

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

BOLETIM N.º 173

BOTÂNICA N.º 11

HELENA VILLAÇA e MARIO G. FERRI

TRANSPIRAÇÃO DE *EUCALYPTUS TERETI-*
CORNIS

HELENA VILLAÇA and MARIO G. FERRI

ON THE MORPHOLOGY OF THE STOMATA
OF *EUCALYPTUS TERETICORNIS*, *OURATEA*
SPECTABILIS AND *CEDRELA FISSILIS*

AYLTHON B. JOLY

THE GENUS *BOSTRYCHIA* MONTAGNE, 1838
IN SOUTHERN BRASIL. TAXONOMIC AND
ECOLOGICAL DATA.



SÃO PAULO (BRASIL) — 1954

Os Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, são editados pelos Departamentos das suas diversas secções.

Toda correspondência deverá ser dirigida para o Departamento respectivo da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Caixa Postal 8.105, S. Paulo, Brasil.

The "Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de S. Paulo" are edited by the different Departaments of the Faculty.

All correspondence should be addressed to the Department concerned. Caixa Postal 8.105, São Paulo, Brasil.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor:

Prof. Dr. José de Mello Moraes

Diretor da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras:

Prof. Dr. Eurípedes Simões de Paula

Secretário:

Dr. Odilon Nogueira de Mattos

DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA

Diretor:

Prof. Dr. Felix Rawitscher

Diretor em exercício:

Dr. Mario Guimarães Ferri, livre-docente

Assistentes:

Dra. Mercedes Rachid

Dr. Aylthon Brandão Joly

Dra. Berta Lange de Morretes

Auxiliar de ensino:

D. Maria Ignez da Rocha e Silva

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

BOLETIM N.º 173

BOTÂNICA N.º 11

Faculdade de Filosofia
Ciências e Letras
Biblioteca Central

HELENA VILLAÇA e MARIO G. FERRI

TRANSPIRAÇÃO DE *EUCALYPTUS TERETI-
CORNIS*

HELENA VILLAÇA and MARIO G. FERRI

ON THE MORPHOLOGY OF THE STOMATA
OF *EUCALYPTUS TERETICORNIS*, *OURATEA
SPECTABILIS* AND *CEDRELA FISSILIS*

AYLTHON B. JOLY

THE GENUS *BOSTRYCHIA* MONTAGNE, 1838
IN SOUTHERN BRASIL. TAXONOMIC AND
ECOLOGICAL DATA.



Os Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, são editados pelos Departamentos das suas diversas secções.

Toda correspondência deverá ser dirigida para o Departamento respectivo da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Caixa Postal 8.105, S. Paulo, Brasil.

The «Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de S. Paulo» are edited by the different Departments of the Faculty.

All correspondence should be addressed to the Department concerned, Caixa Postal 8.105, São Paulo, Brasil.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor:

Prof Dr. José de Mello Moraes

Diretor da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras:

Prof. Dr. Eurípedes Simões de Paula

Secretário:

Dr. Odilon Nogueira de Mattos



DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA

Diretor:

Prof. Dr. Felix Rawitscher

Diretor em exercício:

Dr. Mario Guimarães Ferri, livre-docente

Assistentes:

Dra. Mercedes Rachid

Dr. Aylthon Brandão Joly

Dra. Berta Lange de Morretes

Auxiliar de ensino:

D. Maria Ignez da Rocha e Silva

**TRANSPIRAÇÃO DE *EUCALYPTUS TERETI-*
*CORNIS***

Helena Villaça e Mario G. Ferri

TRANSPIRAÇÃO DE *EUCALYPTUS TERETI-CORNIS* (1)

HELENA VILLAÇA e MARIO G. FERRI (2)

INTRODUÇÃO

A importância do *Eucalyptus* para a nossa Silvicultura não precisa ser salientada, pois essa essência é, e provavelmente continuará sendo, por muito tempo ainda, a mais empregada em reflorestamento, no Brasil. Isto é o bastante para justificar qualquer trabalho que procure esclarecer assuntos ligados à fisiologia dessa planta.

De outro lado, como o fator água é, frequentemente, o fator limitante do desenvolvimento das plantas, em vastas áreas do território nacional, impõe-se o imediato estabelecimento, entre nós, de pesquisas que tendam a esclarecer numerosos aspectos do balanço de água de *Eucalyptus*.

Ao que estamos informados tal trabalho ainda está para ser feito. A única informação de que temos notícia refere-se à comunicação feita em 1949 por Coaracy Franco e Romeu Inforzato (4), durante a 1ª Reunião Anual da S. B. P. C., sobre a transpiração de *Eucalyptus saligna*. Os autores mediram a transpiração em diversas épocas do ano e calcularam a quantidade de água retirada do solo, anualmente, por aquela essência florestal. Concluíram que 75.000 m³ de água eram retirados por hectare, por uma cultura de *Eucalyptus saligna* com 7 anos de idade e com espaçamento de 2 metros. Os mesmos autores, posteriormente (5), tendo comparado o método então utilizado (pesagem rápida de folhas destacadas das plantas), com o de

(1) Recebido para publicação em 9 de Janeiro de 1954.

(2) O presente trabalho foi iniciado por H. Villaça sob a orientação do Prof. F. Rawitscher. Logo após, em virtude do afastamento, por doença, do ilustre Professor, passou essa orientação ao seu substituto, Dr. Mario G. Ferri. Os autores aproveitam a ocasião para agradecer ao Prof. F. Rawitscher sua inestimável colaboração. Ao Conselho Nacional de Pesquisas que parcialmente subvencionou o presente estudo, nosso maior reconhecimento.

determinação da perda d'água por plantas inteiras, envazadas, verificaram a necessidade de reduzir essa cifra para a de 49.000 m³.

Os presentes autores iniciaram um estudo detalhado da transpiração de *Eucalyptus tereticornis* e os dados obtidos serão resumidos a seguir.

MATERIAIS

Para a realização do presente trabalho várias plantas de *Eucalyptus tereticornis* foram cultivadas no jardim do Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, portanto sob as condições climáticas da cidade de São Paulo.

Fôlhas de diversas idades, retiradas dessas plantas, foram utilizadas em todo o trabalho. Para simplificar a apresentação dos resultados, essas fôlhas serão designadas por tipos: tipo 1, compreendendo fôlhas muito novas, de coloração nitidamente avermelhada e com uma superfície, consideradas as duas faces, ao redor de 25 cm²; tipo 2 abrangendo fôlhas adultas, já bem verdes mas ainda tenras; e tipo 3 reunindo as fôlhas mais velhas e coriáceas, geralmente encontradas na base da planta; as fôlhas dos tipos 2 e 3 tinham uma superfície média de 80 cm².

MÉTODOS

A — Andamento diário da transpiração

1 — Pesagem rápida (balança de torsão).

Para o estudo da transpiração empregou-se especialmente o método das pesagens rápidas, usando-se para isso a balança de torsão (R. Jung AG. Heidelberg).

Esse método, que dá os melhores resultados, tem sido empregado por inúmeros pesquisadores, no Brasil (2, 3, 10, 15, 16, 17) e no exterior (6, 7, 8, 11, 20, 21) e não precisa, portanto, ser aqui explicado em maior detalhe.

Convém apenas salientar, que para se obter a razão de transpiração, uma fôlha era colhida e pesada imediatamente, sendo a 2ª pesagem feita após um minuto. Convertia-se, posteriormente, a razão encontrada, para uma superfície de 100 cm². Cada determinação era repetida no mínimo três vezes; tomava-se a média desses valores como representando a razão de transpiração, naquela hora e sob as condições então dominantes. Repetido esse processo durante todo o dia, a determinados intervalos, podia-se traçar a curva representativa do andamento diário da transpiração.

2 — Potometria.

Curvas diárias da transpiração foram também obtidas com um potômetro. Em algumas experiências, um ramo da planta foi nele deixado durante todo um dia; em outras, novos ramos eram usados para a obtenção de cada ponto da curva.

Como o método da potometria é, também, bastante conhecido entre nós (18) é necessário assinalar, somente, que os valores obtidos foram sempre convertidos para uma superfície de 100 cm².

B — Andamento diário da evaporação.

3 — Evaporímetro de Piche.

Nos gráficos em que se traçaram as curvas representativas do andamento diário da transpiração, as razões de evaporação foram representadas por curvas especiais, baseadas em valores obtidos com um evaporímetro de Piche, cuja superfície evaporante (38,48 cm²) era de papel mata-borrão verde (14, 15). Os dados obtidos foram posteriormente calculados para uma superfície de 100 cm².

C — Estado da abertura dos estômatos durante o dia.

4 — Infiltração.

Para avaliar o grau de abertura dos estômatos, além das informações obtidas com a balança, foram feitas observações com o método de infiltração (1, 2, 3, 11, 13, 14, 16, 19). Três líquidos, parafina, xilol e éter de petróleo, foram empregados. Foram escolhidos êsses líquidos por representarem dois valores extremos e um médio, do poder de penetração da série completa de infiltração. Sendo êste método apenas semi-quantitativo e de aplicabilidade bastante limitada, não parecia justificavel o uso de toda a série.

D — Velocidade de fechamento dos estômatos.

Para estabelecer a rapidez de fechamento dos estômatos, uma folha era posta na balança, imediatamente após ser colhida e aí ficava até constância da razão de perda d'água. Ao terminar a experiência, era tentada a infiltração da folha com xilol, a fim de se certificar de que os estômatos tinham, realmente, se fechado. Infiltração feita em folhas comparáveis, na planta, no início da experiência, davam indicações do grau inicial da abertura dos estômatos.

E — Transpiração cuticular.

A metodologia para o estudo da transpiração cuticular foi detalhadamente explicada por Rawitscher e Ferri (16). Saliaram os autores as grandes dificuldades que o problema apresenta, mórmente quando se trata de uma planta como o *Eucalyptus*, com estômatos em ambas as faces. Os poucos dados de que dispomos foram obtidos por pesagens, em ocasiões em que as plantas estavam com os estômatos fechados em ambas as faces. Isto ocorre, normalmente, para as fôlhas de tipo 2 e 3, à noite; as fôlhas do tipo 1 mantêm os estômatos abertos até, pelo menos, às 23 horas, quando fizemos nossas últimas observações.

Transpiração cuticular durante o dia pode, em tais casos, ser feita, em fôlhas cortadas, as quais fecham os estômatos, em resposta à falta de suprimento de água. Os valores então obtidos são, no entanto, menores do que os que se conseguiriam em fôlhas saturadas (16). Tais valores servem, todavia, para indicar a ordem de grandeza da transpiração cuticular.

F — Transpiração relativa.

5 — "Blattevaporimeter" (2, 3, 9, 15, 21).

Para se obter a transpiração relativa $\left[\frac{T}{E} \times 100 \right]$, fazia-se um molde, em papel mata-borrão verde, de cada fôlha cuja razão de transpiração tinha sido determinada. Êste molde, embebido de água e posto na balança, após escoamento do excesso, dava, por diferença de pesagens feitas com intervalo de um minuto, a razão de evaporação, para uma superfície livre igual à da fôlha e colocada em situação perfeitamente comparável. Por êsse processo foram obtidos valores relativos à evaporação, da transpiração total, estomatar e cuticular.

G — Deficit de saturação.

Deficits de saturação dos três tipos de fôlhas de *Eucalyptus* foram obtidos em três períodos diferentes: 7, 12 e 18 horas. Tais deficits foram calculados de acôrdo com as indicações de Stocker (20):

$$\text{Deficit} = \frac{\text{conteúdo máximo de água} - \text{conteúdo real de água}}{\text{conteúdo máximo de água}} \times 100$$

Para se conseguir os dados necessários ao cálculo, 5 fôlhas eram colhidas, em cada caso, e seu pêso fresco determinado.

Essas folhas eram postas em câmara úmida e aí deixadas 24 horas, quando nova pesagem era feita, voltando as folhas para a câmara, onde ficavam até peso constante. Este era considerado como o peso da folha em estado saturado.

As folhas eram agora transferidas para uma estufa, onde permaneciam 24 horas, a 75° — 80° C. Retiradas da estufa, permaneciam em um dessecador até atingirem a temperatura ambiente. Nova pesagem era feita, voltando as folhas, outra vez, para a estufa, onde permaneciam até constância de peso. Os valores obtidos representavam o peso da matéria seca das folhas. A diferença entre o peso saturado e o peso seco dava o conteúdo máximo de água, ou seja, a água existente na folha saturada. A diferença entre o peso fresco da folha e o seu peso seco indicava a água nela existente, no momento em que foi colhida. Pelo simples cálculo acima referido obtinham-se, então, em porcentagens do conteúdo máximo de água, os deficits de saturação.

RESULTADOS

A e B — Andamento diário da transpiração e da evaporação.

As curvas das Figs. 1, 2, e 3, comparam o andamento diário da transpiração das folhas de tipos 1, 2 e 3, respectivamente, com o andamento da evaporação livre. É de se notar que o curso da transpiração não apresenta diferenças consideráveis nos três tipos de folhas. Observa-se ainda, que nos três casos, as curvas de transpiração têm um andamento paralelo ao da evaporação. Isto indica, claramente, que nos três tipos de folhas, os estômatos se mantiveram abertos o dia todo, fato aliás comprovado por infiltração feita em folhas intactas. Mesmo as pequenas oscilações da evaporação foram nitidamente acompanhadas por oscilações comparáveis da transpiração, como se vê especialmente bem na Fig. 2, entre 14 e 15 horas, quando uma pequena subida da curva de evaporação foi acompanhada por um ligeiro acréscimo da razão de transpiração. Esses dados indicam que, nas condições em que se encontravam, as plantas estudadas de *Eucalyptus tereticornis* não tinham necessidade de restringir o consumo de água.

Para controlar os dados obtidos com a balança, algumas observações foram feitas com o potômetro.

Ramos comparáveis, quanto ao número de folhas, à frequência dos diferentes tipos e à situação na planta, foram colhidos às diversas horas do dia e postos no potômetro.

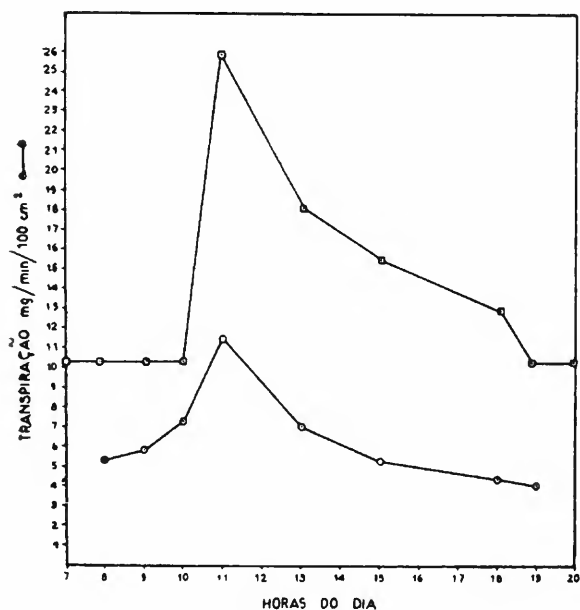


Fig. 1 — Andamento diário da transpiração de *Eucalyptus tereticornis*. Determinações feitas por pesagem, com as folhas mais novas (tipo 1).

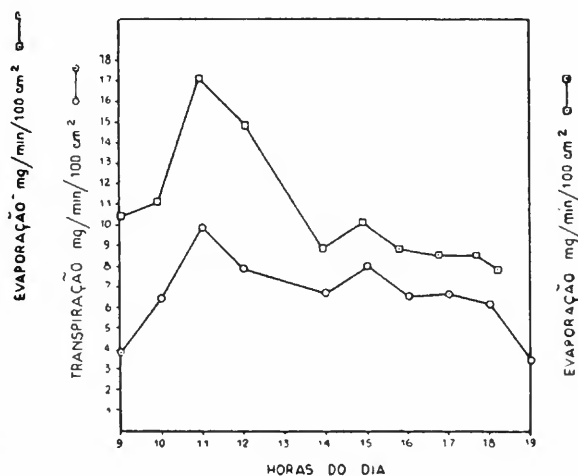


Fig. 2 — Andamento diário da transpiração de *Eucalyptus tereticornis*. Determinações feitas por pesagem, com as folhas adultas (tipo 2).

Para se evitar um possível bloqueio dos vasos por entrada de ar, os ramos, ao serem retirados da planta, eram inclinados dentro de uma cuba com água e aí cortados. Em seguida, no laboratório, estes ramos passavam para o potômetro, sendo tôdas essas operações sempre feitas sob água. Com o potômetro, o que se mede é a quantidade de água que o ramo absorve e nem sempre se tem certeza de que essa quantidade seja perfeitamente equivalente à de água perdida por transpiração. Os resultados conseguidos por este método foram, no entanto, tão semelhantes aos determinados anteriormente, por pesagem, que é bastante razoável aceitar-se, neste caso, uma equivalência das duas grandezas.

De fato, como a Fig. 4 mostra, a curva do andamento diário da transpiração, determinada com o potômetro, é comparável às curvas anteriormente obtidas por pesagens rápidas e,

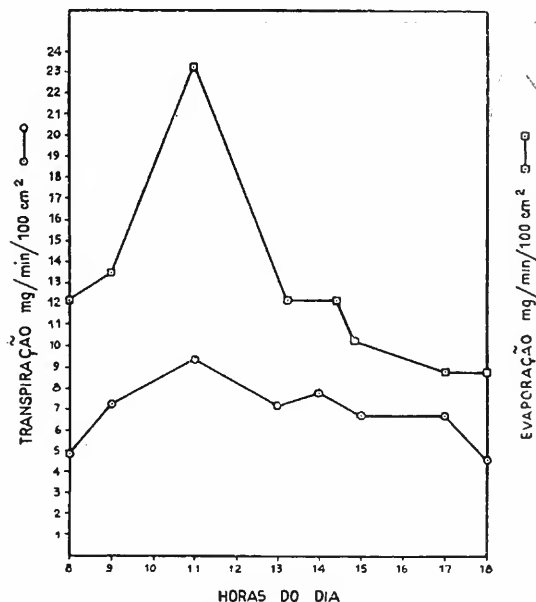


Fig. 3 — Andamento diário da transpiração de *Eucalyptus tereticornis*. Determinações feitas por pesagem, com as folhas mais velhas (tipo 3).

como estas, acompanham claramente o andamento da evaporação livre.

