

Observações sobre transpiração de plantas brasileiras

por F. RAWITSCHER (*)

Um ramo muito importante entre as disciplinas da Botânica é a Fitoecologia. O significado deste termo compreende-se facilmente, sendo Ecologia sinônimo de economia que, como a economia doméstica e a de maiores sociedades humanas, trata da maneira como um organismo isolado ou social regula suas relações com o exterior. A Ecologia das plantas considera a vegetação em relação com o ambiente.

Vê-se que a Fitoecologia é uma disciplina que serve de mediador entre a Geografia física e a Fisiologia vegetal. Também a sistemática entra em jogo porque todas as espécies não se distinguem só pelos seus caracteres morfológicos, mas também pelos fisiológicos que outorgam a cada uma o seu lugar.

Entre os fatores que na economia vegetal desempenham papel importante, vamos considerar aqui o fator água, cuja importância para o Brasil não precisa ser salientada. É um fator muito estudado e discutido em todas as apresentações geográficas e fitogeográficas. As palavras Xerófito e Higrófito são familiares a todos.

Os nossos conhecimentos sobre o comportamento das plantas em relação à água não são, porém, tão perfeitos como se poderia depreender da quantidade de trabalhos publicados. Os últimos anos nos proporcionaram uma melhora considerável dos métodos de estudo, que trouxeram novos esclarecimentos a problemas velhos.

O balanço de água das plantas resulta da quantidade d'água que as plantas tiram do solo e da que evaporam mediante a transpiração. Uma planta turgescente, em bom estado de crescimento indica, só por isso, que não lhe falta água e que o seu balanço não é negativo. Como a medição da água tirada do solo é complicada, pelo menos em condições normais, no habitat da planta, recomenda-se mais o estudo da transpiração que, hoje em dia, se torna relativamente simples.

A Botânica moderna usa balanças que permitem pesagens rápidas e relativamente exatas, como as "balanças de

(*) Do Departamento de Botânica da Fac. Fil. Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

torsão". Se colhemos, por ex., uma folha de uma planta qualquer, colocando-a imediatamente numa destas balanças, podemos observar um decréscimo de peso que pode ser lido de minuto em minuto. Apresentamos na fig. 1 um gráfico que ilustra esta experiência com uma folha da Boa noite (*Calonyction bona nox*). E mordedadas são apresentadas as diferenças de peso, indicadas nesta experiência, de 10 em 10 minutos. Estas diferenças representam a água perdida por transpiração. Nota-se que os valores decrescem rapidamente, de 46 mg. por 10 minutos, ou seja 4,6 por minuto, até 0,45 por minuto no fim. Este fato não se deve à escassez de água na folha no fim da experiência, porque então a folha ainda contém uma grande reserva de água, da qual desprende só uma pequena porcentagem durante a experiência. A diminuição explica-se

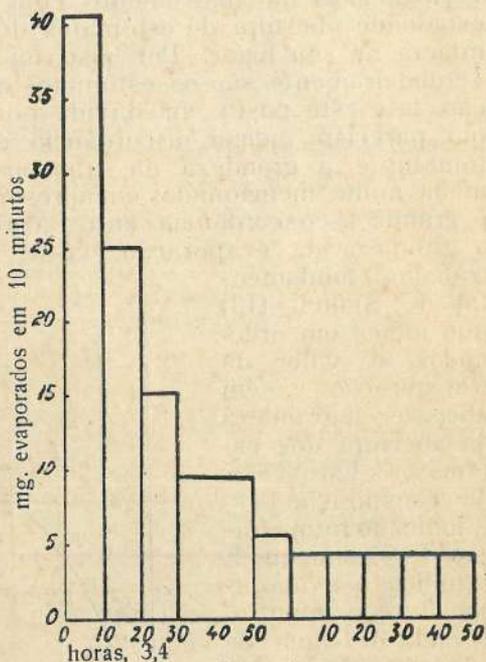


Fig. — 1

de fato, pelo funcionamento dos estômatos que se fecham logo que a folha sente falta de água. Este fechamento dos estômatos chama-se "hidroativo". A Fisiologia conhece, além deste, um jogo de abertura e fechamento regulado pela iluminação, ou "fotoativo".

