que tanto a nervura terminal como a lateral são providas de vaso liberiano e células companheiras. Raras vêzes, em cortes longitudinais dos feixes terminais, observamos uma célula que em aspecto lembra uma célula companheira, ocupando a ponta do feixe, por baixo da traqueide terminal. Nestes casos, o vaso crivado termina um segmento antes do xilema.

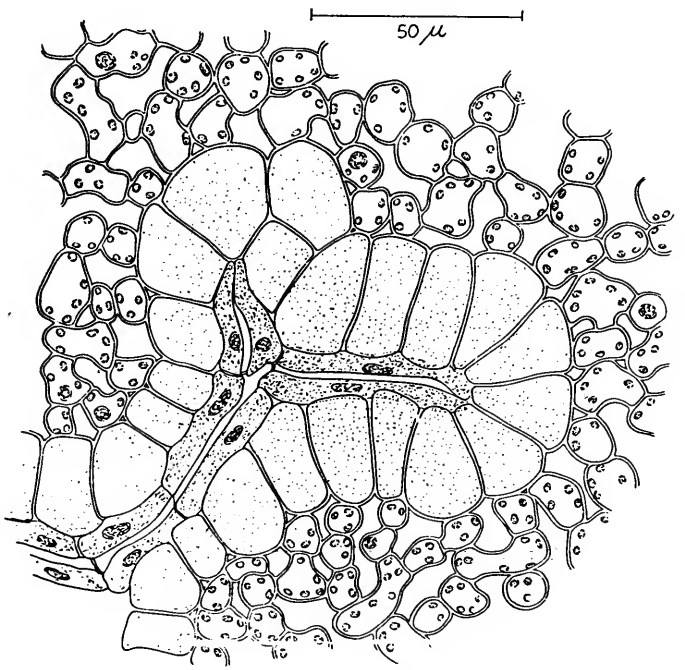


Fig. 13 — *Boerhaavia coccinea*. Corte paradérmico de ponta de nervura. A fig. foi obtida um corte abaixo da Fig. 12. O floema ocorre tanto na ponta principal como na lateral, sendo constituido por vasos libeianos e células companheiras.

Da série de cortes transversais, escolhemos as Figs. 14 e 15, como seqüência significativa. Fig. 14, representa um corte em que são visíveis quatro traqueides sobrepostas e o complexo floemático é representado por três vasos liberianos acampanhados de duas células companheiras. Dêste complexo, fazem parte duas células do parênquima liberiano, que diferem das células companheiras por seu con-

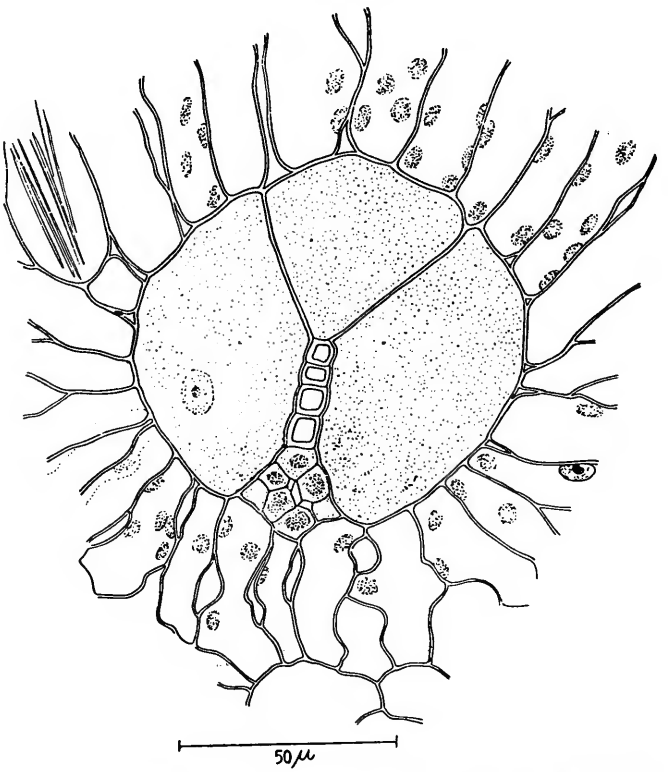


Fig. 14 — *Boerhaavia coccinea*. Corte transversal de uma ponta de nervura nas proximidades de seu ápice. São visíveis quatro traqueides sobrepostas e o complexo floemático é representado por três vasos crivados acompanhados de suas células companheiras. São ainda visíveis duas células do parênquima liberiano reconhecíveis por seu conteúdo menos denso e seu vacúolo grande. A bainha deixa a descoberto parte do floema.