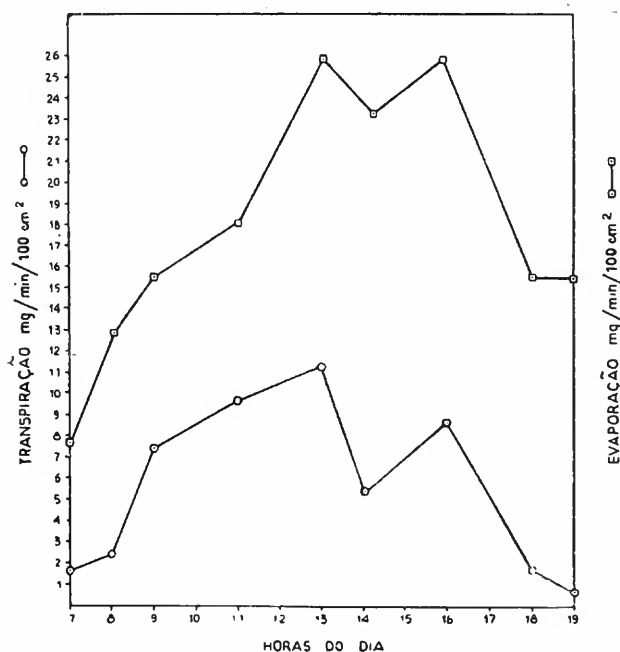


Fig. 4 — Andamento diário da transpiração de *Eucalyptus tereticornis*. Determinações feitas por potometria, usando-se um novo ramo para cada ponto da curva.

A Fig. 5 mostra a curva da transpiração em uma experiência em que um ramo colhido um pouco antes das 8 horas, foi deixado

no potômetro até às 19. Vê-se que essa curva acompanha, perfeitamente, o andamento da evaporação, refletindo até mesmo suas pequenas oscilações.

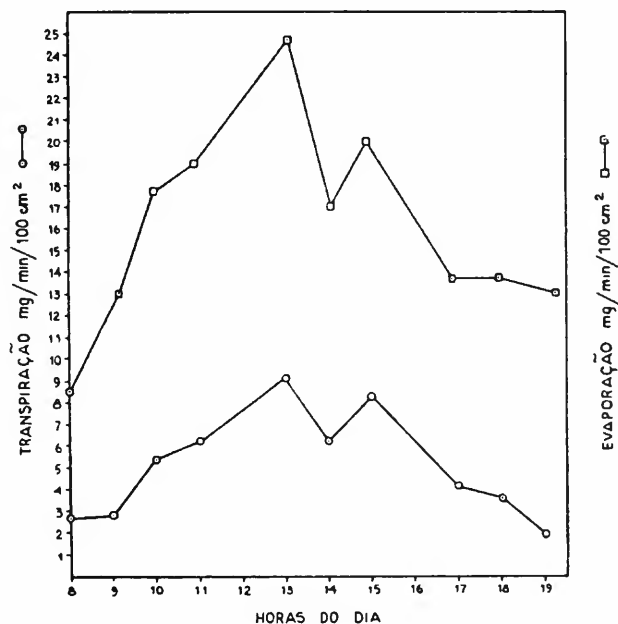


Fig. 5 — Andamento diário da transpiração de *Eucalyptus tereticornis*. Determinações feitas por potometria, empregando-se o mesmo ramo o dia todo.

E' de se notar que, durante todo êste largo período, o ramo no potômetro manteve suas fôlhas sem nenhum sintoma aparente de injúria, estando tôdas perfeitamente túrgidas. Parece, pois, que para pesquisas de transpiração desta planta, o potômetro pode ser satisfatôriamente empregado.

O exame comparativo das Figs. 4 e 5 revela que a curva da transpiração da primeira cobre uma área maior do que a da segunda. Êste fato, que implica numa razão média de perda de água, superior no primeiro caso, não indica, obrigatôriamente, que aqui os estômatos estivessem com abertura média maior. Se êste fosse o caso, isto significaria, possivelmente, que no ramo cortado e deixado muito tempo no potômetro, a absorção ou a condução de água, ou ainda ambos os processos, teriam sido desfavoravelmente afetados, o que levaria a um deficit de saturação, em consequência do qual a transpiração baixaria.

Acontece, porém, que no presente caso, a comparação das áreas cobertas pelas curvas de evaporação nos dá, também, um

valor ligeiramente maior no primeiro caso. Assim sendo, a transpiração total relativa, obtida por comparação da área representativa da transpiração, com a da evaporação livre tomada como 100, é de 33,5% no primeiro caso e de 35,4% no segundo, valores êstes que não diferem, significativamente, entre si.

C — Estado de abertura dos estômatos durante o dia.

Pelo método da infiltração foram avaliadas, "in situ", as aberturas estomáticas nos vários tipos de fôlhas, no decurso do dia. As tabelas 1, 2 e 3 resumem essas observações. Como se pode ver, não há uma diferença sensível de comportamento entre os estômatos da face inferior e os da superior. Também

TABELA 1

Modificações das aberturas estomáticas no curso do dia,
avaliadas por infiltração.

Fôlhas de tipo 1.

Faculdade de Filosofia
Ciências e Letras
Biblioteca Central

Hora	Parafina		Xilol		Eter de petróleo	
	superior	inferior	superior	inferior	superior	inferior
7	— +	+ —	+	+	+	+
8	— +	+ —	+	+	+	+
10	— +	+ —	+	+	+	+
11	+ —	+	+	+	+	+
13	— +	+ —	+	+	+	+
15	—	—	+	+	+	+
17	—	— +	+ —	+ —	+	+
18	—	—	— +	+ —	+	+
19	—	—	—	—	+	+

não diferem muito, no seu comportamento, os estômatos dos diversos tipos de fôlhas. Esta observação concorda, em linhas gerais, com os resultados obtidos por pesagem. A maior diferença observada reside no fato de que o fechamento noturno dos estômatos é um pouco mais acentuado nas fôlhas de tipo 1, as quais sempre se deixaram infiltrar com éter, enquanto que

TABELA 2

Modificações das aberturas estomáticas no curso do dia,
avaliadas por infiltração.

Fôlhas de tipo 2.

Hora	Parafina		Xilol		Eter de petróleo	
	superior	inferior	superior	inferior	superior	inferior
7	—	—	+ —	+ —	+	+
8	— +	+ —	+	+	+	+
10	— +	+ —	+	+	+	+
11	+ —	+	+	+	+	+
13	+	+	+	+	+	+
15	— +	— +	+	+	+	+
17	+ —	+ —	+ —	+	+	+
18	—	—	— +	+ —	+	+
19	—	—	—	—	—	— +

TABELA 3

Modificações das aberturas estomáticas no curso do dia,
avaliadas por infiltração.

Fôlhas de tipo 3.

Hora	Parafina		Xilol		Eter de petróleo	
	superior	inferior	superior	inferior	superior	inferior
7	+	+	+	+	+	+
8	+	+	+	+	+	+
10	+	+	+	+	+	+
11	+ —	+	+	+	+	+
13	+	+	+	+	+	+
15	+ —	+	+	+	+	+
17	+	+	+	+	+	+
18	—	—	—	— +	+	+
19	—	—	—	—	—	— +

esta infiltração, nas folhas de tipo 2 e 3 ou não ocorria, ou somente se dava com intensidade muito menor. Vê-se, ainda, que o máximo de abertura dos estômatos foi observado, nos três tipos, aproximadamente, às 11 horas, o que coincide com os máximos de transpiração observados nas Figs. 1, 2 e 3. A partir de então, nota-se um declínio no grau de abertura dos estômatos, podendo ou não haver uma ligeira reabertura, um pouco mais tarde, observação esta que também concorda com os dados obtidos por pesagem.

D — Velocidade de fechamento dos estômatos.

Muitas plantas realizam dois tipos essenciais de movimentos estomáticos: foto-ativo e hidro-ativo.

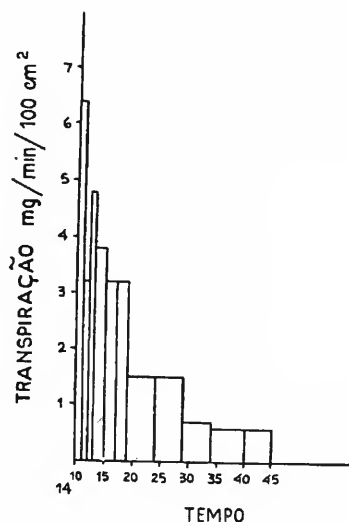


Fig. 6 — Velocidade de fechamento dos estômatos em folhas mais novas (tipo 1) removidas da planta.

O primeiro é uma consequência de variações de intensidade de iluminação. O segundo aparece como reflexo de variações do grau de saturação das células guardas, que por sua vez espelham o estado de saturação geral da folha. Muitas plantas reagem rapidamente, com movimento do primeiro tipo, ao serem colocadas no escuro. Em tais casos pode-se estudar, não só o tempo que levam os estômatos para se fecharem, ao ser a planta escurecida, como também o tempo necessário para que esses estômatos se reabram, ao voltar a planta às condições anteriores, de iluminação.

Quando se trata de uma planta que não reage bem às variações de luz, resta o recurso de se estudar a rapidez de fechamento dos estômatos, no movimento hidro-ativo. Para isso, folhas destacadas da planta são rapidamente postas na balança e sua perda de água é determinada de minuto em minuto. Uma perda inicialmente grande indica que os estômatos estão, provavelmente, abertos, o que se pode comprovar por infiltração em folhas comparáveis. Ao assumir tal perda um valor quase constante, tem-se uma indicação de que os estômatos estão, praticamente, fechados, o que nos permite calcular quanto tempo, a partir do início, levaram os estômatos para completar essa reação. No final da experiência pode-se verificar se os estômatos estão, realmente, fechados, tentando-se a infiltração da folha. Com este método só se pode estudar o tempo gasto, pela planta, para

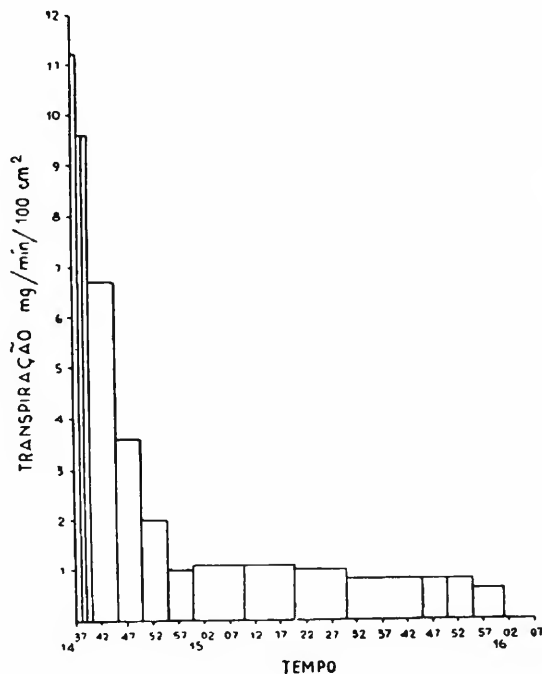


Fig. 7 — Velocidade de fechamento dos estômatos em folhas adultas (tipo 2), removidas da planta.

fechar os estômatos; tendo uma folha destacada da planta fechado seus estômatos, em consequência do estabelecimento de um alto deficit de saturação, só em casos excepcionais consegue reabri-los, ao ser colocada em situação de restabelecer sua saturação.

Inúmeras tentativas para induzir movimentos foto-ativos dos estômatos de *Eucalyptus tereticornis* foram feitas, mas com resultados sempre pouco satisfatórios. Assim, ramos cujas folhas mostravam os estômatos abertos (o que se constatava pelo método de infiltração) eram colocadas em saquinhos de pano de parede dupla, sendo a interna preta e a externa branca, para diminuir o aquecimento; a certos intervalos de tempo, folhas tiradas de dentro, eram testadas e, invariavelmente, mostravam os estômatos sem nenhuma redução sensível de sua abertura. Como certas folhas apresentam fechamento noturno dos estômatos, alguns ramos foram escurecidos à tardinha, e, no dia seguinte bem cedo, a infiltração revelava que os estômatos, nas folhas de tipo 1, estavam abertos. Nas de tipo 2 e 3, em raros casos, estes estavam fechados e então a infiltração feita a pequenos intervalos, permitiu observar que, para a abertura total, um período de cerca de meia hora era requerido.

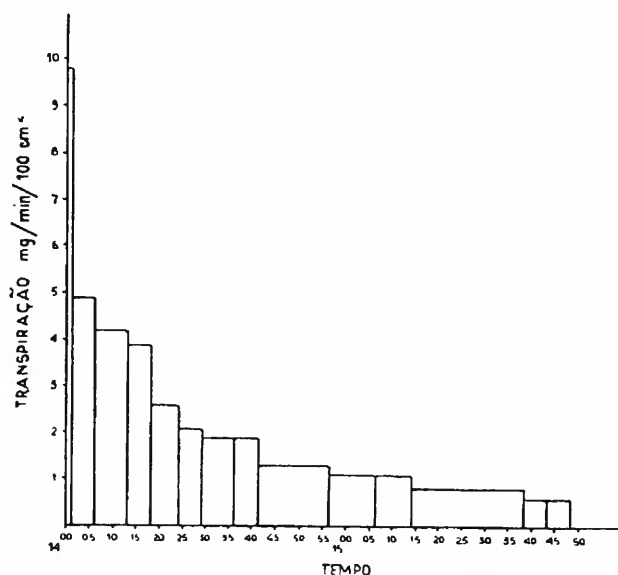


Fig. 8 — Velocidade de fechamento dos estômatos em folhas mais velhas (tipo 3) removidas da planta.

Plantas inteiras, envazadas, postas em câmara escura onde permaneceram por muitas horas, continuavam mostrando os estômatos abertos. Todas estas numerosas observações parecem indicar que os estômatos desta planta não estão bem adaptados para executar movimentos foto-ativos. Mesmo em condições naturais as observações que fizemos à noite, até às 23 horas, mostraram que as folhas de tipo 1 mantinham os estômatos

abertos. As de tipo 2 e 3 parecem fechá-los à noite, abrindo-os pela manhã.

Resultados mais detalhados sobre a velocidade dos movimentos estomáticos de *Eucalyptus*, conseguimos com relação ao movimento hidro-ativo, controlando sempre as observações feitas por pesagem rápida, com outras obtidas por infiltração.

As Figs. 6, 7 e 8 são representativas das inúmeras experiências que realizamos com folhas dos tipos 1, 2 e 3, respectivamente. Como todos os valores estão convertidos para a mesma superfície, os dados, nos vários gráficos, podem ser comparados diretamente. Observa-se uma razão inicial de perda de água, muito maior nas folhas de tipo 2 e 3 (que não diferem muito entre si), do que nas de tipo 1.

Quanto ao tempo gasto para o fechamento dos estômatos, até o nível de transpiração cuticular, verifica-se, claramente, pelas figuras, que as folhas de tipo 1 e 2 têm movimento mais eficiente, podendo-se considerar como fechados os estômatos, meia hora depois que estas folhas foram separadas da planta. As folhas de tipo 3 mostram um movimento hidro-ativo mais lento; somente depois de 1 hora de separadas da planta, o nível de transpiração cuticular é atingido.

E — Transpiração cuticular.

Como mencionamos atrás, em plantas com estômatos em ambas as faces, como é o caso de *Eucalyptus*, a determinação da transpiração cuticular só pode ser feita à noite, quando os estômatos estão fechados (o que exclui a possibilidade desta determinação nas folhas de tipo 1) ou durante o dia, em folhas cortadas e postas na balança, até que a transpiração atinja uma razão constante. Neste caso, o valor obtido será inferior ao da transpiração cuticular na folha "in situ", porque nesta os tecidos estão mais próximos da saturação. Os dados obtidos só terão valor, se apreciados em termos relativos à evaporação, pois que, como esta é, em geral, muito baixa à noite, os valores absolutos da transpiração cuticular serão, também, muito mais baixos que durante o dia.

Assim, os poucos valores que apresentamos (Tab. 4), são determinações da transpiração cuticular relativa, isto é, em porcentagem da evaporação dos moldes das folhas respectivas, moldes êsses, como já foi indicado, feitos em papel mata-borrão verde.

Os valores apresentados mostram um nível de transpiração cuticular relativamente baixo, o que indica uma proteção eficiente contra a perda de água, quando os estômatos se fecham. Essa

TABELA 4

Transpiração cuticular de
Eucalyptus tereticornis

$$\frac{T.c. \times 100}{E}$$

E

Tipo de fôlha	Dia	Noite
1	5.0 $\pm$ 0,9	—
2	5.9 $\pm$ 0.2	6.3 $\pm$ 0,3
3	4.6 $\pm$ 0,6	4.7 $\pm$ 0.1
Nota: cada valor é média de 5 determinações no mínimo.		

proteção não difere, significativamente, nos três tipos de fôlhas estudadas.

Não é extranhável o fato de que os valores obtidos à noite sejam comparáveis aos diurnos, pois que os dados aqui consig-

TABELA 5

Transpiração total relativa, de
Eucalyptus tereticornis

Tipo de fôlha	$\frac{T.t. \times 100}{E_v}$
	Ev
1	56.2 $\pm$ 5.5
2	63.1 $\pm$ 3.1
3	64.2 $\pm$ 3.2
Nota: cada valor é média de 5 determinações	

nados não representam valores absolutos, mas sim, como há pouco esclarecemos, relativos à evaporação.

F — Transpiração relativa.

A tabela 5 dá os valores da transpiração total em relação à evaporação.

As pequenas diferenças obtidas entre os três tipos de folhas não são significantes. Se a transpiração total e a cuticular não diferem nas folhas de diferentes idades, é claro que não pode diferir, também, significativamente, a grandeza da transpiração estomatar. Disto se pode inferir que, mesmo nas folhas mais novas (tipo 1) por nós estudadas, os estômatos já estavam perfeitamente diferenciados e já tinham alcançado a possibilidade de funcionar normalmente. Pode-se também concluir que, nas folhas mais velhas usadas (tipo 3), os estômatos eram ainda perfeitamente funcionais.

G — Deficit de saturação.

E' sabido que uma planta que transpira sem restrição, pode criar em suas folhas um deficit de saturação, que se agrava à medida que o dia progride, caso o abastecimento da cópa não seja suficientemente rápido para suprir o consumo pela transpiração. Assim, altos deficits de saturação indicam, geralmente, seja uma deficiência do poder de absorção de água, seja da capacidade de condução, ou ainda, de ambos os processos.

Os dados da tabela 6, indicam que este não foi o caso das plantas estudadas de *Eucalyptus tereticornis*. Apesar de transpirarem livremente, durante todo o dia, os deficits encontrados nas folhas foram sempre pequenos. A tabela mostra que os maiores deficits foram apresentados pelas folhas de tipo 1.