A grande transpiração do começo da experiência é a evaporação através de estômatos abertos ou "transpiração estomatar". Os pequenos valores, no fim, representam a transpiração que ainda se opera com estômatos fechados através da cutícula, ou seja a "transpiração cuticular". Os últimos valores são relativamente constantes, pelo menos no decurso de uma observação curta, porque não podem ser regulados pela planta, sendo entretanto variáveis conforme as condições do ambiente. Como a transpiração cuticular sempre existe, os valores iniciais compõem-se da trans-

piração estomatar mais a transpiração cuticular, isto é, representam a "transpiração total".

A Botânica moderna não dispõe só de balanças que facilmente permitem a observação minuciosa do andamento da transpiração; tem ainda no microscópio de iluminação vertical mais um instrumento com o qual pode observar o estado de abertura de estômatos de folhas até numa planta intacta no seu lugar. Por isso, foi possível comprovar que verdadeiramente são os estômatos que regulam a transpiração, fato este posto em dúvida por observações anteriores que pareciam indicar discordância entre a abertura dos estômatos e a grandeza da transpiração, observações essas ainda muito mencionadas em apresentações modernas. Como é grande a concordância entre a abertura dos estômatos e a grandeza da evaporação, vê-se na fig. 2, tirada de um trabalho fundamental de Stafelt (13) que indica, em ordenadas, o valor da transpiração e, em abcissas, a grandeza da abertura dos estômatos. Este valor da transpiração (T_s) é indicado numa fração T_s/E , em que E significa a evaporação livre de uma superfície de água de tamanho igual ao da folha. Como se conseguem tais comparações veremos mais adiante.

Uma experiência como a que acabamos de apresentar na fig. 1 nos informa sobre vários fenômenos importantes:

1º — Podemos verificar diretamente a rapidez do processo de fechamento de estômatos. No caso de *Calonyction* consome-se mais ou menos uma hora. Folhas novas do Café

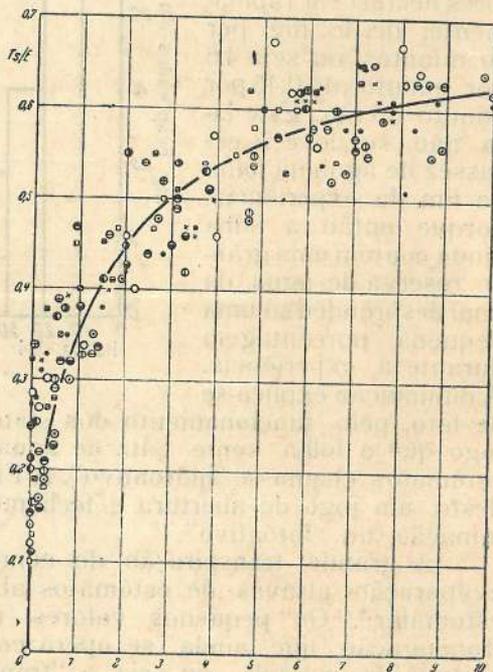


Fig. 2 — Seg. Stafelt — Abertura dos estômatos em //

e do nosso Cedro têm o poder de fechar os estômatos tão rapidamente que a tarefa essencial termina em 10 a 20 minutos.

2° — Outra informação valiosa se refere à grandeza da transpiração estomatar. Os valores absolutos iniciais de nossa experiência ainda não nos informam satisfatoriamente porque a transpiração, como cada processo físico de evaporação, depende também do ambiente, especialmente do deficit de saturação da atmosfera que geralmente é indicado pela umidade relativa do ar. A força de evaporação, porém, não é uma simples função da umidade relativa, mas depende também da temperatura. Além disso, o vento desempenha um papel muito importante e difícil de calcular, quando se trata de corpos evaporantes, como folhas. Muito influente, também, é a irradiação que aumenta ou diminui a temperatura das superfícies em questão, criando complicações de avaliação tão difícil que até a Meteorologia depara com grandes dificuldades nas suas determinações da evaporação.