teúdo menos denso e seu vacúolo bem definido. Na Fig. 15, apenas duas traqueides e dois vasos crivados são visíveis. Em ambas as figuras, verifica-se o fato já descrito por Metcalfe and Chalk (10) ao fazerem a análise das Nyctaginaceae, isto é, a bainha que envolve as terminações de feixes não circunda totalmente o sistema condutor. O complexo floemático fica parcialmente em contacto direto com as células do parênquima assimilador lacunoso.

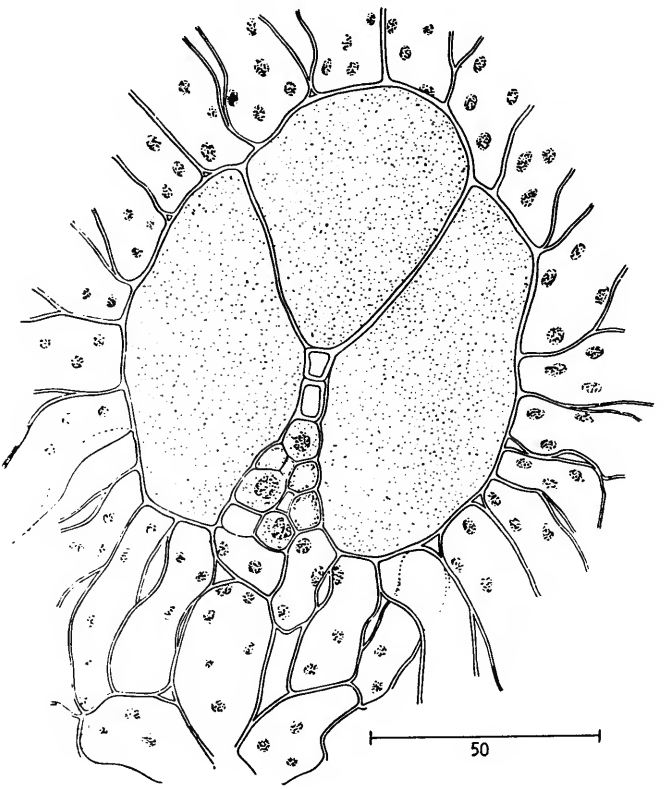


Fig. 15 — *Boerhaavia coccinea*. Corte transversal de uma ponta de feixe. São visíveis apenas duas traqueides e dois vasos crivados. O floema fica em contato direto com o parênquima assimilador lacunoso.

Discussão: — É sabido que o floema componente das terminações de feixes no mesofilo é de difícil identificação e provàvelmente neste fato reside a causa do pequeno número de trabalhos de pesquisa referentes ao assunto em questão.

Coube a Fischer (6) e Pray (12) o mérito de identificar os elementos componentes dos vasos liberianos na porção terminal dos feixes. O primeiro dêstes pesquisadores, fazendo a análise de 62 espécies, chama a atenção para o brilho especial das paredes destas células, quando examinadas em cortes de material vivo e o segundo pesquisador, faz referência ao espessamento das paredes das células componentes do vaso e sua capacidade de fixar corantes determinados, em se tratando de material fixado. Em nosso trabalho inicial da série empreendida, Morretes (11), confirmamos as observações de Fischer e de Pray e estas confirmações são válidas para as terminações de feixes no mesofilo de *Syringa vulgaris* e *Boerhaavia coccinea*.