TABELA 6

Deficits de saturação de folhas de
Eucalyptus tereticornis

$$\frac{\text{Cont. máx.} - \text{Cont. real}}{\text{Cont. máx.}} \times 100$$

Tipo de folha	Manhã	Meio-dia	Tarde
1	7.4 ± 1.0	10.1 ± 1.3	12.8 ± 2.3
2	2.7 ± 0.2	5.1 ± 0.3	4.3 ± 0.2
3	3.0 ± 0.5	5.6 ± 0.2	3.4 ± 0.1
Nota: cada valor é média de 5 determinações.			

Mostra, ainda, que, não só nestas folhas, mas também nas de tipo 2 e 3, cujos deficits não diferem, sensivelmente, entre si, há uma tendência para um ligeiro agravo ao meio dia e à tarde.

H — Número e tamanho dos estômatos.

Como a maior parte da perda de água por uma folha se faz através das fendas estomáticas, é sempre interessante conhecer-se o número dos estômatos por unidade de superfície. Para estas determinações, nos diversos tipos de folhas estudadas, foram elas divididas de acôrdo com o esquema abaixo (Fig. 9).

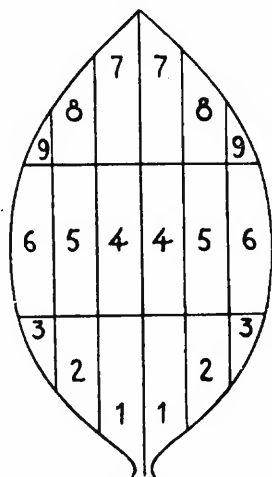


Fig. 9 — Esquema demonstrativo da distribuição das zonas da folha de *Eucalyptus tereticornis* onde foram feitas contagens do número de estômatos. Confronte com os dados das tabelas 7, 8 e 9.

Três zonas principais foram primeiro estabelecidas: o ápice, a região média e a base. Em cada dessas zonas, nova sub-divisão foi feita, no sentido transversal, a partir da nervura mediana. Assim, no total, foram contados estômatos de nove regiões diferentes das folhas.

Os resultados dessas contagens, os quais aparecem constituindo as tabelas 7, 8 e 9, mostram, claramente, que em todos os tipos de folhas, há um número consideravelmente maior de estômatos, na face inferior do que na superior. Mostram ainda as tabelas, que nas folhas mais novas, tanto na face inferior como na superior, o número de estômatos é consideravelmente maior do que nas folhas adultas e mais velhas. A diferença de número entre estes dois últimos tipos, não é tão acentuada como a diferença entre qualquer deles e o das mais novas. Como as contagens foram em número de cinquenta para cada caso, e como, dentro de cada região estudada, as amostras foram tomadas ao acaso, não pode haver nenhuma dúvida quanto à validade destes dados.

Calculando-se agora as médias dos valores obtidos nos pontos de contagem das regiões basais, médias e apicais, separadamente, verifica-se que as diferenças encontradas são muito pequenas para serem significantes (Tab. 10).

TABELA 10

Média do número dos estômatos por mm²
dos três tipos de folhas.

Face \ Região da folha	Base	Meio	Âpice
Superior	406	422	392
Inferior	553	561	558

Medidas dos diâmetros, longitudinal e transversal, do estômato (vide Fig. 10), nos três tipos de folhas, deram-nos os

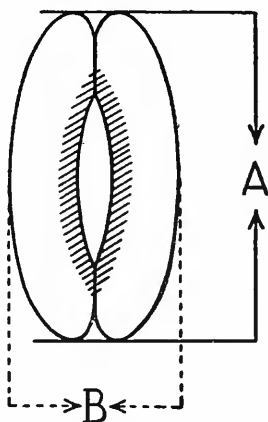


Fig. 10 — Esquema de um estômato visto pela superfície, com indicação dos eixos medidos. Confronte com os dados da tabela 11.

valores da tabela 11. Pode-se verificar que o diâmetro longitudinal (A) dos estômatos aumentou consideravelmente das folhas do tipo 1 para as do tipo 2 enquanto que o aumento destas para as de tipo 3 foi pequeno. Quanto ao diâmetro transversal,

o inverso se verificou. Isto parece indicar que há primeiro uma distensão longitudinal do estômato e só mais tarde, terminada esta distensão, sobrevém o crescimento no sentido transversal.

TABELA 11

Medida dos diâmetros dos estômatos em micra.

Fôlhas Diâmetro	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
A	17,56	24,10	24,29
B	15,93	16,71	19,86
Nota: cada valor é média de 15 determinações no mínimo.			

Medidas das aberturas estomáticas foram também feitas, mas como estas, nas epidermes isoladas, se alteram grandemente, seja pela injúria mecânica oferecida ao arrancar-se a epiderme, seja por um efeito qualquer induzido ao colocar-se esta epiderme em água, os valores obtidos são extremamente variáveis e de interpretação praticamente impossível. Assim pois, tais valores deixam de ser aqui apresentados.

DISCUSSÃO

Os dados constantes dêste trabalho, sobre a transpiração de *Eucalyptus tereticornis*, foram obtidos por meio de experiências realizadas com plantas isoladas e não podem, portanto, ser utilizados para conclusões sobre o consumo de água de plantas em condições normais de cultura.

Observou-se que a espécie em estudo não restringiu o consumo de água, transpirando livremente, durante todo o dia, nas condições em que o trabalho foi realizado. Estas observações foram feitas com a balança de torsão e confirmadas, posteriormente, com o potômetro.

Transpiração irrestrita indica manutenção dos estômatos abertos durante todo o dia. Êste fato foi comprovado pelo método de infiltração que permite observações em fôlhas não des-

tacadas da planta, ao contrário do método de pesagens rápidas e da potometria, que usam, seja folhas, seja ramos, separados da planta.

Os valores de transpiração total obtidos indicam uma grandeza de 55 a 65% da evaporação. São menores que os constatados por Rawitscher e Ferri (16) para *Cedrela fissilis* e café (até 75%) e da mesma ordem de grandeza que os valores obtidos por Morello (10) para a bananeira (50 a 60%).

Como a transpiração cuticular é cerca de 1,5% da evaporação, pode-se calcular que a transpiração estomatar gira ao redor de 50 a 60% da evaporação. Não existe uma diferença perceptível entre as folhas adultas (tipo 2) e as mais velhas (tipo 3) estudadas e a diferença dos valores destes dois tipos para as folhas mais novas (tipo 1), também não é muito nítida. A transpiração cuticular, igualmente, não difere muito nos três tipos de folhas.

Quanto aos deficits de saturação, valores um pouco mais elevados que para os demais tipos, foram encontrados para as folhas mais novas, não sendo, todavia, esses valores, muito elevados (ao redor de 10% do conteúdo máximo de água).

Seria interessante avaliar o consumo total de água destas plantas em condições normais de cultura. Como dissemos na introdução, Franco e Inforzato (5) indicam uma retirada de água de 49.000 m³ por hectare, por ano, para uma cultura de *Eucalyptus saligna*, com 7 anos de idade e espaçamento de 2 metros. Em uma cultura de café, com espaçamento de 3,5 m, os mesmos autores obtiveram um consumo de 5.935 m³ por hectare, por ano. Para bananeira, cultivada com espaçamento idêntico, Morello (10) encontrou um consumo anual, por hectare, de 4.900 m³. Rawitscher e Ferri (16) calcularam que a quantidade de água que atravessa diariamente a cutícula de um cedro (*Cedrela fissilis*) de 6 anos de idade, cultivado isoladamente, tendo 6 m de altura e apresentando 350 folhas, com um total de 15.750 folíolos, é de 2,5 litros, valor este que podia ser até duplicado nas folhas mais velhas. Como a transpiração cuticular representa, nesse caso, 1,5% da total, poder-se-ia calcular em mais de 150 litros o consumo total diário de água, por planta, ou 37.500 litros anualmente, admitindo-se como 250, o número de dias em que esta planta mantém suas folhas durante o ano. Partindo-se do valor calculado por Franco e Inforzato, de um consumo de 49.000 m³ por hectare, por ano, em uma plantação de *Eucalyptus saligna*, com aproximadamente a

mesma idade, tem-se um consumo anual, por planta, de 19.600 litros (pois com esse espaçamento o hectare contém 2.500 plantas).

Enquanto Franco e Inforzato estudaram *Eucalyptus* em condições de cultura, o que, sem dúvida, determina uma certa restrição de consumo de água, em virtude da concorrência entre os indivíduos, Rawitscher e Ferri estudaram um exemplar isolado de cedro. Seria preciso, no entanto, imaginar-se uma restrição do consumo total superior a 50%, caso esta planta estivesse sujeita à concorrência, para se encontrar para *Cedrela*, um consumo da mesma ordem de grandeza que para o *Eucalyptus*.

A importância prática de observações como as referidas é óbvia e dispensa maiores comentários.

Henrici (6) a fim de verificar a conveniência do emprêgo de *Eucalyptus* para reflorestamento em condições semi-áridas, como as encontradas nos arredores de Pretória (África do Sul), comparou dados de transpiração e absorção de espécies nativas e exóticas, entre as quais diversas espécies de *Eucalyptus*. Entre as mais interessantes observações, verificou que fôlhas novas de *Eucalyptus stuartiana*, em condições de grande umidade do sólo, nunca fechavam seus estômatos, transpirando livremente. Esta observação concorda com as nossas, adrede apresentadas. Diversas espécies de *Eucalyptus* figuravam entre as plantas que mais água consumiam, mas *Acacia mollissima* mostrou uma transpiração 2,5 vezes superior à de *Eucalyptus camaldulensis*, a qual foi, de todas as espécies dêste gênero, a que maior consumo apresentou (6).

O mesmo autor observou, em outro trabalho (7), que algumas espécies de *Eucalyptus* restringem consideravelmente a transpiração, durante sêcas acentuadas. Êste fato é muito sugestivo e indica o cuidado que se deve ter, ao se fazerem observações que se destinem a fins práticos. A partir de dados obtidos em condições ótimas de umidade, tiram-se, freqüentemente, conclusões que, em absoluto, seriam válidas nas condições normais de cultura, quanto ao consumo de água de certa planta. No primeiro caso, como a planta não tem necessidade de restringir a perda de água, obtem-se, em geral, valores muito mais altos do que as plantas apresentariam, caso houvesse necessidade de restrição.

Em vários casos, as curvas de transpiração de diversas espécies de *Eucalyptus* mostram dois máximos, o que indica uma restrição da perda de água, por fechamento dos estômatos, nas horas mais severas do dia (8). Às vezes a segunda abertura iguala, ou mesmo chega a ultrapassar, a primeira (6).

Em um de seus estudos (7) Henrici procurou verificar se era justificada a idéia de que certas espécies de *Eucalyptus*, entre outras plantas, são capazes de secar poços. Entre as numerosas plantas investigadas, nenhuma, exceto *Eucalyptus diversicolor*, consumiu mais água do que a aduzida à região pelas precipitações anuais médias. É preciso notar, como lembra o autor, que uma parte das precipitações não se infiltra no sólo, mas se escoia rapidamente, e, além disso, há anos em que as precipitações ficam abaixo da média. Mesmo em anos em que as chuvas ultrapassem a média, certas plantas, como *Eucalyptus diversicolor*, esgotarão toda a água, tornando-se assim um perigo real, quando as fontes de suprimento de água são limitadas. Dessa maneira, ainda que muitas dessas plantas possam se adaptar bem às regiões secas, não devem ser recomendadas para o seu reflorestamento.

O problema é extremamente sério, pois que, se de um lado temos que considerar a necessidade de medidas que protejam as reservas naturais de água, de outro precisamos encontrar espécies que, crescendo rapidamente, solucionem o problema cada vez mais grave da produção de lenha. Experiências convenientemente planejadas e conduzidas são indispensáveis, para nos informar a respeito das exigências em água de numerosas essências florestais, a fim de nos orientar na escolha daquelas que requeiram menos água e ainda possam ser consideradas satisfatórias para a produção de lenha.

RESUMO

O presente trabalho estuda a transpiração de *Eucalyptus tereticornis* empregando os métodos de pesagem rápida e potometria.

Nas condições do trabalho não houve restrição do consumo de água durante todo o dia, para nenhum tipo de folha estudado (muito novas, adultas e velhas). Os valores de transpiração total oscilam entre 55 e 65% da evaporação. A transpiração cuticular é da ordem de 5% da evaporação.

As aberturas estomáticas foram controladas em folhas "in situ" pelo método de infiltração.

Os deficits de saturação são em geral inferiores a 10% do conteúdo máximo de água.

O número de estômatos por mm^2 varia em ambas as faces e nas diferentes zonas da folha. Em geral a face inferior possui mais estômatos que a superior, em qualquer ponto que se considere e em todos os tipos de folhas. A região mediana da folha

apresenta um número de estômatos um pouco superior à base e ao ápice, cujos valores não diferem muito entre si.

O tamanho dos estômatos aumenta das folhas mais novas para as mais velhas; o aumento do diâmetro longitudinal se verifica antes do do transversal.

O trabalho termina com uma comparação entre o consumo de água de *Eucalyptus* e o de *Cedrela fissilis*. Considerações sobre o emprego daquela essência para reflorestamento são apresentadas.

SUMMARY

The present paper deals with the transpiration of *Eucalyptus tereticornis*. Water losses were measured by rapid weighings in a Jung's torsion balance and by potometry.

Under the conditions of the present study no restriction was observed in the daily transpiration of the differently aged leaves.

Total transpiration reached a value as high as 65% of the free evaporation. Cuticular transpiration was about 5% of evaporation.

Stomatal openings were controled "in situ" by Molisch's infiltration method and showed in general no restriction throughout the day.

Saturation deficits of leaves were in general below 10% of the maximum water content.

The number of stomata per square millimeter is greater in the lower surface throughout the length of the leaf. Leaf apex and leaf basis showed no significant difference in number of stomata and the median part of the leaf indicated a somewhat larger number. Stomatal size increases as the leaf becomes older. There is first an increase in length and then in breadth.

The paper ends with a comparison between water loss by *Eucalyptus* and by *Cedrela fissilis*. Considerations concerning the use of *Eucalyptus* for reforestation are made.

LITERATURA

- 1 — DIETRICH, M. — 1926, Transpiration von Schatten-und Sonnenflanzen usw. — Jahrb. f. wiss. Bot., 65.
- 2 — FERRI, M. G. — 1944, Transpiração de plantas permanentes dos "Cerrados". Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letras, São Paulo, Botânica n° 4.
- 3 — FERRI, M. G. and LABOURIAU, L. G. — 1952, Water balance of plants from the "Caatinga". Rev. Brasil. Biol; 12 (3)

- 4 — FRANCO, C. M. e INFORZATO, R. — 1950, Transpiração de *Eucalyptus saligna*. Ciênc. e Cult., 2, 1.
- 5 — FRANCO, C. M. e INFORZATO, M. — 1952, Nota sobre a transpiração do *Eucalyptus saligna*. Palestra mimeografada pelo Serv. Flor. do Est. da Secr. da Agr. São Paulo.
- 6 — HENRICI, M. — Transpiration of South African Plant Associations. Part 2, Indigenous and exotic trees under semi-arid conditions. Sci. Bull. nr. 248 Depart. Agric. — Botany and Plant Pathol. Series n° 9.
- 7 — HENRICI, M. — 1945, The transpiration of South African Plant Association. Part. 3, Indigenous and exotic trees in the Drakensburg area. Sci. Bull. n° 247. Depart. Agric., Pretoria.
- 8 — HENRICI, M. — 1946, The transpiration of different plant associations in South Africa. Part 4, Parkland; Forest and Sour Mountain — Grassveld; Large Karoo Busches. Sci. Bull. n° 244. Depart. Agric. and Forestry — Botany & Plant Pathol. Series n° 5.
- 9 — KAMP, H. — 1930, Untersuchungen ueber Kutikularbau und Transpiration von Blaettern. — Jahrb. f. wiss. Bot., 72.
- 10 — MORELLO, J. — 1954, Transpiración y balance de água de la Bananera en las condiciones de la ciudad de São Paulo, Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letras. Botânica n° 10.
- 11 — OPPENHEIMER, H. R. and MENDEL, K. — 1939, Orange leaf transpiration under orchard conditions. Agric. Res. Sta., Rehovot, Bull. 25.
- 12 — PISECK, A. & BERGER, E. — 1938, Kutikulaere Transpiration und Trockenresistenz isolierter Blaetter und Sprosse. Planta, 28 (1).
- 13 — PISECK, A. und CARTELLIERI, E. — 1931, Zur Kenntnis des Wasserhaushaltes der Pflanzen, I — Sonnenpflanzen — Jahrb. f. wiss. Bot., 75, 2.
- 14 — RAWITSCHER, F. — 1942, Problemas de fitoecologia com considerações especiais sobre o Brasil meridional. Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letras. Botânica n° 3, 1.^a parte.
- 15 — RAWITSCHER, F. — 1942, Algumas noções sobre a transpiração e o balanço da água de plantas brasileiras. An. Acad. Bras. Ciênc. XIV, 1.
- 16 — RAWITSCHER, F. e FERRI, M. G. — 1942, Observações sobre a metodologia para o estudo da transpiração cuticular em plantas brasileiras, especialmente em *Cedrela fissilis*. Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letras, Botânica n° 3.
- 17 — RAWITSCHER, F. & MORELLO, J. — 1952, Eficacia del método de pesadas rapidas para medir la transpiración de plantas. I e II, Ciênc. e Invest., 8 (4) e (6).
- 18 — RAWITSCHER, E. L. — 1949, Limitação do uso da potometria em medidas de transpiração vegetal. An. Acad. Bras. Ciênc. XXI, 2.
- 19 — SCHORN, M. — 1929, Untersuchungen ueber die Verwendbarkeit der Alkoholfixierungs und der Infiltrationsmethode zur Messung von Spaltoeffnungsweiten. — Jahrb. f. wiss. Bot., 71, 5.
- 20 — STOCKER, O. — 1929, Das Wasserdefizit von Gefaesspflanzen in verschiedenen Klimazonen. Planta, 7 (2/3).
- 21 — STALFELT, M. G. — 1932, Der stomataere Regulator der pflanzlichen Transpiration. Planta 17.