A Fisiologia moderna contorna estas dificuldades, colocando na balança, em lugar da folha, um molde exato desta, em papel mata-borrão que, para igualar a irradiação, deve ser verde e pode ser embebido em água. A evaporação de tais moldes depende só da superfície destes e indica o valor atual da evaporação de uma superfície livre de água em lugar da folha. Comparando a transpiração da folha com a evaporação do nosso "evaporímetro molde" chegamos a valores comparáveis de transpiração.

Se olharmos novamente para a fig. 2, veremos que, com estômatos abertos, são atingidos valores elevadíssimos: $T_s/E = 0,6$, isto é, a folha transpira 60% da evaporação de uma superfície livre. A área dos estômatos abertos, porém, abrange, em geral, não mais do que 1% da área da folha. Seria de esperar que a transpiração se limitasse a valores de 1% da evaporação ou pouco mais.

A surpresa que esses valores altos nos causam foi encontrada e estudada pela primeira vez por trabalhos — hoje clássicos — de Braun & Escombe (1). É fato certo, cuja explicação cabe à Física, que a evaporação através de poros microscópicos se dá com rapidez muito grande. Com modelos de membranas finas munidas de furos microscópicos do tamanho e com a distribuição de estômatos, pôde-se mostrar que através de tais modelos a evaporação e toda a difusão de gases se processa com a mesma rapidez observada nas folhas; e também neste caso podem ser alcançados valores que ultrapassam 60% da evaporação livre.

Aqui limitamo-nos a constatar que, com estômatos abertos, uma folha transpira não muito menos do que uma superfície livre de água; a copa de uma árvore que possui muitos andares de folhas pode transpirar um múltiplo do que evaporaria a mesma superfície de um lago!

3° — O terceiro ensinamento que podemos tirar do nosso gráfico n. 1 se refere à relação da transpiração cuticular para com a transpiração total. No caso apresentado, a transpiração cuticular atingiu 10% da transpiração inicial observada. Esta relação pode ser muito menor: estudos de Mário Guimarães Ferri e do Autor (8) mostraram que a folha do nosso Cedro (*Cedrela fissilis*) evapora, através da cutícula, cerca de 1% da evaporação livre, ao passo que a transpiração total com estômatos abertos pode atingir e até ultrapassar 70%. Fechando os estômatos, a folha pode diminuir sua transpiração a 1/70!

Os métodos explicados são úteis para esclarecer todos os detalhes da Fisiologia da transpiração por estudos de laboratório. Além disso, os nossos aparelhamentos podem facilmente ser levados para o "campo" onde permitem a determinação da transpiração das plantas no seu lugar e durante todas as horas do dia. Tais estudos no campo já foram iniciadas em várias regiões. Na fig. 3 apresentamos gráficos provenientes de estudos de Stocker (14) na estepe húngara, onde encontramos problemas parecidos com os oferecidos pelos nossos cerrados. Nas estepes húngaras como no cerrado brasileiro não sabemos se se trata de formações abertas, sem florestas, por causas naturais ou se antigamente esses lugares eram cobertos de florestas que, neste caso, poderiam ser restabelecidas. Nestes estudos trata-se de colher informações sobre a quantidade de água que as plantas podem transpirar, por ex., durante o dia. Para isso o observador determina só os valores iniciais de folhas recém-colhidas. Os primeiros valores encontrados na balança são idênticos — como tem sido evidenciado em repetidas determinações — aos valores de transpiração da folha ainda *in situ*. (O fechamento dos estômatos diminui os valores somente depois de alguns minutos, quando a folha começa a sentir a falta de água). Folhas colhidas com certos intervalos nos fornecem os valores de transpiração numa planta durante todo o dia.

Foi assim que Stocker (14) elaborou os gráficos apresentados. Além da transpiração de duas plantas foi determinado o valor da evaporação do mesmo lugar, ainda com métodos menos perfeitos do que o "evaporímetro molde",