Em *Syringa* e *Boerhaavia*, a distribuição das nervuras terminais é do tipo reticulado. Ocorrem em ambas as espécies terminações principais e laterais, sendo o xilema nestas terminações representado geralmente por um par de traqueides em *Syringa* e por uma só traqueide em *Boerhaavia*. Não acreditamos no entanto poder aplicar a classificação de Strain (16) pois ocorrem casos em que uma só traqueide termina uma ponta de feixe em *Syringa* e casos em que duas terminam o sistema em *Boerhaavia*. O complexo floemático é representado em ambas as espécies por vasos crivados e células companheiras, e os elementos componentes dos vasos liberianos foram encontrados geralmente em terminações principais e suas respectivas laterais. Em outras palavras, o vaso liberiano atinge com o xilema as pontas do feixe. Apenas em duas terminações de feixe, encontramos a situação descrita por Pray (12) para a terminação principal de feixe de *Liriodendron*. O floema na extremidade do feixe terminal era representado por uma célula nucleada, lembrando em aspecto uma célula companheira. Mas, em ambos os casos, a ponta do feixe encontrava-se muito próxima de uma nervura de maior porte que delimitava a aréola. No caso em questão podiamos estar diante de uma situação anômala, ocasionada talvez por um bloqueamento do crescimento.

Tanto em *Syringa* como em *Boerhaavia*, o floema toca diretamente o xilema nos últimos segmentos dos feixes. O fato já havia sido representado por Fischer (6) em seus desenhos sem que tivesse mensionado no texto a sua ocorrência. Situação semelhante foi referida por Esau (4) em Gramineae por Pray (14) em *Hosta* e por Morretes (11) em *Phaseolus*. O vaso crivado, nas pontas de feixes é flanqueado geralmente por duas células companheiras, que se caraterizam por seu citoplasma denso e rico em inclusões. Em ambas as espécies analisadas o núcleo das células companheiras é grande, geralmente alongado. O formato das células companheiras ao nível de ramificações tanto em *Syringa* como em *Boerhaavia* difere completamente do das células encontradas ao longo das terminações principais. Freqüentes vêzes, estas células são quase triangulares representando seu formato uma adaptação ao nível da ramificação.

Placas crivadas foram encontradas nos segmentos terminais do vaso liberiano em *Syringa* e em *Boerhaavia*. Os mesmos foram interpretados como tais em função do seu aspecto, posição e reação a corantes. O diâmetro do vaso liberiano na porção terminal do feixe é muito pequeno em ambas as espécies.

Em *Boerhaavia*, parte do complexo liberiano fica em contato direto com o parênquima assimilador lacunoso, por meio das células companheiras dos vasos crivados, fato que parece ser comum entre as Nyctaginaceae como foi referido por Metcalfe e Chalk (10).

A importância do floema nas terminações de nervuras em relação ao fenômeno da entrada de carbohidratos, já foi analisada por Esau (5) e a situação ora descrita para Boerhaavia, viria facilitar o contato entre a fonte elaboradora de carbohidratos e a sua via de transporte.

RESUMO

No presente trabalho, o autor fez a análise do floema terminal em feixes do mesofilo de *Syringa vulgaris* L. e *Boerhaavia coccinea* Mill.. Em ambas as espécies ocorrem terminações principais e ramificações laterais, contendo ambas floema. O floema é representado por vasos crivados de pequeno diâmetro e flanqueados por células companheiras. Estas, apresentam citoplasma denso, ricamente granulado e núcleo oval grande.

O vaso crivado apresenta placas crivadas transversais inclusive em seu segmento terminal.

Tanto em *Syringa* como em *Boerhaavia,* os vasos crivados tocam diretamente o xilema, representado nas pontas de nervuras por traqueides. Nas pontas dos feixes, xilema e floema geralmente terminam juntos e o vaso crivado atinge junto com as células companheiras o ápice do feixe. Apenas em dois casos, tanto em *Syringa* como em *Boerhaavia* encontramos uma célula companheira ocupando a posição terminal. Em ambas as espécies, os elementos componentes do vaso crivado tocam diretamente as traqueides terminais. O xilema na ponta das nervuras de *Syringa vulgaris* é representado geralmente por um par de traqueides e em *Boerhaavia coccinea* o caso mais comumente encontrado é o de uma traqueide apenas ocupando a mesma posição. Em *Syringa vulgaris* a bainha dos feixes envolve completamente o sistema condutor. Em *Boerhaavia coccinea* parte do floema fica em contacto direto com o parênquima assimilador lacunoso. A bainha do feixe é aberta.

SUMMARY

The author studied the termination of vascular bundles in the mesophyll of *Syringa vulgaris* and *Boerhaavia coccinea,* in mature leaves. In both species, the principal and lateral vein endings generaly contain phloem; phloem and xylem end together.