ON THE MORPHOLOGY OF THE STOMATA OF
EUCALYPTUS TERETICORNIS, *OURATEA*
SPECTABILIS AND *CEDRELA FISSILIS*

HELENA VILLAÇA and MARIO G. FERRI

ON THE MORPHOLOGY OF THE STOMATA OF
EUCALYPTUS TERETICORNIS, *OURATEA*
SPECTABILIS AND *CEDRELA FISSILIS*. (1)

HELENA VILLAÇA and MARIO G. FERRI (2)

INTRODUCTION

The literature concerning the morphology of stomata shows a peculiar fact: the several types of stomata are established not on the basis of the organization of the guard-cells but on the presence or absence of subsidiary cells, and on their disposition in relation to the guard-cells, their development, and so on. Thus Solereder (7) classifies the stomata of the Dicotyledones in four types: 1 — without subsidiary cells, but with three or more neighbouring cells (Cruciferae and Ranunculaceae); 2 — with subsidiary cells parallel to the stomatal aperture (Rubiaceae); 3 — with subsidiary cells normal to the stomatal aperture (Caryophyllaceae); 4 — stomata of the cruciferous type in adult leaves.

Though Metcalfe and Chalk (5) state in their book that the word stoma is taken "to mean the pair of guard-cells together with the aperture between them" (p. XIV), they have maintained the same classification introducing special names for the different types of stomata. In both treaties there appears a reference to the special type of stomata of the Gramineae which differ from those of the Dicotyledones by the organization of the guard-cells.

This classification does not appear satisfactory for two different reasons: 1 — it is based, not on the organization of the

(1) Received for publication January 9, 1954.

(2) The present investigation was undertaken by Miss H. Villaça under the direction of Prof. F. Rawitscher who suggested the problem. Soon after, however, Prof. Rawitscher became sick and was forced to a temporary retirement. The study that had just begun was then proceeded under the direction of Dr. Mario G. Ferri. The authors take this opportunity to acknowledge their indebtedness to Prof. Rawitscher.

The funds for the present investigation were partially supplied by the "Conselho Nacional de Pesquisas" to which the authors wish to express their indebtedness.

stoma proper, but on the subsidiary cells; 2 — it does not cover all the types of organization which are to be found among different plants.

The present paper will deal with the morphology of the stomata of *Eucalyptus tereticornis* (Myrtaceae), *Ouratea spectabilis* (Ochnaceae) and *Cedrela fissilis* (Meliaceae). Our interest in this problem arose during an investigation on the transpiration of *Eucalyptus*. On studying the literature concerning the subject, we found in Accorsi (1) a description of the stomata of *Eucalyptus citriodora* and *E. tereticornis* which, according to the author, had an organization comparable to that of *Pilea elegans* (see fig. in Haberlandt (4), p. 466). In the substomatic chambers of these stomata, there occurred at times a special cell which Accorsi called "obturating cell" and which, due to the great thickness of its outer membrane, would decrease in length on absorbing water, thus leaving open the stomatal aperture. On the contrary, this cell's length increased on losing water and clogged up the stomatal pore. The guard-cells themselves would not participate in the stomatal movements; due to the great thickness of their walls they would remain always open.

The present investigation partially confirms Accorsi's observations. It shows however that *Eucalyptus tereticornis* has an especial type of organization in the guard-cells which we did not find described in the literature available to us (3).

MATERIALS AND METHODS

For the present study differently aged leaves of *Eucalyptus tereticornis* were employed. Observations were also made with adult leaves of *Ouratea spectabilis* and *Cedrela fissilis*. Microscopic preparations were generally made of recently harvested leaves. To study the surface-view of the stomata, a segment of the epidermis was removed from the leaf and mounted in water. Transverse sections of the leaves, parallel and normal to the principal vein were made by hand with a sharp razor blade and mounted in water. Such sections supplied views of both median and tip cross sections of the stomata and also the longitudinal section of the guard-cells. When a better vision

(3) This paper was ready for the press when Katherine Esau's "Plant Anatomy" (1953) came to our knowledge. We found there (p. 147) good drawings representing the stomata of *Prunus* which, however, are not described in detail in the text. It seems to us that on the whole the organization of such stomata is very much like the one described in this paper for *Eucalyptus tereticornis*.

of the walls was desired the preparations were treated with chloral-hydrate. It was later observed that excellent results could be obtained by using a hypochlorite solution such as those found in the market for laundry use. More lasting preparations were made by gradually fixing the material in alcohol and mounting it in a solution made of equal parts of 70% alcohol and 60% glycerine.

When thinner sections were desired, a freezing microtome was employed. Some preparations were treated with Sudan III to emphasize the cuticular layer.

Drawings were made by transferring to a squared paper the figure of the stoma as observed superimposed on the ocular grid. To evaluate the magnification the preparation was substituted by a micrometric scale, a few divisions of which were also drawn.

ANALYSIS OF MICROSCOPIC SLIDES

1. Stomata of *Eucalyptus tereticornis*

Surface views of the stomata of *Eucalyptus tereticornis* can be studied in preparations of either epidermis. The first plane that comes into focus is that of the cuticular layer where we

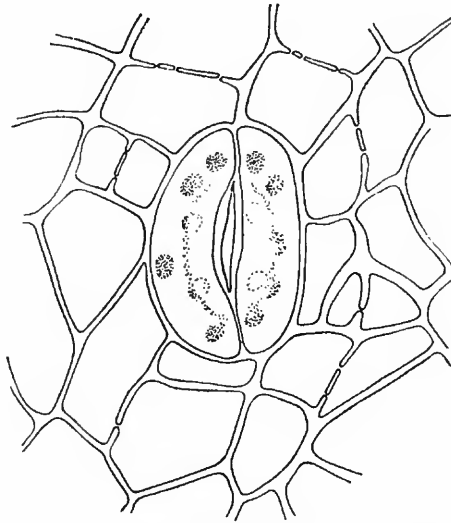


Fig. 1 — Superficial view of a stoma of *Eucalyptus tereticornis*.

can find pores just above the stomatal apertures. As we lower the focus, a clear view of the stomatic apparatus is obtained, and the cuticular pore appears then just as a circular shadow around the ostiole. This is presented in Fig. 1 where it can

be seen that this stoma, in a surface view, does not differ, essentially, from the type most frequently found among the Dicotyledones. The figure also shows that the guard-cells are surrounded by a number of small cells disposed at different angles in relation to the ostiole.

The analysis of cross-sections of the leaf-blade gives the opportunity of seeing transverse as well as longitudinal sections of the stomata. This last view is presented in Fig. 2 where

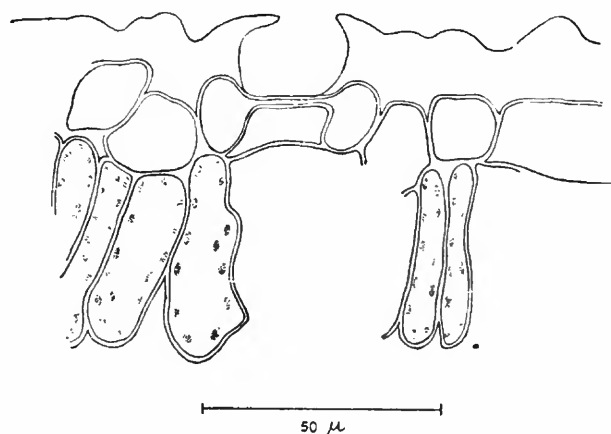


Fig. 2 — Longitudinal section of one guard-cell of the stoma of *Eucalyptus tereticornis*.

it can be seen that the guard-cell has an organization comparable to that of the Gramineae: the cell-wall is thin in both tips and very thick in the middle. Most of the cell-contents is found in the cell-tips which are linked together by a thin layer

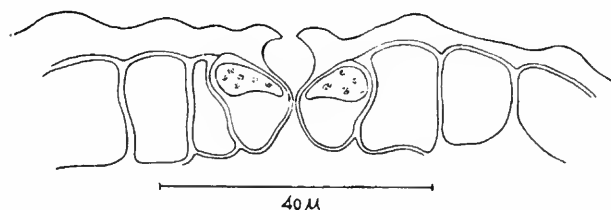


Fig. 3 — Cross-section passing by one tip of the guard-cells of the stoma of *Eucalyptus tereticornis*.

of protoplasm lying just below the external thin wall. The thickness of the internal wall in this region is very considerable. Fig. 3 presents a transverse section of the stoma passing by one of

the tips of the guard-cells, and Fig. 4 gives a view of a cross-section median to the stomatic pore.

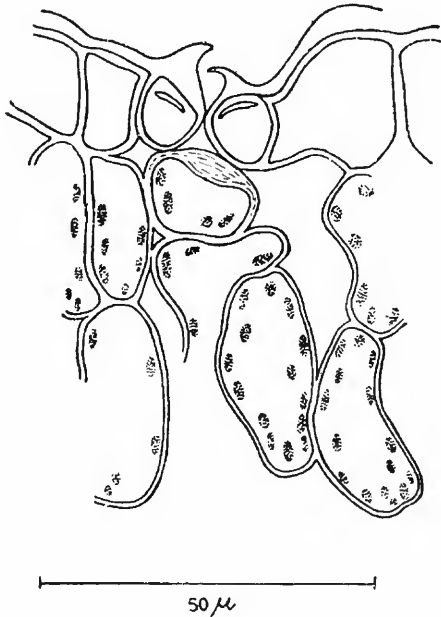


Fig. 4 — Cross-section passing by the median part of the guard-cells of the stoma of *Eucalyptus tereticornis* with one obturating cell in the air-chamber.

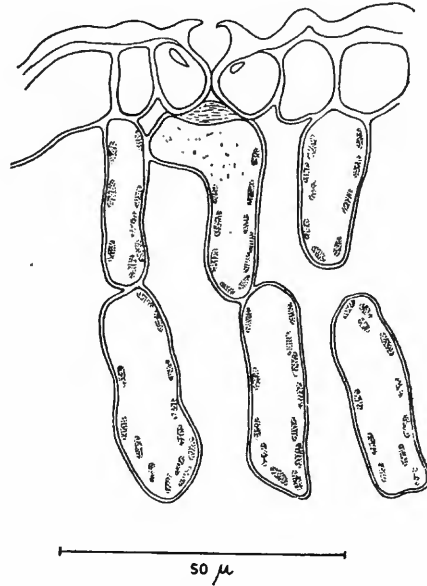


Fig. 5 — Cross-section passing by the median part of the guard-cells of the stoma of *Eucalyptus tereticornis*, with one obturating cell in the air-chamber.

Obturing cells. This figure shows already the obturating cell mentioned by Accorsi (1). The shape and size of this cell can vary greatly, as it can be seen in Figs. 4, 5 and 6. Its most constant feature is the considerable thickness of the outer wall. In all the cases figured this cell is in close contact with the guard-cells so as to keep closed the aperture between them. In other cases we have however seen the stomatic pore open (Fig. 8).

During the course of the present study we were able to find that instead of one obturating cell in the sub-stomatic chamber, there could be present several such cells, with localized wall thickenings. This fact is clearly seen in Figs. 7 and 8. These cells may be found in different planes giving the impression of closing all the air-chamber. In Fig. 7 the guard-cells, which are in contact, show thin membranes and large lumina. These facts indicate that the cross section is passing by one of the tips of the guard-cells. Fig. 8 then presents a view of a cross-

section passing by the middle of the guard-cells which show very thick wall and small lumen; the stomatic aperture is open.

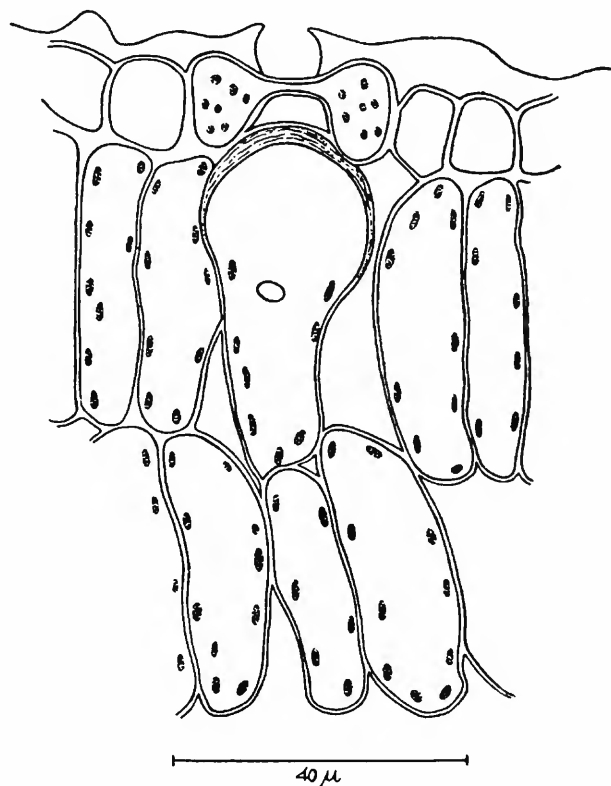


Fig. 6 — Longitudinal section of the guard-cell of the stoma of *Eucalyptus tereticornis*, with one obturating cell in the air-chamber.

Reconstruction of the guard-cells morphology. To get a better understanding of the peculiar organization of this stoma let us consider the three-dimensional scheme of Fig. 9: in *A* we see the surface of the stoma which does not differ from surface-views of the stomata of most Dicotyledones. We can see through the upper membrane that the living contents of the guard-cells fill up all the space outlined by the lateral walls. If we remove, in an imaginary tangential section, a thin layer of this stoma, we get the view presented in *B*, which just shows the living contents of the guard-cells, not by transparency any more but directly. In *C* we have the view when such an ideal tangential section passes by the lower half of the guard-cells. It is to be noted that the living contents are now

limited to the tips of the guard-cells with a very thick membrane in between. In this plane there is no connection between the

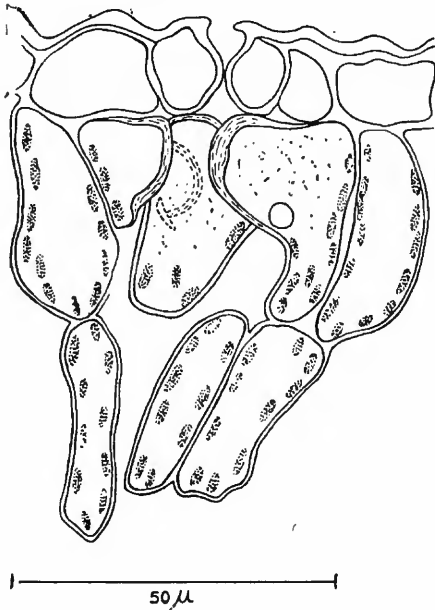


Fig. 7 — Cross-section passing by one tip of the guard-cells of the stoma of *Eucalyptus tereticornis*, with several obturating cells in the air-chamber.

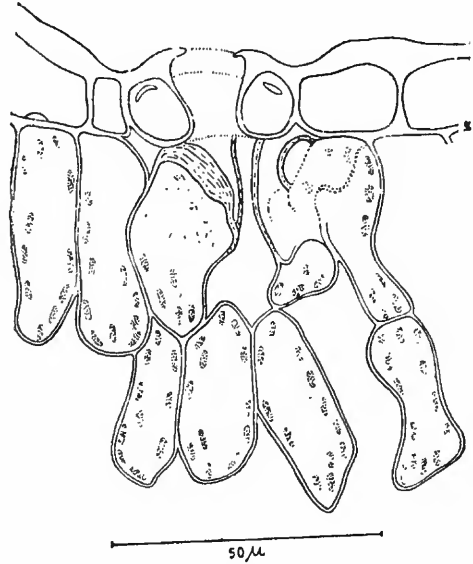


Fig. 8 — Cross-section passing by the median part of the guard-cells of a stoma of *Eucalyptus tereticornis*, with several obturating cells in the air-chamber.

contents that lie in the tips. This connection is brought about only in an upper plane by the thin layer of protoplasm which

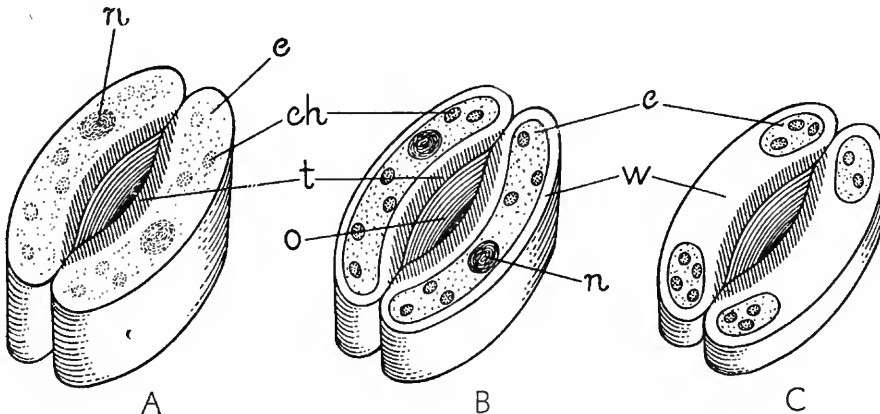


Fig. 9 — Ideal three-dimensional reconstruction of the stoma of *Eucalyptus tereticornis*. In *A* superficial view, in *B* tangential section close to the surface, in *C* deeper tangential section. *n* = nucleus, *c* = cytoplasm, *ch* = chloroplast, *t* = wall thickening around the stomatic aperture *o*, *w* = wall.

lies just below the upper wall and to which reference has been already made.

2. Stomata of *Ouratea spectabilis*.

The surface view of the stomata of *Ouratea* is presented in Fig. 10 which indicates that the cell-contents are accumulated

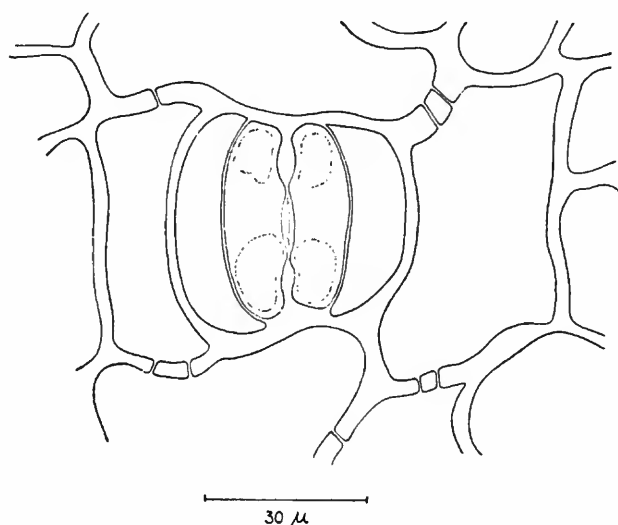


Fig. 10 — Superficial view of a stoma of *Ouratea spectabilis*.

in the tips of the guard-cells. The figure also shows that there are two subsidiary cells parallel to the stomatal aperture.