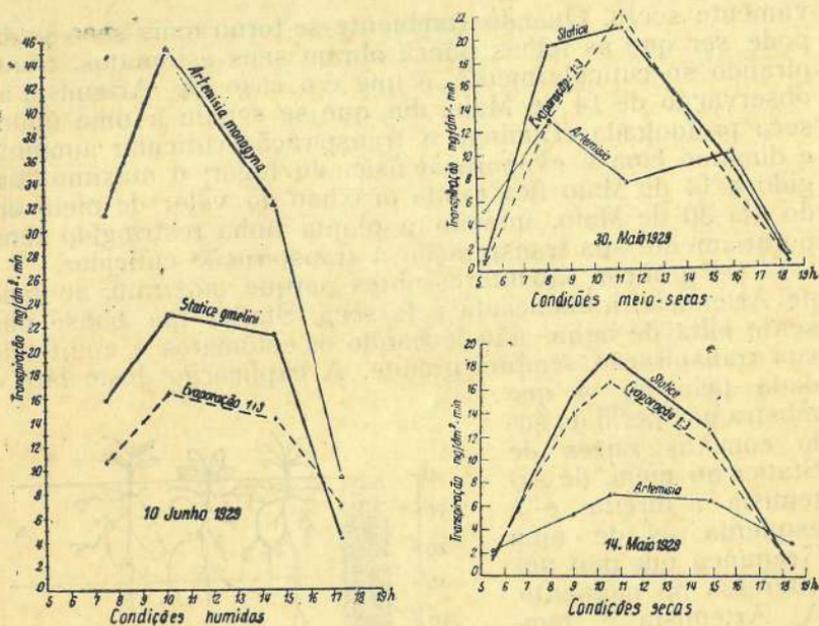


Fig. 3 — Seg. Stocker

nessa época desconhecido. Esta grandeza encontra-se indicada nos gráficos com 1/3 do seu valor para não aumentar demais a figura.

A medição a 10 de Junho mostra paralelismo entre a transpiração e a evaporação. Nas horas do meio dia, acompanhando o aquecimento solar, a evaporação física é grande e com ela os valores da transpiração mostram comportamento igual. Nesse dia o solo estava rico em água em consequência de chuvas anteriores.

As leituras de 30 de Maio foram feitas numa época mais seca. Das duas plantas observadas, *Statice* acompanha mais ou menos a evaporação. *Artemisia*, porém, mostra uma reação muito interessante. Depois de acompanhar a evaporação até 8 horas da manhã, mostra um abaixamento que culmina às 11- $\frac{1}{2}$, na hora da evaporação maior. Esta planta foi obrigada, por falta de água, a fechar seus estômatos, reduzindo assim sua transpiração aos valores da transpiração cuticular. Com esta diminuição economizou água que lhe permitiu uma ligeira reabertura dos estômatos à tarde.

Este abaixamento da transpiração ao meio dia é uma reação característica de muitas plantas em condições relati-

vamente secas. Quando o ambiente se torna mais seco ainda, pode ser que as folhas nunca abram seus estômatos, transpirando só cuticularmente, o que é o caso de *Artemisia* na observação de 14 de Maio, dia que se seguiu a uma época seca prolongada. Também a transpiração cuticular aumenta e diminui com a evaporação física do lugar; o máximo atingido a 14 de Maio fica muito próximo do valor de meio dia do dia 30 de Maio, quando a planta tinha restringido temporariamente sua transpiração à transpiração cuticular.

Os gráficos são interessantes porque mostram, ao lado de *Artemisia*, influenciada pela seca, *Statice* que quase não sente falta de água, não fechando os estômatos e mantendo sua transpiração sempre grande. A explicação deste fato é dada pela fig. 4 que mostra um perfil do solo com as raízes de *Statice* no meio, de *Artemisia* à direita e à esquerda as de uma Gramínea que não nos interessa no momento. A *Artemisia* e também a maioria das Gramíneas, tem as raízes pouco profundas e depende por isso da água contida nas camadas superficiais. A *Statice* faz uma raiz muito profunda que provavelmente atinge ou se aproxima do lençol subterrâneo de água e que em todo caso penetra em camadas tão profundas do solo que não são mais atingidas pela seca. Podemos assim fazer uma distinção que, para a compreensão dos nossos cerrados e de toda a vegetação de regiões menos úmidas, será da maior importância: a de plantas com raízes muito e pouco profundas.