Sieve elements in bundle ends are narrow, present transverse sieve plates and are associated with companion cells.

In both species the companion cells of the terminal phloem are wider than the sieve elements, have dense cytoplasm, large nucleus and present rich granulation.

In bundle ends of *Syringa vulgaris* and *Boerhaavia coccinea,* sieve elements occur next to the tracheary elements.

Boerhaavia coccinea presents a open bundle sheath; part of the phloem complex touches directly the spongy parenchyma cells. Bundle ends of *Syringa vulgaris* are completely surrounded by the bundle sheath.

BIBLIOGRAFIA

1 — Cheadle, V. I., E. M. Gifford, J.. and K. Esau. 1953. A staining combination for phloem and contiguous tissue. Stain Technol. 28: 49-53.

2 — Esau, K. 1939. Development and structure of the phloem tissue. Bot. Rev. 5: 373-432.

3 — Esau, K. 1950. Development and structure of the phloem tissue. Bot. Rev. 16: 67-114.

4 — Esau, K. 1965. Plant Anatomy. John Wiley and Sons, New York.

5 — Esau, K., H. B. Currier and V. I. Cheadle. 1957. Physiology of phloem. Ann. Rev. Plant Physiol. 8: 349-374.

6 — Fischer, A. 1885. Studien über die Siebröhren der Dicotylenblätter. Ber. Sächs. Ges. Wiss. Leipzig Math-Phys. Cl. 37: 245-290.

7 — Foster, A. S. 1953. Techniques for study of venation patterns in the leaves of angiosperms. Proc. 7th Int. Congr. (Stockholm, 1950). p. 586-587.

8 — Grotta, A. de S. 1963. Contribuição ao estudo morfológico e anatômico de *Boerhaavia coccinea* Mill.. Nyctaginaceae. Rev. Fac. Farm. Bioquim. S. Paulo. 1 (1): 9-35.

9 — Johansen, D. A. 1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill, New York.

10 — Metcalfe, C. R. and L. Chalk. 1950. Anatomy of the dicotyledons. 2 vols. Oxford, Clarendon Press.

11 — Morretes, B. L. de. 1962. Terminal phloem in vascular bundles of leaves of *Capsicum annuum* and *Phaseolus vulgaris*. Amer. Jour. Bot. 49 (6): 560-567.

12 — Pray, T. R. 1954. Foliar venation of angiosperms. I. Mature venation of *Liriodendron*. Amer. Jour. Bot. 41: 663-670.

13 — Pray, T. R. 1955a. Foliar venation of angiosperms. II. Histogenesis of the venation of *Liriodendron*. Amer. Jour. Bot. 42: 18-27.

14 — Pray, T. R. 1955b. Foliar venation of angiosperms. III. Pattern and histology of venation of *Hosta*. Amer. Jour. Bot. 42: 611-618.

15 — Sass, J. S. 1958. Botanical microtechnique. Iowa State College Press, Ames.

16 — Strain, R. W. 1933. A study of vein endings in leaves. Amer. Midland Nat. 14: 367-375.

17 — Wylie, R. B. 1946. Conduction in dicotyledon leaves. Proc. Iowa Acad. Sci. 53: 195-202.

18 — Wylie, R. B. 1952. The bundle sheath extension in leaves of dicotyledons. Amer. Jour. Bot. 39: 645-651.

NOTES ON BRAZILIAN ALGAE. I — NEW FINDINGS CONFIRMING UNCERTAIN RECORDS

A. B. JOLY and E. C. de OLIVEIRA FILHO

NOTES ON BRAZILIAN ALGAE. I NEW FINDINGS CONFIRMING UNCERTAIN RECORDS.

A. B. JOLY and E. C. DE OLIVEIRA FILHO
Dept. of Botany, University of São Paulo.

(1) ABSTRACT

This paper reports the finding of *Platysiphonia miniata* (C. Agardh) Börgesen along the Brazilian shores. This genus and species was until now reported under uncertain record (Taylor 1960, p. 551) for the American Atlantic.