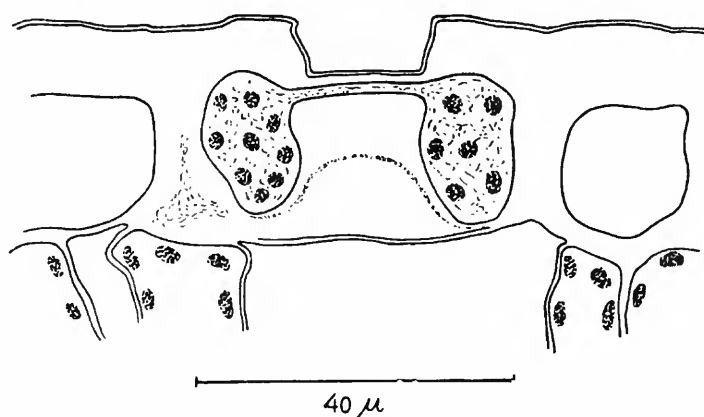


Fig. 11 — Longitudinal section of a guard-cell of the stoma of *Ouratea spectabilis*.

Figure 11 presents the longitudinal section of one guard-cell. We can see that its organization is very similar to that of the Gramineae. It is to be seen also that above the epidermis

lies a thick cuticular layer in which pores are present in correspondence with the stomatic apertures.

Cross sections passing by the middle and the tips of the guard-cells are drawn in Figs. 12 and 13, respectively. The

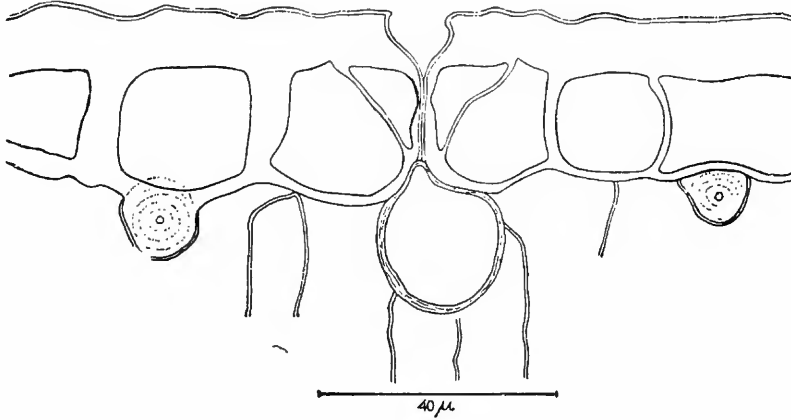


Fig. 12 — Cross-section passing by one tip of the guard-cells of *Ouratea spectabilis*, with one obturating cell in the air chamber.

first is recognized by the large lumen of the guard-cells which are in close contact; in the second, the lumen appears much

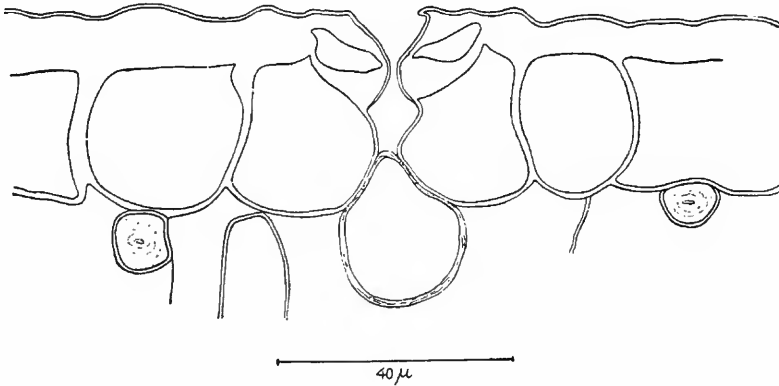


Fig. 13 — Cross-section passing by the median part of the guard-cells of a stoma of *Ouratea spectabilis*, with one obturating cell in the air-chamber.

smaller, the membrane thick and the guard-cells show an aperture between them.

Obturator cells. In both cases figured above, a very distinctive cell lying in the substomatic chamber and obturating the

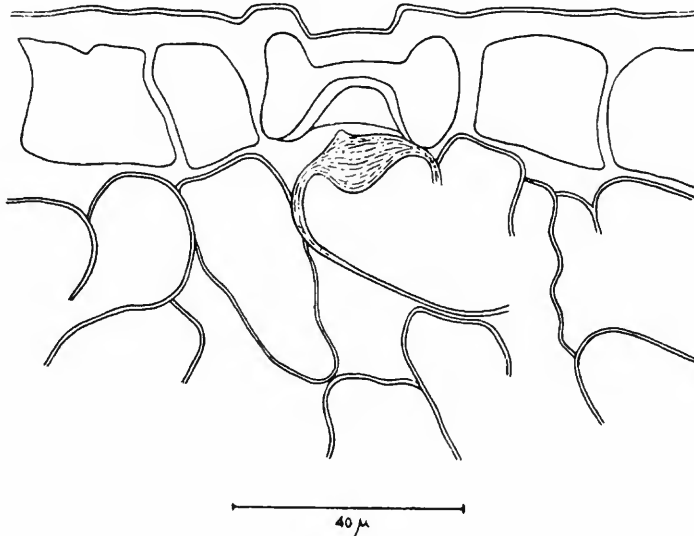


Fig. 14 — Longitudinal section of a guard-cell of the stoma of *Ouratea spectabilis*, with one obturating cell in the air-chamber.

ostiole can be seen. Such a cell can also be found in preparations where the guard-cell is cut longitudinally as is the case

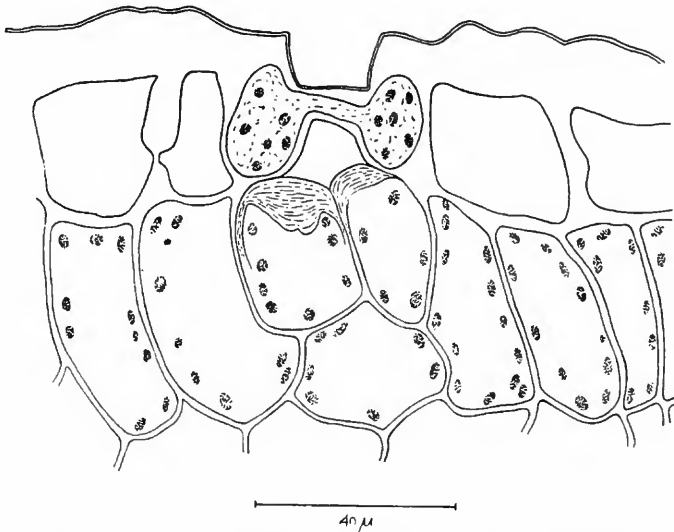


Fig. 15 — Longitudinal section of a guard-cell of a stoma of *Ouratea spectabilis*, with two obturating cells in the air-chamber.

in Fig. 14. Figures 15 and 16 give examples for more than one obturating cell lying in the air-chamber.

3. Stomata of *Cedrela fissilis*.

That the stomata of *Cedrela* are also of the type found in the Gramineae can be easily seen in Fig. 17 which presents the surface view of such stoma. This view is obtained in preparations of the lower epidermis, and shows that the living contents

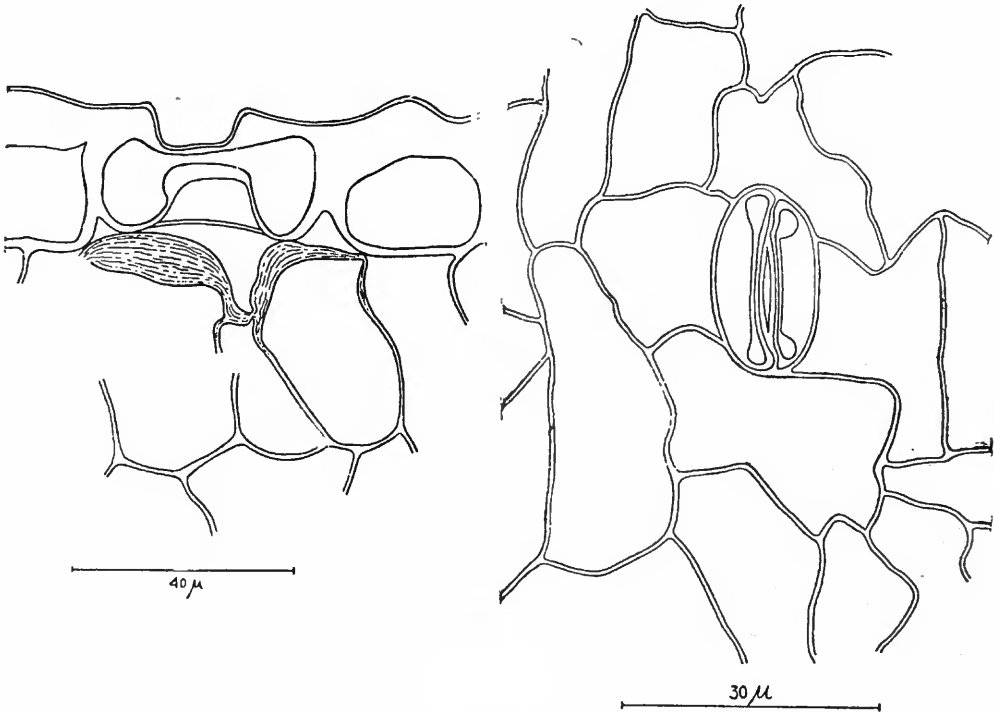


Fig. 16 — Longitudinal section of a guard-cell of a stoma of *Ouratea spectabilis*, with three ob-turating cells in the air-chamber.

Fig. 17 — Superficial view of a stoma of *Cedrela fissilis*.

of the guard-cells are distributed mainly to the cell-tips. Since in this case the cuticular layer is not as thick as it is in both *Eucalyptus* and *Ouratea*, the surface view allows a much clearer insight of the organization of the guard-cells. Even the small canal that links together the living contents of both tips can be seen. There are two subsidiary cells parallel to the stomatal aperture.

In Fig. 18 the longitudinal section of the guard-cell is presented.

Figures 19 and 20 are cross-sections passing by the tip and the middle of the stoma, respectively. The thin membrane of the guard-cells in Fig. 19 and the very thick one in Fig. 20

can leave no doubt about the Gramineae type of the organization of the stoma of this plant.

Obturator cells. Obturator cells can be seen in Fig. 18, 20 and 21. The frequency in which such cells are found in

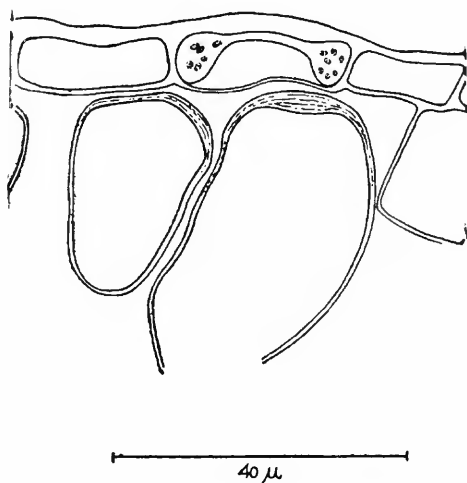


Fig. 18 — Longitudinal section of a guard-cell of the stoma of *Cedrela fissilis*, with two obturator cells in the air-chamber.

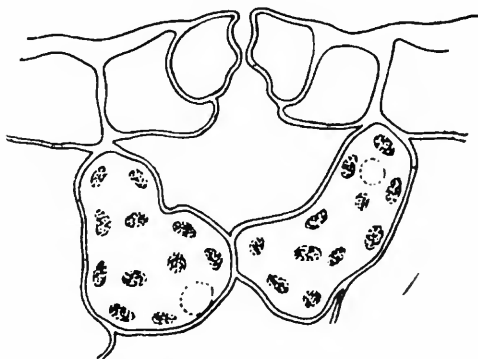


Fig. 19 — Cross-section passing by one tip of the guard-cells of a stoma of *Cedrela fissilis*.

Cedrela is much lower than in both cases previously studied. More frequently one cell only is found in the substomatic chamber of this plant. In a few cases two such cells were found. Attention should be called to the fact that this plant has heterobaric stomata.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The little information we found in the literature concerning the morphology of the stomata of *Eucalyptus* is unsatisfactory. Nothing especial was noted in Solereder's (7) and Metcalfe & Chalk's (5) books. Accorsi (1) described the stoma of *Eucalyptus tereticornis* (p. 39) which he reported to have the same organization as *E. citriodora* (p. 85). The author presented a figure (1. c. Fig. 57) of a cross-section of the same. As a main difference from the type most frequently found among the Dicotyledones, he indicated the extremely thickened walls of

the guard-cells which have a very small lumen. It is believed by the author that these cells are kept constantly open and that the regulation of the stomatal aperture is exercised by an especial cell found in the substomatic chamber; this cell which has the outer tangential membrane very thick, on loosing or absorbing water would perform movements that would lead to the closing or opening of the stomatic pore. Such a cell to which the name "obturator cell" was given by Accorsi, was compared to the equally differentiated cells existing in the air-chambers of the stomata of *Pilea elegans* (see Haberlandt, 4, Fig. 181, p. 466). It should be mentioned that Haberlandt does not ascribe to these cells the function of regulating the stomatal opening. He states that "In *Pilea elegans* the air chambers on the adaxial side of the leaf become invaded by parenchymatous

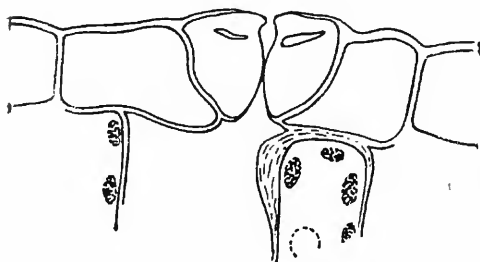


Fig. 20 — Cross-section passing by the median part of the guard-cells of a stoma of *Cedrela fissilis*, with one obturator cell in the air-chamber.

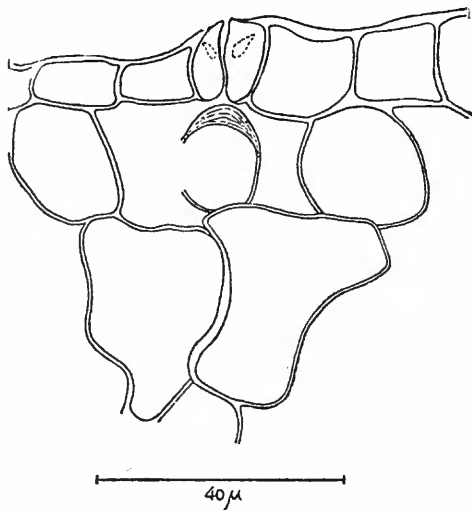


Fig. 21 — Cross-section passing by the median part of the guard-cells of a stoma of *Cedrela fissilis*, with one obturator cell in the air-chamber.

cells, containing abundant protoplasm but few chloroplasts. These cells show a decided tendency to thicken their outer tangential walls. As a rule, one intrusive cell in each chamber develops its cellulose pad immediately below the stoma, which thus becomes completely occluded" (pp. 465-466). This case is mentioned among others to exemplify the fact that some plants can

block the air-chambers, either during periods of lasting drought, or when the guard-cells die, or else loose, by any reason, the capacity of closing the aperture between them. Among such cases Haberlandt mentions that of *Dischidia bengalensis* which, according to his findings, during the dry periods fills the air-chambers with a resinous substance that seems to be secreted by the subsidiary cells which develop vesicular processes into the air-chambers. It is also mentioned that when *Tradescantia viridis* is cultivated in dry atmosphere, some elements adjacent to the stoma also produce similar vesicular processes that are intimately adjusted to the guard-cells thus occluding the stomatic pore ⁽⁴⁾. It seems to us that such information indicates that Haberlandt did not attribute to the especial cells found in the air-chambers of *Pilea elegans* the function of regulating the stomatal aperture; it rather seems that Haberlandt believed that they were a means employed by the plant to exclude, either temporarily or permanently, the gas exchange through such stomata. Thus the role of regulating the stomatal aperture was ascribed to these cells by Accorsi who however did not give data to support this view.

The present authors describe in detail the organization of the stoma of *Eucalyptus tereticornis*. It is believed that the organization of the guard-cells in this case though remembering that of the Gramineae is not identical with it. This fact is already brought about by comparing the surface views of both stomata. In the Gramineae, in this view, the cell contents appear in the tips of the guard-cells, being linked together by a thin thread of living substance. In *Eucalyptus tereticornis* the living cell contents appear, in the surface view, distributed evenly throughout the guard-cell, as it is the case in the commonest type of stomata of the Dicotyledones. In longitudinal sections of the guard-cells it is clearly seen that the *Eucalyptus* stomata differ from those of the Gramineae: in this case the canal that links together the tips of the guard-cell is almost median and shows the wall, both above and below it, equally thick; in the

(4) That changes in the humidity contents of the atmosphere can induce modifications even in the situation of the guard-cells, was recently shown by Aykin (2). This author showed that in the primary leaves of *Phaseolus multiflorus* the stomata rise above the level of the epidermis when such young leaves are kept in an atmosphere saturated with water-vapor. On the other hand when such leaves are kept in drier conditions, the stomata are maintained at the epidermis level.

Eucalyptus guard-cell the tips are linked by a thin layer of protoplasm close to the surface, so that the wall below it is much thicker than above (Compare Figs. 2 and 22).

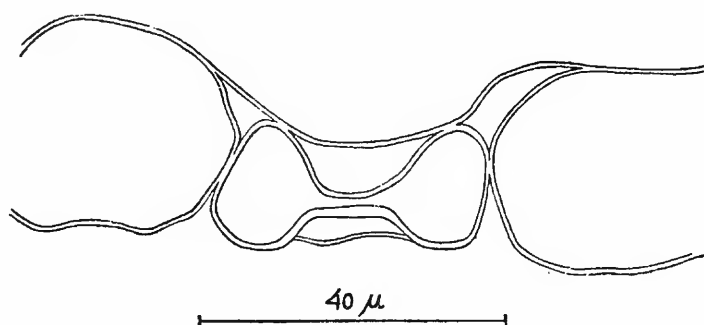


Fig. 22 — Longitudinal section of one guard-cell of the stoma of corn.