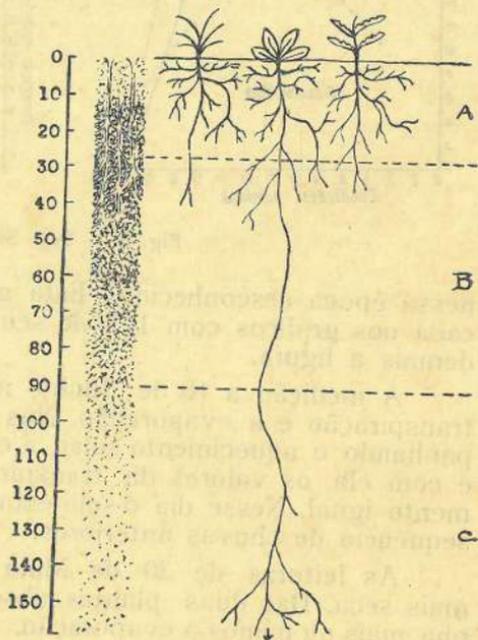


Fig. 4 — Seg. Stocker. — Perfil do solo mostrando a direita *Artemisia* e no meio *Statice*.

No Brasil faltam estudos metódicos no campo sobre a transpiração dos nossos vegetais. Podemos porém fazer algumas considerações gerais. A primeira relaciona-se com os

valores absolutos muito altos da transpiração folhear. Formações vegetais que mostram crescimento exuberante, sendo munidas de muitas folhas, devem transpirar muito fortemente. — Bom crescimento sempre está ligado a fotossíntese proveitosa, só podendo esta ser feita com os estômatos abertos. — Protótipos de tais vegetações são as florestas úmidas equatoriais e tropicais e todas as florestas que revestem a nossa Serra do Mar, como de resto todas cuja vegetação higrofitica com abundância de samambaiassús, epífitas, trepadeiras, etc., acusa condições úmidas.

Tais florestas, sem dúvida, transpiram mais do que uma superfície igual de terreno coberta por um lago. Países cobertos por vastas florestas deste tipo têm um clima nitidamente oceânico, não só porque a transpiração umedece o ar, como também porque a evaporação baixa as temperaturas. Os meteorologistas assim explicam os caracteres oceânicos do clima de Manaus no meio do continente sul-americano.

Uma consequência de tão grande transpiração florestal é o abaixamento do lençol subterrâneo de água. Se no lugar de uma floresta tivéssemos um campo com vegetação escassa ou nula, teríamos uma transpiração muito menor e a água das chuvas que atinge o solo ficaria neste. Solo nu transpira muito pouco, ao menos depois de ter perdido a umidade superficial.

Assim, chegamos a uma constatação surpreendente à primeira vista: as florestas secam mais o solo do que os campos. Isto vale só se encararmos o conjunto total do habitat natural: as camadas superficiais do solo mantêm-se mais úmidas na sombra da floresta do que fora, no campo, onde os raios solares encontram o solo desprotegido. Também o ar dentro da floresta é mais úmido do que o ar no campo. Fora das copas das árvores encontramos os raios solares e o calor do dia sem atenuantes. Certamente, as densas copas das árvores transpiram mais umidade do que a vegetação do campo, de maneira que sobre uma floresta deveríamos encontrar mais umidade do que sobre um campo. Assim, desde a superfície do solo até as copas, o clima florestal é mais úmido do que o clima campestre. E, por isso, para o homem, a floresta é o lugar mais úmido.

Os papéis porém se invertem se cavarmos e penetrarmos no solo. Toda a umidade encontrada na floresta, fora da terra, é afinal de contas tirada do solo pelas raízes e deve influir no balanço das águas subterrâneas.

no fundo da Lagoa Santa, a mesma conhecida pelos estudos de Warming, podem ser observados os restos de uma casa grande e de cercas. Esta parte da Lagoa deve ter sido terra firme, e não só isso, terra seca. No charco ninguém teria construído uma casa. Naturalmente, não podemos dar uma explicação, por que razões o lugar se tornou mais tarde uma lagoa. As causas podem ser diversas. Mas, talvez fosse interessante perguntar se as devastações e as derrubadas sistemáticas, desde a chegada do homem branco, não teriam alterado o balanço de água nos solos.