(2) INTRODUCTION

Platysiphonia miniata (C. Agardh) Börgesen, known to occur at Cadiz, Spain and in South Africa, has been uncertainly referred to the Brazilian coasts (Taylor 1960, p. 551). Taylor (1. et p. c.) gives De Toni (1900) and Murray (1889) as references. Murray's paper has only one reference to *Sarcomenia miniata* (C. Agardh) J. Agardh, the old name for this plant (J. Agardh 1816, p. 133), giving Guadeloupe as the locality where it was found, in the West Indies besides Cadiz, Spain (type locality for the older *Hutchinsia miniata* C. Agardh 1828, p. 94) (Murray l. c. p. 337). Doubtless Murray was only transcribing the older reference of Mazé and Schramm (1870-1877, p. 268) who apparently were the first to report the present species on the American Atlantic. De Toni (l. c., p. 735) who gathered all the available informations in his time, and was very acurate about geographical distribution of species, quoting after each locality the authority, on which the record was based, unfortunately when he mentions Guadeloupe and Brazil, with a querry after this last country, does not give any references. We were able to trace De Toni's Guadeloupe reference, to Mazé and Schramm (see above), but we could not have any hints on De Toni's Brazilian reference. Possibly it was

a misprinting. This species was apparently never collected again in the American Atlantic. It was with a great interest that we found, when examining a recent collection of marine algae, what seems to us, a plant that is identical with this beautiful and delicate species. Our material came from the "Praia de Peracanga" (Aprox. Lat. S. 21°45', Long. W. 41°32') Municipality of Meaipe, Espírito Santo State, Brazil.

The genus *Platysiphonia* was created by Börgesen (1931) for three species of *Sarcomenia,* namely *S. miniata* (C. Agardh) J. Agardh (designated as the type of the new genus), *S. intermedia Grunow,* and *S. mutabilis* (Harvey) J. Agardh, based on differences of thallus structure between these plants and *S. delesserioides* Sond., the type of *Sarcomenia*. More recently Papenfuss (1944 p. 206) transfered *Taenioma clevelandii* Farlow to *Platysiphonia,* and Silva & Cleary (1954) described a new species, *P. parva*. The distinction between the known species of this genus is based chiefly in the position of the lateral branches, the number and the pattern of division of the flank cells in the tetrasporic branches (cf. Silva & Cleary 1954).

We want to acknowledge the "Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo" (FAPESP) for the funds given the junior author covering travel expenses involved.

(3) DESCRIPTION

Plants growing on mussels (*Perna perna* L.), up to 1 cm high, showing a rosy-red colour when alive, having an inconspicuous more or less cylindrical portion fixed to the substratum by long unicellular rhizoids. The erect branches are distinctly flatened, measuring 90-150 micra broad, tapering to the apex; the lateral branches are all produced on the adaxial face of the first order branches, arising always from the central row of cells, which is surrounded by four pericentrals, from those the lateral ones are much more developed, each of which giving rise to two cells, the flank cells, in such a way that, in cross section, there is a thallus with three layers of cells in the midrib and only one layer of cells in the wing portion, being five cells broad from margin to margin. The apical cell is very conspicuous, cutting transversely 3 to 5 segments before each of

these begins to produce the pericentrals. The lateraly placed pericentrals first cut, by an oblique wall, the anterior flank cells.

The tetrasporangia (34-38 micra diameter) are produced acropetally in two rows, in branches similar to the vegetative ones, that are a little broader (150 micra) and shorter (1200 micra). The tetrasporangia arise from the lateral pericentrals, that first divide by an anticlinal wall, giving rise to two cells, of which the upper one will be the tetrasporangium, while the other will suffer two more divisions (periclinals) producing one little cover cell on the adaxial side and a more developed cover cell on the abaxial side. Just after the first division of the lateral pericentrals, the two existing flank cells divide once each, in such a way, that we have 4 flank cells on each side of the branch for each central cell, as compared with two on the vegetative portions; with the development of the tetrasporangia the lateral pericentrals enlarge radialy very much.

(4) SUMÁRIO

Êste trabalho relata a ocorrência de *Platysiphonia miniata* (C. Agardh) Börgesen nas costas do Estado do Espírito Santo, Brasil. Sòmente foram coletadas plantas tetraspóricas. O presente trabalho vem esclarecer as referências duvidosas da ocorrência desta espécie no Atlântico Americano.