For a better understanding of this type of organization, Fig. 9, which is an ideal reconstruction, is presented (see p. 39): in *A* the guard-cells are seen from the surface; in *B* they are pre-

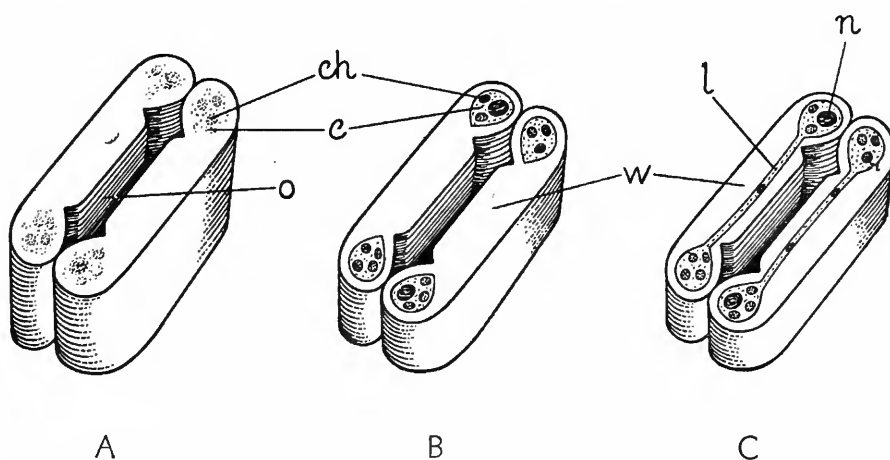


Fig. 23 — Ideal three-dimensional reconstruction of a stoma of the Gramineae. In *A* superficial view, in *B* tangential superficial section, in *C* deeper tangential section. *ch* = chloroplast, *c* = cytoplasm, *o* = stomatic pore, *w* = wall, *l* = cell-lumen, in the median part of the guard-cell, *n* = nucleus.

sented after a superficial tangential section was ideally made; in *C* such ideal section cut the guard-cells in their lower third. Figures 23 and 24, also ideal reconstructions, represent, respecti-

vely, the stomata of the Gramineae and of the most frequent type among the Dicotyledones; they are presented here so that a comparison of the different types can be made.

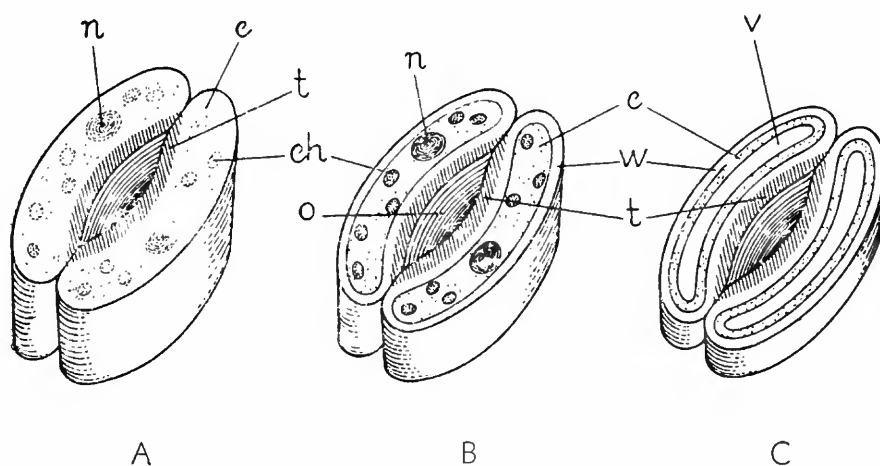


Fig. 24 — Ideal three-dimensional reconstruction of a stoma of the commonest type in the Dicotyledones. In A superficial view, in B superficial tangential section, in C deeper tangential section. *n* = nucleus, *c* = cytoplasm, *t* — wall-thickening around the stomatic aperture *o*, *w* = wall, *v* = vacuole.

With reference to the “obturating cell” as called by Accorsi (1), the present paper adds to his observation the fact that more than one cell with especial wall thickenings can be often found in the air-chambers (Figs. 7 and 8). That such cell (or cells) takes part in the regulation of the gas-exchange through the stomata, the present authors are not convinced. It is their belief that the explanation given by Haberlandt (4) in comparable instances, namely, that such cells put out of function those stomata below which they are formed, is preferable. This seems to be the case especially when several such cells are found in the air-chamber; a very well coordinated movement of all of them would be required to effectively regulate the stomatal opening. When only one cell is present in the air-chamber, it would be easier to visualize how such a regulation could be made. However, to decide whether the guard-cells are really functionless, and whether the obturating cells do or do not regulate the stomatal aperture, “in vivo” experiments are required.

Ouratea spectabilis shows stomata of the Gramineae type as reported previously by Ferri (3). This author presented such

stomata in cross-sections passing by both the middle and the tips of the guard-cells and also the longitudinal section. The figures presented in this paper, add a superficial view of the stoma and give as well several instances in which one or more cells with especial wall thickenings are found in the air-chambers. Figures 15 and 16, especially, suggest that the hypothesis that these cells block permanently the stomata, is the more probable.

The stomata of *Cedrela fissilis* are equally of the Gramineae type as shown by Rawitscher and Ferri (6). The present figures, in addition to confirming this fact, show the existence of the so-called "obturator cell" in the air-chambers of the stomata of this plant.

It is the present authors' desire to end this paper by emphasizing once more the necessity of making a revision in the classification system used until now in reference with the stomata. As mentioned before, this system is not satisfactory because it is based not on the organization of the essential part of the stoma, the guard-cells, but on the subsidiary cells which can even be lacking. It is our belief that a better system would first establish groups based on the organization of the guard-cells and sub-groups could be established later on the basis of other characteristics, among them those related to the subsidiary cells.

RESUMO

O presente trabalho estuda a morfologia dos estômatos de *Eucalyptus tereticornis*, *Ouratea spectabilis* e *Cedrela fissilis*.

Diversos desenhos representam êstes estômatos quando vistos pela superfície, e em cortes transversais e longitudinais. Foi verificado que *Eucalyptus tereticornis* apresenta um novo tipo de organização, entre o das Gramíneas e o tipo mais frequente das Dicotiledôneas. Visto pela superfície parece um estômato normal, enquanto que no corte longitudinal apresenta o conteúdo distribuido principalmente pelas extremidades das células-guardas.

A fig. 9 é uma reconstrução imaginária, tri-dimensional, dêste estômato.

Na câmara sub-estomática uma ou mais células com reforço especial da membrana tangencial externa podem ser encontradas. Se estas células, ao absorverem ou perderem água, executam movimentos que levam a uma regulação das trocas gasosas através dos estômatos, ou se elas bloqueiam permanentemente os mesmos, não se pode ainda decidir por falta de dados experimentais "in vivo".

Ouratea spectabilis e *Cedrela fissilis* têm estômatos do tipo das Gramíneas. Em ambos os casos uma ou mais células com reforços especiais da membrana podem ser encontradas nas câmaras sub-estomáticas.

Os autores chamam a atenção para o fato de que a classificação de estômatos até hoje aceita não é satisfatória, pois que não se baseia em característicos da parte essencial dos estômatos, que são as células-guardas, mas sim em atributos das células subsidiárias, que até podem faltar. Parece-lhes que um sistema mais satisfatório criaria grupos baseados na morfologia das células-guardas e estabeleceria sub-grupos em função de outros característicos, inclusive os referentes às células subsidiárias.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Morphologie der Spaltöffnungen von *Eucalyptus tereticornis*, *Ouratea spectabilis* und *Cedrela fissilis*.

Einige Zeichnungen stellen diese Organe im Oberflächenbild wie auch in Quer- und Längsschnitten dar. Es wurde an *Eucalyptus tereticornis* ein neuer Bautyp festgestellt, der zwischen dem Gramineen-Typ und dem häufigsten Dikotyledonen-Typ vermittelt. Bei Oberflächenansicht scheint es sich um eine normale Spaltöffnung zu handeln, während beim Längsschnitt der Inhalt der Schliesszellen hauptsächlich auf ihre beiden Enden verteilt erscheint.

Figur 9 ist eine drei-dimensionale Rekonstruktion dieser Spaltöffnung.

In der Atemhöhle können eine oder mehrere Zellen mit besonderer Verstärkung der Aussenmembran angetroffen werden. Ob diese Zellen bei Wasseraufnahme oder-verlust Bewegungen ausführen, die den Gas-Austausch durch die Spalte regulieren, oder ob sie diese Spalten ständig blockieren, kann vorläufig noch nicht gesagt werden, da experimentelle Daten an lebendem Material noch ausstehen.

Die Spaltöffnungen von *Ouratea spectabilis* und *Cedrela fissilis* sind vom Typus der Gramineen. In beiden Fällen können eine oder mehrere Zellen mit besonderer Wandverdickung in den Atemhöhlen angetroffen werden.

Die Verfasser machen darauf aufmerksam, dass die bis heute anerkannte Klassifizierung der Spaltöffnungen nicht befriedigt, weil sie nicht auf Merkmalen des wesentlichsten Teils der Stomata,

d. h. der Schliesszellen beruht, sondern auf Eigenschaften der gelegentlich garnicht vorhandenen Nebenzellen. Es scheint ihnen richtiger, Gruppen zu schaffen, die auf der Morphologie der Schliesszellen selber beruhen, und diese Gruppen in Untergruppen auf Grund anderer Merkmale einschliesslich der Nebenzellen einzuteilen.

LITERATURE

- 1 — ACCORSI, W. R. — Contribuição para o estudo anatômico comparativo das espécies *Eucalyptus tereticornis* Smith e *Eucalyptus citriodora* Hooker. 89 pages. Piracicaba, 1941.
- 2 — AYKIN, S. — Hygromorphic Stomata in xeromorphic Plants. Rev. Fac. Sci. de l'Univ. d'Istanbul, Série B. Tome XVIII, Fasc. 1 — p. 75-90, 1953.
- 2a — ESAU, K. — Plant Anatomy. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1953.
- 3 — FERRI, M. G. — Transpiração de plantas permanentes dos "cerrados". Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letras XLI, Botânica n° 4, p. 161-224, 1944.
- 4 — HABERLANDT, G. — Physiological Plant Anatomy. Transl. by M. Drummond, Macmillan C) Ltd. London, 1928.
- 5 — METCALFE, C. R. and CHALK, L. — Anatomy of the Dicotyledons 2 vols. Clarendon Press, Oxford, 1950.
- 6 — RAWITSCHER, F. K. and FERRI, M. G. — Observações sobre a metodologia para o estudo da Transpiração cuticular em plantas brasileiras, especialmente em *Cedrela fissilis*. Bol. Fac. Fil. Ciênc. e Letras, XXVIII, Botânica n° 3, p. 115-133, 1942.
- 7 — SOLEREDER, H. — Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart, 1899.

THE GENUS *BOSTRYCHIA* MONTAGNE, 1838 IN
SOUTHERN BRAZIL. TAXONOMIC AND
ECOLOGICAL DATA.

Aylthon B. Joly

THE GENUS *BOSTRYCHIA* MONTAGNE, 1838
IN SOUTHERN BRAZIL.
TAXONOMIC AND ECOLOGICAL DATA. (1)

AYLTHON B. JOLY

ACKNOWLEDGEMENTS

The writer is exceedingly grateful to the following persons and institutions, which in some way offered valuable help during the elaboration of this paper: Dr. Eurípedes Simões de Paula, Director of the Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, University of São Paulo; Rev. Jesús Moure, C. M. of the Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, University of Paraná and Dr. José Fernandes Loureiro, of the Museu Paranaense, for facilities and material help, rendering possible several trips; Mr. Oscar Campiglia, Director of the Serviço de Documentação of the Departamento de Cultura e Ação Social, Reitoria da Universidade de S. Paulo, for the microfilm facilities offered to the writer; Dr. John L. Blum, of the Department of Botany, University of Michigan, for kindly going after some bibliographical information of difficult access; to Prof. Wm. Randolph Taylor, of the University of Michigan, for his friendly interest and help during and after the author's stay at his Laboratory. To Miss Maria José Guimarães, of the Department of Botany, University of S. Paulo, thanks are due for the excellent ink drawings.

INTRODUCTION

Though the genus *Bostrychia* was established by Montagne in 1838 ⁽²⁾ (cf. Montagne, C. "in" Ramon de la Sagra, *Histoire Physique, Politique et Naturelle de l'Ile de Cuba*. Botanique —

(1) Received for publication January 9, 1954.

(2) Conserved over *Amphibia* Stackhouse, 1809.

Plantes Cellulaires. Paris 1838-1842: I-X + 1-104 + Pl. I-V; p. 39), it was only in 1875 that it was first referred to the Brazilian coast by Martens ⁽³⁾. In that year, Martens on listing the plants collected by Glaziou near Rio de Janeiro, identified one as *Bostrychia sertularia* Montagne (as *B. sertularina* cf. 12, p. 147) = *B. binderi* Harvey (cf. 16, p. 10). One year later, Zeller reported on another species, *B. vieillardii* Kützing (cf. 28, p. 432) = *B. binderi* Harvey (cf. 16, p. 10) on the Brazilian coast. After that Möbius, in three successive papers (cf. 13, p. 339-340; 14, p. 1085; 15, p. 173-174) besides confirming the occurrence of the previously mentioned species, established a new record for *B. radicans* Montagne and described a new form of it (cf. 13) named forma *brasiliiana* Möbius (= *B. radicans* Montagne forma *moniliforme* Post). The next major contribution to the knowledge of Brazilian algae was the paper by Schmidt, who published a long list of species (cf. 19) collected by P. von Lützelburg at three different points on the Brazilian coast; no *Bostrychia* however was found among the material.

A few years later, Taylor mentioned *B. tenella* (Vahl) J. Ag. (cf. 21, p. 635 as *Amphibia tenella* (Vahl) Kuntze) = *B. binderi* Harvey (cf. 16, p. 29). On the following year, the same author (cf. 22) published a comprehensive list of all the previous records of Brazilian algae. It was then that an attempt was made to give modern names to the old records. Until that time there were only three species of *Bostrychia* referred to Brazil (cf. 22, p. 305-306). Five years after the appearance of Taylor's list, Post made a very complete revision of the genus *Bostrychia* (cf. 16). According to the last mentioned paper, the species referred to Brazil can be summarized as follows ⁽⁴⁾:

- 1) *Bostrychia sertularia* Montagne = *B. binderi* Harvey
- 2) " *vieillardii* Kützing = *B. binderi* Harvey
- 3) " *radicans* Montagne f. *brasiliiana* Möbius =
 B. radicans (Mont.) Montagne f. *moniliforme* Post
- 4) " *tenella* (Vahl) J. Agardh = *B. binderi*
 Harvey (the Brazilian material prior to 1936
 identified as *B. tenella*)

(3) A list assembling the majority of papers on Brazilian Algae appeared recently (See 9).

(4) The reference given by Lüderwaldt of *Bostrychia brasiliiana* (cf. 11, p. 133) must be considered as *nomen nudum* since there is no description or figures accompanying it.

From the above list one can see that until 1936 there were only two species unquestionably referred to Brazil. Later, Williams and Blomquist ⁽⁵⁾ reported, for the Northern part of Brazil, not only *B. binderi* Harvey, but also *B. tenella* (Vahl) J. Ag. and *B. sertularia* (Mont.) Howe (cf. 27, p. 385 and list on p. 397). As for the last mentioned species, the reader is referred to the list of synonymy given by Post (cf. 16, p. 10 and p. 28). It seems to the present author that the identity of *B. tenella*, as understood by Post, with the material assigned to that species in the paper quoted above, needs confirmation. The present writer recently (cf. 8) referred *B. radicans* and *B. binderi* as occurring on the coast of the State of Paraná, Southern Brazil.

Taxonomy of the Southern Brazilian representatives

The following key is intended to facilitate the identification of the Southern Brazilian plants. No attempt was made to include foreign species or varieties not found within the area surveyed.

- 1 — Plants always found growing on or nearby mangrove areas, usually on mangrove plants 2
- 1a — Plants restricted to shady caves and at the shady side of rocky cliffs to the landside of quiet bays or channels, usually growing high above the water level, not necessarily related to mangrove areas. Commonly saxicolous. Plants corticated except for the terminal portions of the last order branchlets which are monosiphonous *B. binderi* Harvey
- 2 — Small plants, forming dense tufts on mangrove roots or stems, or on rocks nearby mangrove areas, usually on rocks, at the landside of quiet bays, where mangrove or mangrove rivers end. Ultimate branchlets polysiphonous

(5) I am very much obliged to Prof. H. L. Blomquist, of the Department of Botany, Duke University, for his kindness in sending me samples of *B. sertularia* and *B. binderi* which are duplicates of the collection reported jointly by him and L. G. Williams in 1947 (see 27). This material arrived shortly after I had finished the typing of the present paper. Both samples belong to *B. binderi* Harvey. The one from Fernando Noronha Islands (March 9, 1945) is tetrasporic. The other from south of Recife, Pernambuco, is sterile (February 1945). In this material the short laterals are less developed than in the former, otherwise both are in accordance with Post's limitation of species in this genus.

below (except the 5-23 terminal segments on forma *moniliforme*) ecorticated throughout *B. radicans* (Mont.) Montagne

- 2a — Plants stout, large, usually up to 5-6 cm high (~ 10 cm), always found within mangrove areas. With a parenchymatous cortex; the last segments of the lateral branchlets are nearly polysiphonous to the end *B. scorpioides* Montagne var. *montagnei* (Harv.) Post
- 2b — Large plants, but very delicate, collapsing completely during low tide; usually up to 5-6 cm high, always found within mangrove areas. With a cortex formed of hyphae. Mature plants with a delicate feather appearance *B. calliptera* (Mont.) Montagne

Bostrychia radicans (Montagne) Montagne

References: Post 1936, p. 13-19; Kützing 1849, p. 839-840; J. Agardh 1863, p. 856-857; Falkenberg 1901, p. 513 T. 12 f. 4; De Toni 1903, p. 1156-1157; Tseng 1943, p. 168; Taylor 1945, p. 306.
Plate I, figures 1-10 ⁽⁶⁾

Plants small growing in dense tufts, usually high above the high tide line especially if attached to rocks and then well protected from the sun. Commonly found within the influence of mangrove rivers, estuaries or in nearby mangrove areas, as in the large quiet, muddy bays, so common and characteristic of the Southern Brazilian shores. The plants have a maximum height of about 1,5 to 2,5 cm but sometimes they may reach several centimeters in length. It is very difficult to determine the exact length of the plants examined because of the growing habit and of the abundant formation of haptera which, being so effective as a means of fixation, prevents the collecting of entire plants. Another point difficult to ascertain because of this peculiar habit is the life-time of such plants. They behave like many rhizomatous land plants which, while growing at one end are dying at the other. They must be considered, at least within the area surveyed, as perennials. They keep on growing during all seasons and exhibiting reproductive structures throughout the year. The simple inspection of the list of material examined at the end of this page will serve to exemplify this condition. The

(6) All drawings were made from formalin preserved material.

thallus has a simple construction; it is formed of a single series of pericentrals which may range from 8 cells in older parts (Pl. I, fig. 4) to 4 in young ones when the thallus is examined in cross section. Each pericentral initial is divided in two, transversally, in such a way that each central is covered by two vertical series of pericentrals, when, in turn, we examine the longitudinal section (Pl. I, fig. 5). There is no formation of secondary cortex in any way; the thallus is ecorticated throughout. The formation of haptera from the secondary basal branchlets, (the "Ramiflucratae" of Post) (Pl. I, figs. 1, 3 and 6), though common, is not frequent and may lack completely in some plants. The branch formation is typically of the exogenous type, i. e. the lateral branch arises before the pericentrals are cut off. (Pl. I, figs. 9-10).