O fato de que as florestas podem baixar o lençol subterrâneo de água é pouco mencionado na bibliografia, porque os nossos conhecimentos geralmente provêm de países com climas moderados, onde as diferenças de nível dos lençóis de água são menos evidentes. Em tais climas, a decomposição das rochas é lenta e os solos geralmente não são profundos, muitas vezes não ultrapassando um metro ou um metro e meio. Quanto mais progredimos para os climas tropicais, mais profundas se evidenciam as camadas decompostas das rochas que só então atingem profundidades de 20 e até mais metros (1), caso muito frequente, embora não geral no Brasil.

Esta profundidade de solos desempenha, porém, um papel todo especial nos lugares em que existe: camadas tão espessas podem conservar grandes quantidades de água que formam um reservatório natural de grande importância. No Brasil, muito frequentemente, os habitantes rurais tiram a água necessária para suas casas de poços cuja profundidade naturalmente varia, mas muitas vezes é grande. Mário Guimarães Ferri (3) cita no seu trabalho observações de Lofgren, indicando o lençol de água no interior do Estado de São Paulo, quer a 10,13 ou 17 e $\frac{1}{2}$ metros de profundidade. O Autor encontrou também, nos cerrados de Emas, perto de Pirassununga, 16 até 18 metros de profundidade; grandes profundidades são indicadas até no Nordeste do Brasil, onde Waring (15), Crandall (2), Small (10) e Sopper (11,12) estudaram grande quantidade de poços. Muitas vezes tratase de terras derivadas da decomposição de granitos e gneiss: decompostas, estas rochas deixam passar a água que finalmente se represa quando atinge os horizontes ainda não atacados. Tal rocha viva pode ser encontrada já a 5 metros, como na Serra de São Miguel ou só a 35 ou 36 metros, como na região de Feira de Sant'Ana na Baía.

(1) Veja o trecho da Climatologia de Hann, citado pelo Autor (7).

Não contando a água própria do lençol subterrâneo, podemos constatar que só as camadas sobrejacentes de terra podem armazenar grandes quantidades de umidade. Os 16 ou 17 metros de terra que se encontram entre a superfície e o lençol subterrâneo, no caso citado de Emas, contém tanta água quanta corresponde a todas as precipitações somadas de 3 anos na região, se estas pudessem entrar no solo e aí ficar sem perda (comunicação em via de publicação).

Outra questão é se as plantas podem aproveitar este reservatório. Acrescentamos por isso que nossas excavações em Emas trouxeram à tona também raízes de plantas que penetram até mais de 18 metros. Há, portanto, plantas, até em cerrados, que podem usar essa água. A grande profundidade das raízes aliás não é necessária, porque além de 2 ou 3 metros o solo nunca seca e a esta profundidade a maioria das plantas não muito efêmeras pode fazer chegar suas raízes. Até as Gramíneas não se excluem disso; como nos comunicou verbalmente o ilustre colega Jardel Nery, raízes de cana de açúcar foram encontradas por ele até em profundidades de 5,20 metros.

As consequências de tais constatações são evidentes para a possibilidade de cultura em campos cerrados de aparência seca: onde há um lençol subterrâneo de água ao alcance de raízes—não falamos de casos em que a água subterrânea se escoa através de rochas porosas, como arenitos, até profundidades inatingíveis; limitamo-nos a solos relativamente homogêneos—haverá possibilidade de cultura, especialmente de Silvicultura. Em tais lugares, provavelmente, as florestas primitivas se restabeleceriam se fossem impedidas as queimas que, ano por ano, destroem os novos brotos da vegetação.

Devemos porém mencionar mais um assunto de importância cabal: o desenvolvimento dos solos. Convém lembrar aqui que os lugares estudados por nós pertencem a regiões úmidas, quer dizer regiões onde as precipitações trazem mais água do que a que é evaporada. O excesso de água forma as reservas subterrâneas que, aos poucos, escoam para nascentes, riachos, rios e finalmente para o mar. A existência deste excesso de água evidencia-se no Brasil meridional, cujas águas não deixam de correr, nem mesmo em épocas secas. Esta corrente de água das precipitações, que se move continuamente da superfície até o lençol subterrâneo, dissolve no seu caminho muitos sais que arrasta para os rios. Trata-se de um processo de lixiviação que depaupera, aos poucos, os nossos solos. Se os rios com

suas inundações fertilizam os solos, como no caso clássico do Nilo — o mesmo pode ser dito das nossas zonas de inundação como as do Paraíba, em Campos — é preciso confrontar com este ganho de fertilidade as perdas de substâncias férteis dos planaltos de onde vêm todos esses adubos.