(5) BIBLIOGRAPHY

AGARDH, C. A. 1828. Species Algarum. 2: LXXVI + 1 — 189. Gryphiae.

AGARDH, J. G. 1896. Analecta Algologica... III. Lunds. Univ. Arsskr. 32 (2): 1-140, pl. 1.

DE TONI, G. B. 1900. Sylloge Algarum... IV (2): 387-776. Padua.

MAZÉ, H. et A. SCHRAMM 1870-1877. Essai de Classification des Algues de la Guadeloupe, 2e. éd: XIX + 1 - 283 + III. Basse Terre. (Facsimile Edition Junk. Berlin. 1905).

MURRAY, G. 1888. Catalogue of the Marine Algae of the West Indian Region. Jour. Bot. 26: 331-338.

PAPENFUSS, G. F. 1944. Structure and taxonomy of *Taenioma,* including a discussion on the phylogeny of the Ceramiales. Madroño, VII, 7: 193-214.

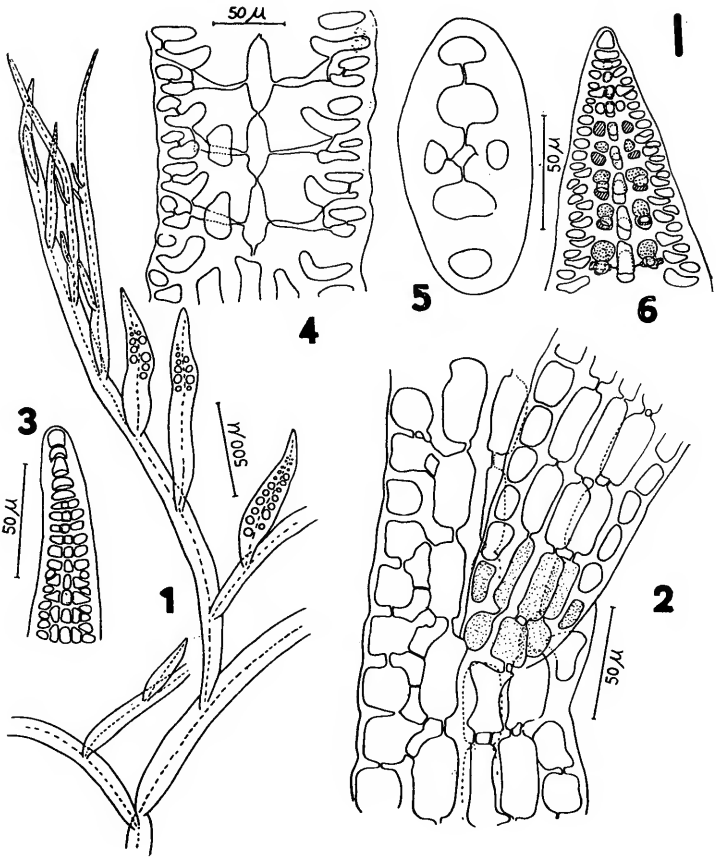
SILVA, P. C. and A. P. CLEARY. 1954. The structure and reproduction of the red alga, *Platysiphonia*. Am. Journ. Bot. 41 (3): 251-260.

TAYLOR, Wm. R. 1960. Marine Algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. IX + 870 (incl. 80 pls). Ann Arbor.

Plate I

Platysiphonia miniata

Figs. 1-6. Portion of a mature tetrasporic plant. Detail of the basal part of a short branch. Apex of a growing branch; note the sequence that pericentrals and flank cells are formed. Detail of an old tetrasporangial branch (the tetraspores were shed) showing the characteristic number of flank cells in the fertile portions. Cross section of the vegetative thallus. Apex of a developing tetrasporangial branch; stapled cells (young tetrasporangia), shaded cells (fertile pericentrals), cover cells, flank cells, axial cells and sterife pericentrals outlined only.


50 µ
1
2
3
4
5
6
500 µ
50 µ
50 µ
50 µ

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Reitor — Prof. Dr. Luiz Antonio da Gama e Silva
Vice-Reitor — Prof. Dr. Mário Guimarães Ferri
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS
Diretor — Prof. Dr. Mário Guimarães Ferri
Vice-Diretor — Prof. Dr. Erwin Theodor Rosenthal
Secretário Substituto — Dr. Eduardo Marques