The plant has no distinct main axis in the sense that any lateral branchlet may eventually grow as a principal; this is not however the usual case; there is usually a difference between an axis of growth and laterals which give a somewhat feathery appearance to the fully grown plant (Pl. I, fig. 2). This marked difference is most evident in forma *moniliforme* which has long monosiphonous branchlets of last order (up to 23 cells in Brazilian plants).

The tetrasporangia born in stichidia (Pl. I, fig. 6) are, when mature, up to 58μ wide and are to be found in whorls of four to six. The size and shape of the stichidia are quite variable, sometimes just a few (1-3) whorls of tetrasporangia are formed and the stichidium is broader than long. The stichidia of the forma *moniliforme* (Pl. I, fig. 7) on the other hand, are quite uniform, being much longer than broad.

The carpogonia located near the tips, a few segments below the apex is of the usual type found in the genus, with a long and somewhat broad trichogyne. The mature cystocarps are nearly spherical and of a large size (Pl. I, fig. 8). It has a definite pore for the discharge of the carpospores which are not numerous.

Regeneration of the growing point is very common; any branch which has lost its terminal portion may start another one which causes a modification of the regular distribution of pericentrals. There is a pronounced difference in habit between plants growing upon the shady side of rocks, more or less away from mangrove proper, and high above the water, and plants which grow on stems, roots or pneumatophores of *Rhizophora mangle* Linn., *Avicennia tomentosa* Jacq. or *Laguncularia racemosa* (Linn.) Gaertn. f. which are periodically submerged. The

former, have been found to be frequently sterile and of smaller size with strongly incurved tips. On the other hand the plants from mangrove areas are invariably in reproduction and they are larger, more ramified and the tips are not so curved as in the former ecotype.

Material examined ⁽⁷⁾

S. Paulo State: Prainha, Ubatuba, (Lat. S. 23° 26' 9"; Long. W. 45° 4' 10") 7-IX-1950 tetrasporic; Praia Perequê-Assú, Ubatuba, 4-VII-1953 sterile; Margem do Rio Claro, Ubatuba, 3-VII-1953 cystocarpic; Foz do Rio Claro, Ubatuba, 3-VII-1953 tetrasporic; Ponta das Galhetas, Caraguatatuba, 2-VII-1953 f. *moniliforme*, tetrasporic; Ilhabela, Ilha de S. Sebastião, 28-VII-1950 f. *moniliforme*, tetrasporic; Ilhabela, Ilha de S. Sebastião, 20-VIII-1948 f. *moniliforme*, tetrasporic; Fortaleza, Ilha de Santo Amaro, Santos, 16-III-1941 sterile; Canal N° 6, Santos, 13-IX-1950 tetrasporic; Guarujá, Ilha de Santo Amaro, 20-X-1950 sterile; São Vicente, 20-IV-1941 tetrasporic; Pedra do Monumento, S. Vicente, 16-V-1948 tetrasporic; Porto das Naus, S. Vicente, 23-IX-1948 f. *moniliforme* tetrasporic; Porto das Naus, S. Vicente, 21-IX-1953 tetrasporic; 25-X-1953 sterile; Praia de Parnapoan, S. Vicente, 21-IX-1953 tetrasporic; Praia de Parnapoan, S. Vicente 7-X-1953 tetrasporic; Prainha, Itanhaén, 2-I-1951 f. *moniliforme*, tetrasporic; Foz Rio Branco, Itanhaén, 25-X-1953 tetrasporic; Peruibe 22-VIII-1953 sterile; Praia do Guaraú, Peruibe, 3-I-1951 sterile; Mar de Cubatão, Cananéia, 5-V-1953 f. *moniliforme*, tetrasporic; 18-XII-1953, cystocarpic, tetrasporic; Ilha Comprida, Cananeia, 28-VII-1953 f. *moniliforme*, tetrasporic; Rio Nobrega, Ilha Comprida, Cananeia, 19-X-1953 f. *moniliforme*, sterile; 19-XII-1953, tetrasporic.

Paraná State: Caiobá, 4-XI-1950 cystocarpic; Caiobá, 10-II-1951 cystocarpic, tetrasporic.

Santa Catarina State: Neighborhood of Henrique Lage, (Lat. S. 28° 14' 24"; Long. W. 48° 39' 59") 4-XI-1952 sterile.

(7) The list of localities is arranged in such a way that it begins with the northernmost point of collecting and runs down to the southernmost locality where the plants have been found.

Bostrychia binderi Harvey

References: Post 1936, p. 28-33; J. Agardh 1863, p. 873-874; Falkenberg 1901, p. 501; De Toni. 1903, p. 1166-1167; Taylor 1930, p. 635 (as *Amphibia tenella*); Taylor 1942, p. 140; Tseng 1943, p. 177-180 Pl. 1 fig. 7-8; Taylor 1945, p. 306.
Plate II, figures 1-8

Plants up to 2-3 cm high; erect branches arising from a decumbent creeping rhizom. Plants usually growing in dense tufts in shady caves, or on the shady sides of rocky cliffs, well above the high-tide line; very common in any rocky shore, apparently not related to mangrove areas, though sometimes it may be found on mangrove, but not on mangrove plants. The plant has a determined difference between long and short shoots, (Pl. II, fig. 1) providing an easy means of identification "in situ". All branches, except the terminal segments of the last order branchlets (Pl. II, fig. 4) are covered by a parenchymatous cortex formed by the successive divisions of the pericentrals in the same way described by Falkenberg for *B. tenella* (cf. 4, p. 515-516 T. 12 f. 10; see also Pl. II, fig. 7 in this paper). The occurrence of monosiphonous branchlets are as pointed out by Tseng (26 p. 180) an ecological adaptation. Frequently the regeneration of the damaged short branches also occurs with formation of tufts of monosiphonous branchlets which are to be found mostly to the base of the long old shoots. The thallus shows in longitudinal section several rows of pericentrals between the cortex and the central siphon. The number of rows increases toward the base of the long shoots. On Pl. II, fig. 7 it is shown a longitudinal section taken well above the base and on fig. 8 a transverse section taken almost at the base. Though the plant is very common and has been collected almost throughout the year, no sexual plants were ever found. Apparently the tetrasporic plants are dominant in the first half of the year, whereas in the other half the collections are mainly of sterile plants. The stychidia are very variable in size and shape. Usually they are longer than broad (Pl. II, fig. 5, 6). The tetrasporangia are born in whorls of four to five.

Material examined ⁽⁸⁾

S. Paulo State: Ubatuba, 7-IX-1950 sterile; Praia do Perequê-Assú, Ubatuba, 4-VII-1953 sterile; Foz do Rio Tabatinga, Caraguatatuba, 2-VII-1953 sterile; Ilhabela, Ilha de S. Sebastião, 6-IX-1948 sterile; 8-IV-1950 tetrasporic; 28-VII-1950 tetrasporic; 18-V-1951 tetrasporic; Praia da Fama, Ilha de S. Sebastião, 22-III-1951 tetrasporic; Praia da Serraria, Ilha de S. Sebastião, 24-III-1951 tetrasporic; Santos, 18-III-1941 tetrasporic; Porto das Naus, S. Vicente, 15-I-1953 tetrasporic; Itanhaén, 2-I-1951 tetrasporic; Praia do Guaraú, Peruibe, 3-I-1951 sterile.

Paraná State: Caiobá, 4-XI-1950 sterile; Caiobá 12-II-1951 tetrasporic; Ilha do Saí (Paraná-Santa Catarina States) 14-II-1951 tetrasporic.

Bostrychia scorpioides Montagne var. *montagnei* (Harvey) Post

References: Post 1936, p. 9; Harvey 1853, p. 55 Pl. 14 B (as *B. montagnei*); J. Agardh 1863, p. 871 (as *B. montagnei*); Falkenberg 1901, p. 517-518 T. 12 f. 5-9 (as *B. montagnei*); De Toni 1903, p. 1160 (as *B. montagnei*); Collins & Hervey, 1917, p. 129 (as *B. montagnei*); Howe 1918, p. 523 (as *B. montagnei*); Howe 1920, p. 572 (as *Amphibia montagnei*); Taylor 1928, p. 166 Pl. 24 figs. 14-15 (as *Amphibia montagnei*).

Plate III, figures 1-6.

This is the coarsest and largest species to be found in Southern Brazil. Until today it has been collected in mangrove areas only and usually growing on mangrove roots or stems. It is frequently found associated with *Caloglossa leprieurii* and *Bostrychia radicans*. Once it was found associated with *Cladophoropsis membranacea*, *Boodleopsis pusilla* and *Lophosiphonia* sp. (see Taylor et al. 1953 p. 98; incidentally reported as *B. Montagnei*). Though there is no determined difference between axis and lateral branches actually there is a pronounced development of a strong main shoot which supports distichously placed laterals. The apex of such shoots are invariably well curved, a feature so characteristic, and after which the genus has its name (see Pl. III, fig. 1 and the good figure of Harvey quoted above). All the branches with the exception of the terminal portions of the last-order

(8) See footnote on page 60

branchlets (Pl. III, fig. 3) are completely covered by a parenchymatous cortex (Pl. III, fig. 2, 4 and 5; see also the diagram of Falkenberg in the plate quoted above). This plant was never found with reproductive structures of any kind.

This is the first time that this plant is reported for Brazil.

Material examined ⁽⁹⁾

São Paulo State: São Vicente, 23-IX-1948; 30-IV-1950; 21-IX-1953; 25-X-1953; Mar de Cubatão, Cananéia, 5-V-1953; Ilha Comprida, Cananéia, 28-VII-1953,

Paraná State: Baía de Guaratuba, 12-II-1951.

Bostrychia calliptera (Montagne) Montagne

References: Post 1936, p. 24; Kützing 1849, p. 839; J. Agardh 1863, p. 872-873; Falkenberg 1901, p. 521-523, T. 11 f. 26-29; De Toni 1903, p. 1167-1168; Taylor 1945, p. 306.

Plate IV, figures 1-8.

Plants up to 6 cm high, of very delicate texture; main shoots somewhat irregularly branched but exhibiting here and there dichotomies. Each long branch has very regular alternate and distichously placed short laterals (Pl. IV, fig. 2). These are formed either on each or on every other segment short before the pericentrals are cut off. The resulting structure has a beautiful feather appearance somewhat resembling the habitus of *Pterosiphonia pennata* though it is more delicate (see Pl. IV, fig. 1 and the fig. 26 of Falkenberg quoted above). The haptera issuing at the point of branching are of the "Flagellifulcratae" type of Post. The plant has a cortex formed by hyphae in a very irregular pattern (Pl. IV, fig. 5). Old basal portions are completely covered by this cortex, which may lack on younger upper parts. The formation of hyphae is not restricted to the outer side of the pericentral cells. These as well as the axial cells may produce in and downward growing hyphae (see Pl. IV, fig. 8) which seek their way between the older cells. Each central cell is covered by two pericentrals. Young branches have invariably four pericentrals, older ones may have up to six (Pl. IV, fig. 7 see also fig. 29 of Falkenberg quoted above).

(9) See footnote on page 60

Old "short" laterals may have a later development which leads to a considerable increase in the length of these shoots. However the process of branch formation on these shoots does not follow the pattern so characteristic of the long shoots. These branches are few and irregularly placed, sometimes dichotomies are found (see Pl. IV, fig. 3). This is the only example known to me where certain predetermined short lateral branches are, by some unknown reason, capable of development, but incapable of reproducing the pattern of ramification exhibited by the long shoots, thus presenting strong evidence of the existence of correlations between long and lateral shoots.

The stichidia are formed on the upper laterals on both sides of the long branches. They are terminally placed and, when mature, much longer than broad (Pl. IV, fig. 4). Usually 3 to 4 tetrasporangia are born at each whorl.

This species has been found growing attached to mangrove plants only. It is commonly associated with *B. radicans* and more frequently with *B. scorpioides* var. *montagnei*.

This first record on the South Atlantic is of considerable phytogeographical interest. Besides being the only record on the Atlantic coast of South America below the Equator (cf. 16, p. 24; 24, p. 306), it also provides a more plausible understanding of Post's statement, when she says: "*B. calliptera* hat nach den bisherigen — (1936) — Kenntnissen ein disjunktives Areal." (Post l. c. p. 24). At that time the only records were limited to the French Guyana and the Indo-Pacific region.

Material examined ⁽¹⁰⁾

São Paulo State: Porto das Naus, S. Vicente, 30-IV-1950 tetrasporic; 21-IX-1953 sterile. Neighborhood of Rio Nóbrega, Ilh Comprida, Cananéia, 28-VIII-1953 sterile.

SUMMARY

The author revises briefly the previous references of the genus *Bostrychia* in Southern Brazil. After discussing the bibliographical data, the first part ends with a tentative key for the identification of the species and varieties found within the area surveyed. (Lat. S. 23° 26' 9"; Long. W 45° 4' 10"; Lat. S. 28° 14' 24"; Long. W. 48° 39' 59"). The second part gives descriptions of the Brazilian plants. Ecological data are given

(10) See footnote on page 60

for each species considered. This part includes bibliographical references, list of material examined and the localities where the plants were collected. Four plates with numerous figures complete the text.

RESUMO

O autor relata brevemente, na Introdução, o histórico bibliográfico referente ao gênero *Bostrychia* no Brasil, terminando com uma lista das espécies até hoje encontradas no Brasil meridional. Apresenta em seguida uma chave para a identificação das espécies e variedades brasileiras. A terceira parte do trabalho trata da descrição detalhada de cada espécie e contém informações ecológicas gerais, relacionadas com este interessante grupo. Para cada espécie é dada uma lista de trabalhos de referência a mais completa possível, bem como uma relação detalhada de todo o material examinado. Aqui são incluídas informações sobre os lugares de coleta, época em que foram encontradas as plantas, e também os tipos de órgãos de reprodução observados. Uma lista das publicações referidas no texto e numerosas figuras originais completam o trabalho.

BIBLIOGRAPHY

- 1 — AGARDH, J. G. — 1863. Species genera et ordines floridearum 2, 3: 701-1291. Lund.
- 2 — COLLINS, F. S. and A. B. HERVEY — 1917. The Algae of Bermuda. Contribution from the Bermuda Biological Station for research. N° 69: 1-195 (incl. Pl. I-VI).
- 3 — DE TONI, J. B. — 1903. Sylloge Algarum omnium hucusque cognitarum. Sylloge Floridearum 4, 3: 775-1525. Patavii.
- 4 — FALKENBERG, P. — 1901. Die Rhodomelaceen des Golfes von Neapel, "in" Fauna und Flora des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte. Herausgegeben von der Zoologischen Station zu Neapel. Monographie 25: V-XII + 1-754 + 24 T.
- 5 — HARVEY, Wm. H. — 1853. Nereis Boreali-Americana. Part II. Rhodosperrmae. Smithsonian Contributions to knowledge: 1-258 + Pl. XIII-XXXVI.
- 6 — HOWE, M. A — 1918. Algae, p. 489-540 "in" N. L. BRITTON, Flora of Bermuda. I-XII + 1-585, New York.
- 7 — — — 1920. Algae, p. 553-631, "in" N. L. BRITTON and C. F. MILLSAUGH — The Bahama Flora, I-VIII + 1-695. New York.
- 8 — JOLY, A. B. — 1951. Contribuição para o conhecimento da Flora Algológica Marinha do Estado do Paraná. Bol. Inst. Paul. Ocean. II, 1: 125-138.
- 9 — — — 1953. An approach to the bibliography of Brazilian Algae. Bol. Instituto Oceanográfico Univ. S. Paulo III, 1-2 (1952): 101-113.
- 10 — KÜTZING, F. T. — 1849. Species Algarum. 1-922. Lipsiae.

- 11 — LÜDERWALDT, H. — 1919. Os manguesais de Santos. Rev. Museu Paulista 11: 309-408 + 1 Pl.
- 12 — MARTENS, G. — 1875. Algae Brasilienses circa Rio de Janeiro a clar. A. Glaziou, horti publici directore botanico indefesso, annis 1869 et 1870 collectae. Vidensk. Medd. fra den Naturh. Foren. i, København 3: 144-148.
- 13 — MÖBIUS, M. — 1889. Bearbeitung der von H. Schenk in Brasilien gesammelten Algen. Hedwigia 28: 309-347. Pl. 10-11.
- 14 — — — 1890. Algae brasilienses a cl. Dr. Glaziou collectae. Notarisia 5: 1065-1090. 1 Pl.
- 15 — — — 1895. Über einige brasilianische Algen. Hedwigia 34: 173-180. Pl. 2.
- 16 — POST, E. — 1936. Systematische und pflanzengeographische Notizen zur *Bostrychia-Caloglossa*-Assoziation. Rev. Algol. 9: 1-84.
- 17 — — — 1938. Weitere Daten zur Verbreitung des *Bostrychietum* II. Hedwigia 78: 202-215.
- 18 — — — 1938. Weitere Daten zur Verbreitung des *Bostrychietum* III. Archiv für Protistenkunde 93: (non vidi).
- 19 — SCHMIDT, O. C. — 1924. Meeresalgen der Sammlung von Lützelburg aus Brasilien. Hedwigia 65: 85-100.
- 20 — TAYLOR, Wm. R. — 1928. The marine algae of Florida with special reference to the Dry Tortugas. Papers from the Tortugas Laboratory of the Carnegie Institution of Washington. Vol. XXV: 3-219 + Pl. 1-37.
- 21 — — — 1930. Note on marine algae from São Paulo, Brazil. Amer. Journ. Bot. 17: 635.
- 22 — — — 1931. A synopsis of the marine Algae of Brazil. Rev. Algol. 5: 279-313.
- 23 — — — 1942. Caribbean marine algae of the Allan Hancock Expedition, 1939. The Univ. South. Cal. Publ. Allan Hancock Atlantic Expedition Report n° 2: 1-193 (incl. 20 Pl.).
- 24 — — — 1945. Pacific Marine Algae of the Allan Hancock Expeditions to the Galapagos Islands. Allan Hancock Pacific Expeditions Vol. 12: I-IV + 1-528 (incl. 100 Pl.).
- 25 — — — A. B. JOLY and A. J. BERNATOWICZ — 1953. The relation of *Dichotomosiphon pusillus* to the algal genus *Boodleopsis*. Papers Mich. Acad. Sc. Arts and Letters, 38 (1952): 97-102 + 3 Pl.
- 26 — TSENG, C. K. — 1943. Marine Algae of Hong Kong III. The Genus *Bostrychia*. Papers Mich. Acad. Sc. Arts and Letters, 28: 165-183 + 3 Pl.
- 27 — WILLIAMS, L. G. and H. L. BLOMQUIST — 1947. A collection of marine algae from Brazil. Bull. Torrey Bot. Club 74, 5: 383-397.
- 28 — ZELLER, G. — 1876. Algae brasilienses "in" Symbolae ad floram Brasiliae centralis cognoscendam edit. E. Warming part. 22. Vidensk. Medd. fra den Naturh. Foren. i København for Aaret 1875: 426-432.