Quanto maior a corrente d'água que atravessa os solos, maior será a lixiviação e a depauperação destes. Apresentamos, para terminar, um esquema que nos mostra uma flo-

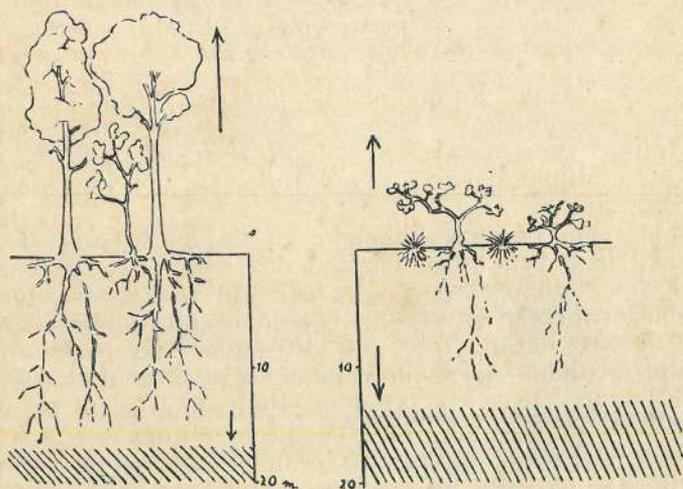


Fig. — 6

resta ao lado de um campo. As flechas para cima indicam a maior evaporação da floresta, à qual se contropõe menor escoamento de água excessiva (flechas para baixo). Evaporação significa: água destilada, escoamento: água carregada com valiosos cations dos minerais. A existência de florestas diminue a influência lastimável da lixiviação; a maior fertilidade de solos recentemente deflorestados explica-se, em boa parte, por isso.

A fertilidade de solos silvestres, entretanto, tem também outras fontes. As raízes profundas tiram substâncias minerais de partes do solo ainda não empobrecidas, substâncias essas que entram nos ramos e nas folhas e que caem anualmente com estas. A decomposição rápida do folheto restitue estas substâncias ao solo, mas desta vez às camadas superficiais, mantendo-se assim uma circulação

viva das substâncias importantes através de todas as camadas. Não vamos expor aqui como lucraram com isso também os animais e os simbioses vegetais que moram na sombra e no solo das florestas, aumentando ainda esta circulação benéfica, com a decomposição do humus e a aeração da terra. O reflorestamento é desejável para a maior área possível do nosso país, não só sob o ponto de vista do aumento das nossas reservas de lenha e madeira e no interesse do combate à erosão e à poeira, mas especialmente pela influência benéfica da floresta sobre a fertilidade do solo.

RESUMO

- Neste ensaio foram salientados os pontos seguintes:
- 1º — A transpiração estomatar das plantas pode atingir valores tão grandes que uma floresta pode evaporar um múltiplo da água evaporada por um lago de igual superfície.
 - 2º — Florestas de rica folhagem tiram mais água do solo do que a vegetação do tipo dos campos cerrados.
 - 3º — Estes últimos, muitas vezes, são formações provocadas artificialmente pelas queimas; no sub-solo encontram-se, então, reservas de água que poderiam ser aproveitadas por uma vegetação mais exuberante.
 - 4º — Em tais casos, a lavagem dos solos será maior no campo do que na floresta. Esta última absorve uma boa parte das águas armazenadas nos solos, diminuindo assim o seu escoamento ulterior e com isso o depauperamento dos solos: muitos sais que no campo seriam levados pelo escoamento, nas florestas sobem para as folhas e com elas finalmente são restituídos às camadas superficiais.

SUMMARY

- In this paper the following points are emphasized:
1. — The stomatar transpiration of plants is able to reach such high values that a forest can evaporate a multiple of the evaporation of a lake with the same area.
 2. — Forests with rich foliage use more water from the soil than the vegetation of the type of "campos cerrados".
 3. — The existence of these last formations is very often caused artificially by fires; in this case water reserves will be found in the soil which could be used by a more exuberant vegetation.

4. — In such cases the field soils will be more washed out than the forest soils. The forest absorbs a great deal of the water reserves in the soil, what diminishes the draining and with it the impoverishment of the soil: many of the salts which would be carried away by draining in the fields, are carried to the leaves in the forests and are later restituted to the superficial layers of the soil by the falling leaves.

BIBLIOGRAFIA

- (1) — Braun, H. T. e Escombe, F. — 1900 — Static diffusion of gases and liquids in relation to the assimilation of carbon and translocation in Plants. — Philos. Transact. of Roy Soc. London, V. 193, pg. 223.
- (2) — Crandall, R. — 1910 — Geografia, Geologia, Suprimento d'água, Transportes e Açudagem. — Publ. n° 4, Serie I.D.E. da Insp. Fed. de Obras contra as Secas. — Min. Viação e Obras Públicas. — Rio de Janeiro.
- (3) — Ferri, M. G. — 1943 — Observações sobre Lagoa Santa. — «Ceres»
- (4) — Iherving, H. V. — 1907 — A distribuição de Campos e Matos no Brasil. Rev. Museu Paulista. V. 7, 125,
- (5) — Moraes Rego, R. F. — 1936 — O Vale do São Francisco. — Rev. Museu Paulista, 20, 491.
- (6) — Ototzki, P. W. — 1905 — O lençol subterrâneo (em russo).
- (7) — Rawitscher, F. — 1942 — Algumas Noções sobre a Transpiração e o balanço d'água de Plantas Brasileiras. — An. Acad. Bras. Cienc., T. XIV, n. 1.
- (8) — Rawitscher, F. e Ferri, M. G. — 1943 — Observações sobre a Metodologia para o Estudo da Transpiração Cuticular em Plantas Brasileiras, especialmente em *Cedrela fissilis*. — Bol. da Fac. Fil. Cienc. e Letras. — Botânica n. 3.
- (9) — Silveira, A. — 1908 — Flora e Serras Mineiras. — Belo Horizonte.

- (10) — Small, H. L. — 1913, 1914 — Geologia e Suprimento d'água subterrânea no Piauí e parte do Ceará. — Publ. 25 e 32, Serie I. D. da Insp. Fed. de Obras contra as Secas. — Min. Viação e Obras Públicas. — Rio.
- (11) — Sopper, R. H. — 1913 — Geologia e Suprimento d'água no Rio Grande do Norte e Parahyba. — Publ. n. 26, Serie I. D. da Insp. Fed. de Obras contra as Secas. — Min. Viação e Obras Públicas. — Rio de Janeiro.
- (12) — Sopper, R. H. — 1914 — Geologia e Suprimento d'água subterrânea em Sergipe e no Nordeste da Baía. — Publ. n. 34, Serie I. D. da Insp. Fed. de Obras contra as Secas. — Min. Viação e Obras Públicas. — Rio.
- (13) — Stalfelt, M. G. — 1932 — Der stomataere Regulator in der pflanzlichen Transpiration. — *Planta*, 17, 32-85.
- (14) — Stocker, O. — 1933 — Transpiration und Wasserhaushalt in verschiedenen Klimazonen. II — Untersuchungen in der ungarischen Alkalisteppe. — *Jahrd. f. wiss Bot.*, Bd. 78, 751.
- (15) — Waring, G. A. — 1912 — Suprimento d'água no Nordeste Brasileiro — Publ. n. 23, Serie I. D. da Insp. Fed. de Obras contra as Secas. — Min. Viação e Obras Públicas. — Rio de Janeiro.

OFICINA MECÂNICA GARAVINI

FUNDIÇÃO DE FERRO E BRONZE
ANTONIO GARAVINI

PONTE NOVA - : - Estado de Minas - : - E. F. L. R. e C. B.

Fabricante de máquinas para lavoura assim como qualquer trabalho referente ao seu ramo de indústria.

Fabrica também afamados despoldadores de café que têm alcançado grande sucesso por todas as zonas onde se acham assentados

PARA MAIORES DETALHES, PEÇAM INFORMAÇÕES DIRETAS