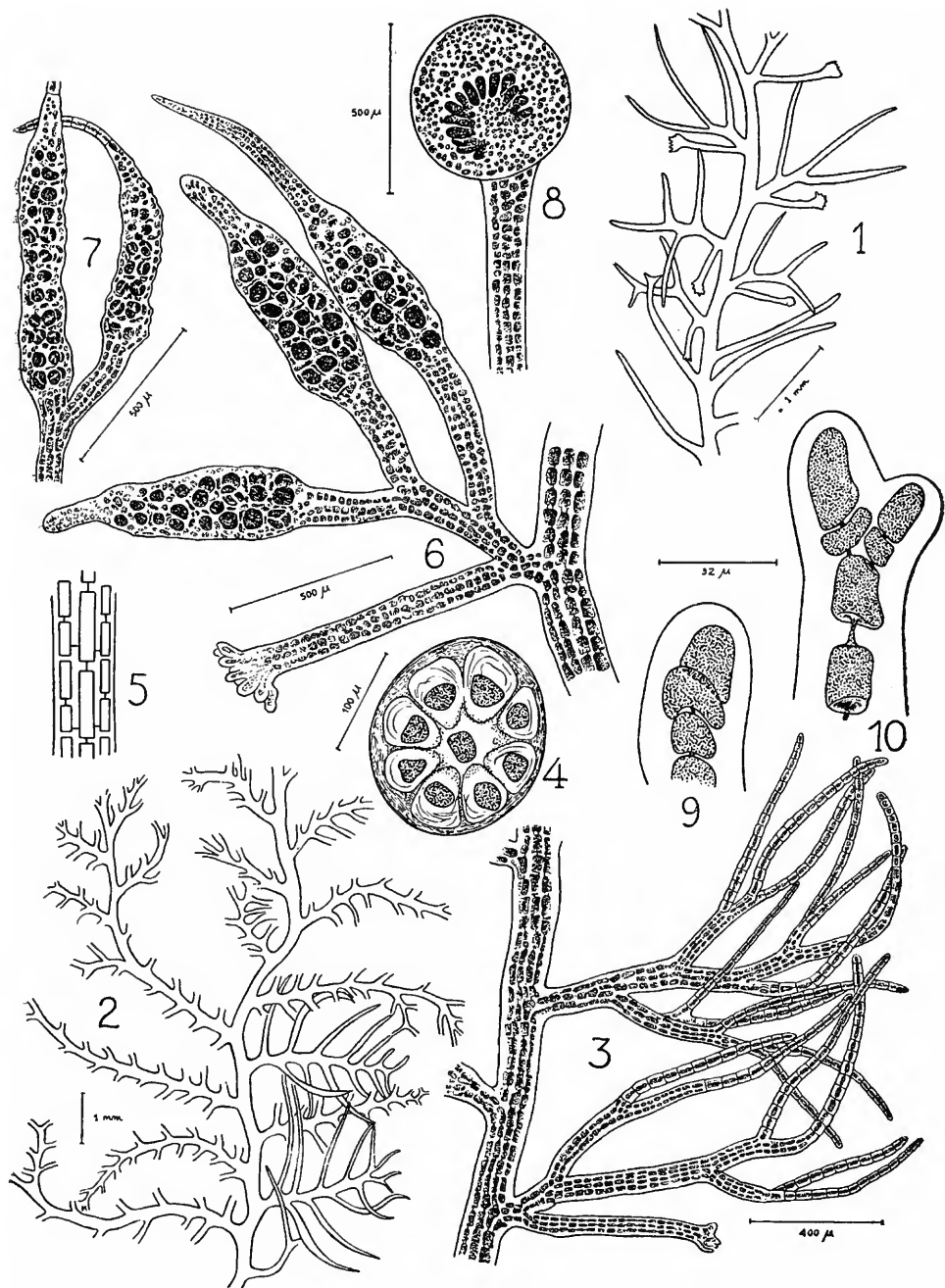


PLATE I

Botrychia radicans

- 1 — Outline of part of a plant showing the relation of haptera with branching.
- 2 — Outline of part of a plant collected in mangrove.
- 3 — Portion of a plant of the forma *moniliforme* showing besides the hapteron also the characteristic monosiphonous branchlets.
- 4 — Transverse section of an old thallus.
- 5 — Diagram to illustrate the distribution of pericentrals and the lack of a cortex.
- 6 — Group of 3 stichidia belonging to a plant of the forma *typica*. Note the development of a hapteron at the same characteristic place.
- 7 — Stichidia from a plant of the forma *moniliforme*.
- 8 — A cystocarp.
- 9 — and 10 — Tips of a growing apex to show young and two celled branches being cut off before the formation of pericentrals.

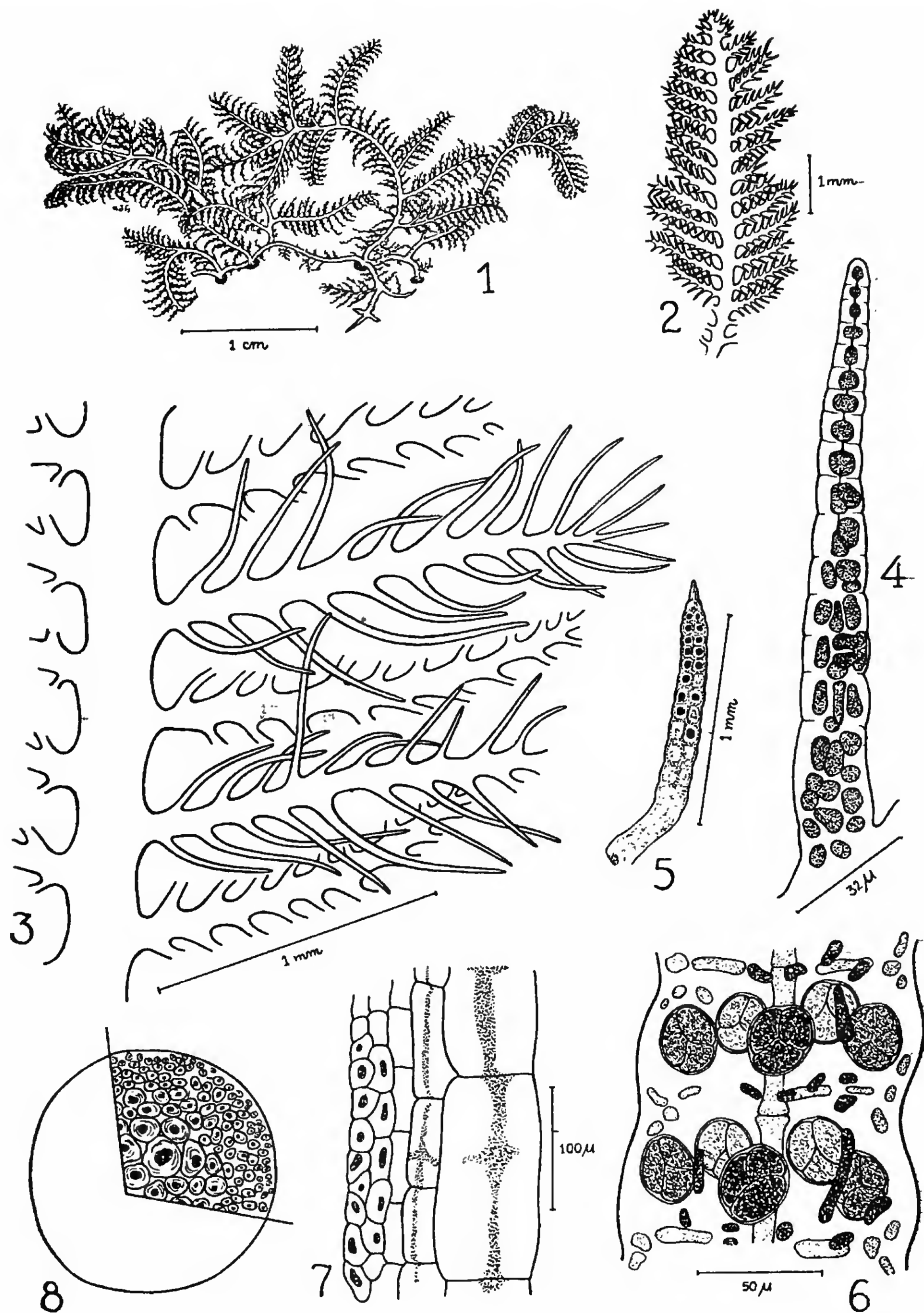


PLATE II

Bostrychia binderi

- 1 — Dissected portion of a tuft.
- 2 — Upper part of an erect shoot.
- 3 — Detail of an erect shoot.
- 4 — Branchlet of last order, with a few celled monosiphorous tips..
- 5 — Stichidium.
- 6 — Detail of a mature stichidium showing two whorls each of five-tetrasporangia.
- 7 — Longitudinal section of the upper thallus, somewhat diagrammatic.
- 8 — Transverse section at the base of an old shoot.

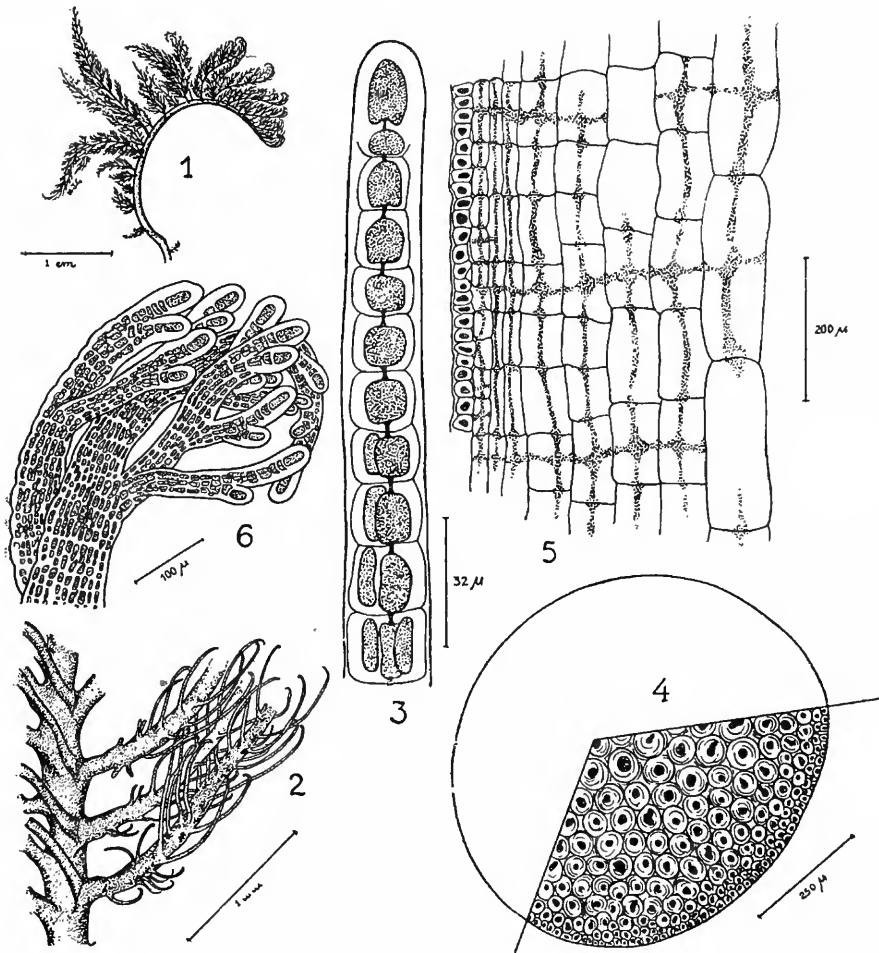


PLATE III

Bostrychia scorpioides var. *montagnei*

- 1 — Part of a plant to show its habitus.
- 2 — Details of cortication and of the complicated last orders branching (older and somewhat denuded portion).
- 3 — Tip of branchlet of last order, with monosiphonous apex (older portion).
- 4 — Cross section of an old stem.
- 5 — Longitudinal section of an old stem (slightly diagrammatic).
- 6 — Detail of a young tip showing the branching pattern and the beginning of cortication. Note the large apical cells and the polysiphonous ends of all young branches.

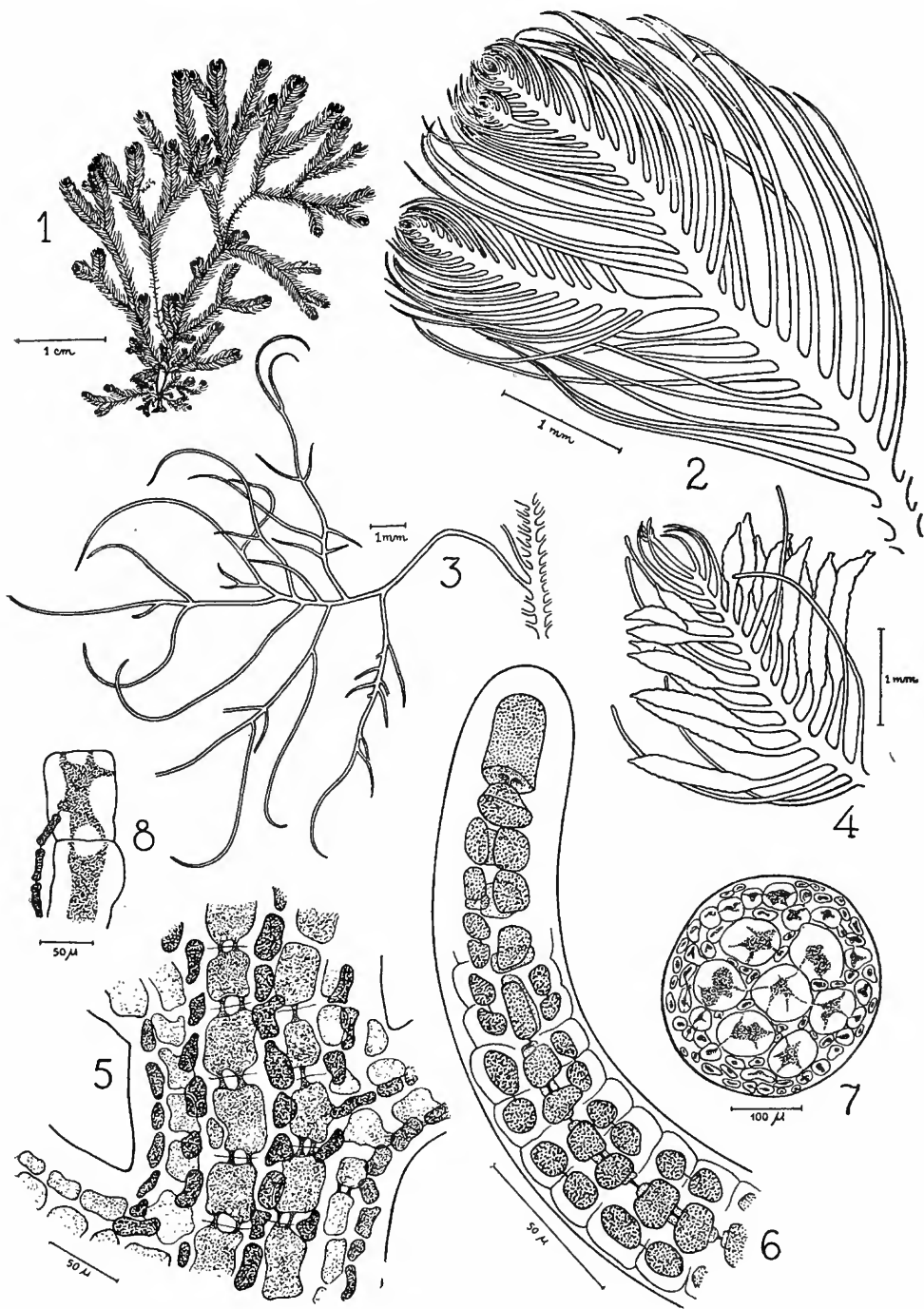


PLATE IV

Botrychia calliptera

- 1 — A young plant showing the beautiful feather habitus.
- 2 — An enlarged tip to show the branching pattern.
- 3 — Old basal portion, somewhat denuded showing the tremendous increase in size of the "short" lateral. Note the pattern of branching and compare with fig 2.
- 4 — Upper portion of a tetrasporic plant. The developing cortication. The pericentrals still are clearly seen.
- 5 — Enlarged portion of a main shoot, not very far from the apex. Note the developing cortication.
- 6 — Enlarged tip of a short lateral. Note the absence of cortication.
- 7 — Cross section of an old basal portion. Note the cortex completely hiding the pericentral cells and the inner hyphae between central and pericentral cells.
- 8 — Two pericentral cells as seen in a longitudinal section, showing the formation of inner hyphae.

ÍNDICE

Transpiração de <i>Eucalyptus tereticornis</i> — Helena Villaça e Mario G. Ferri	p. 3 ⁿ
On the morphology of the stomata of <i>Eucalyptus tereticornis</i> , <i>Ouretea spectabilis</i> and <i>Cedrela fissilis</i> — Helena Villaça and Mario G. Ferri	p. 31 ^r
The genus <i>Bostrychia</i> Montagne, 1838 in Southern Brazil. Taxonomic and ecological data — Aylthon B. Joly	p. 53 ^r

O Departamento de Botânica

pede e agradece a remessa de suas publicações.
vous prie de lui envoyer vos publications.
shall be glad to receive your publications.
le agradecerá el envío de sus publicaciones.

Endereço:

Departamento de Botânica
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
Caixa Postal 8.105
S. Paulo (Brasil).

