



SHIFT-Projekt ENV-23

Rekultivierung degradiertes, brachliegender
Monokulturflächen in ausgewogene Mischkulturflächen
unter besonderer Berücksichtigung
bodenbiologischer Faktoren

Förderkennzeichen 0339457A

Jahresbericht 1993

EMBRAPA/CPAA - Universität Hamburg

Rekultivierung degradiertes,
1993 RT-2003.00057



7940-1

Problemas ecofisiológicos das culturas perenes
incluídas nos sistemas de consórcio

Vicente H. de F. Moraes

Zusammenfassung:

Ökophysiologische Probleme von Dauerkulturen unter Einschluß von Mischkultur-systemen

*Der Kenntnisstand zur Ökophysiologie der Nutzpflanzen, die auf der SHIFT-Experimentalfäche angebaut werden, verhält sich proportional zu ihrer ökonomischen Bedeutung. So liegen über Cocos, Citrus und den Kautschukbaum detaillierte Informationen vor. Das Grundproblem des Kautschukbaum-Anbaus in Brasilien liegt darin, daß die für die maximale Produktivität des Kautschukbaumes erforderlichen Bedingungen - ganzjährige Feuchte - auch für den Erreger der bedeutendsten Krankheit dieses Baumes, der südamerikanischen Blattfallkrankheit, verursacht durch den Schadpilz *Microcyclus ulei*, günstig sind. Der Anbau in Regionen mit definierter Trockenzeit umgeht dieses Problem, jedoch wird die "Blutung", also der Ausfluß von Latex nach Verletzung des Baumes und damit die Produktivität, durch die Trockenheit vermindert. Durch Selektion von Klonen hoher Produktivität, die an die Trockenperiode angepaßt sind, wäre dieser Mangel zu beheben. In den dauerhaft feuchten Regionen Amazoniens dagegen ist die Forschung darauf ausgerichtet, auf Stämme eines produktiven Klones die Krone eines gegen den Schadpilz resistenten Klones zu okulieren. Dabei wird auch der Einfluß der Okulierung auf die Produktivität des Kautschukbaumes und die Qualität des Latex geprüft.*

Der Anbau von Citrus in tropischen Breiten ist möglich, da aber die Dormanz induzierende tiefere Temperatur und geringere Feuchte fehlen, kommt es nicht wie in subtropischen Regionen zu einer simultanen und üppigen Blüte, sondern Blüten und Früchte finden sich über das ganze Jahr hin an einer Pflanze. Eine Kontrolle der Blütezeit in tropischen Regionen mit definierter Trockenzeit ist durch kontrollierte künstliche Bewässerung möglich. Der Zeitpunkt kann dabei so gewählt werden, daß die Fruchtreife in die folgende Trockenzeit fällt und damit eine bessere Qualität der Früchte erzielt werden kann. Eine weitere Möglichkeit der kontrollierten Blühinduktion besteht in der foliaren Applikation von Harnstoff.

Cocospflanzen sind auf gleichmäßige Feuchte über das ganze Jahr angewiesen. Darüber hinaus darf der Boden keinen zu hohen Tongehalt aufweisen, da in diesem Fall eine gute Durchwurzelung durch die dicken Wurzeln nicht möglich ist. Die Aufnahme von Wasser und Nährstoffen erfolgt dicht hinter der Wurzelhaube. In diesem Zusammenhang wären Untersuchungen zur Bedeutung einer Mykorrhizasymbiose von Interesse.

Cupuaçu ist eine Schattenpflanze, die im Vergleich zum Kakao toleranter gegenüber sauren Böden, hohen Aluminiumgehalten im Boden und geringer Nährstoffverfügbarkeit ist, was für den Anbau dieser Nutzpflanze auf Terra Firme Standorten spricht. Trockenheit beeinträchtigt die Fruchtbildung von *Cupuaçu*. Trockenheit bewirkt bei *Pupunha* den Fruchtfall vornehmlich junger Früchte. *Urucum* ist eine robuste Pflanze mit geringen Ansprüchen. Der hohe Gehalt an Carotinoiden in den Samen von *Urucum* ist bekannt. Sollten die Pflanzen auch in den Blättern hohe Gehalte aufweisen, wäre hiermit ein besserer Schutz vor photooxidativen Prozessen verbunden. Hierzu könnten interessante vergleichende Untersuchungen bei anderen Pflanzenarten angestellt werden.

1 Introdução

Entre as espécies perenes, excetuando-se as florestais, o projeto SHIFT de Manaus inclui seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.), coqueiro (*Cocos nucifera* L.), laranjeira (*Citrus sinensis* Osbeck), urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) e pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.). O nível de conhecimentos sobre a ecofisiologia dessas espécies é proporcional à sua importância econômica atual. Dados derivados de pesquisa com urucuzeiro, pupunheira e cupuaçuzeiro são escassos ou inexistentes, embora da experiência com o seu cultivo e das características ecológicas das áreas de ocorrência natural possam ser derivadas inferências orientadoras.

Quanto ao coqueiro, à laranjeira e à seringueira são encontradas informações detalhadas, respectivamente nas revisões de Murray (1977), Reuther (1977) e Moraes (1977), do livro editado por Alvim e Kozlowski (1977). As influências das relações hídricas sobre a produção de látex da seringueira foram revistas por Buttery e Boatman (1976). Informações mais atualizadas sobre a fisiologia do látex e o efeito dos fatores ambientais sobre produtividade da seringueira são encontradas no livro editado por Auzac et al. (1989).

Este breve ensaio, limita-se à tentativa de formular propostas de temas de ecofisiologia, julgados importantes em relação com a produtividade agrícola das espécies acima mencionadas, na Amazônia. Solos e nutrição de plantas, e também a biologia do solo e a caracterização agro-climática da área do experimento, são abordados em outros capítulos deste relatório, cabendo aqui apenas algumas referências específicas para as espécies agrícolas perenes estudadas.

O texto mais extenso para seringueira reflete não apenas a complexidade do assunto, mas também a experiência do autor com esta cultura.

2 Seringueira

2.1 Relações hídricas

Os problemas de ecofisiologia da seringueira na Amazônia não podem ser dissociados dos graves problemas das enfermidades, particularmente do mal-das-folhas, causado pelo *Microcyclus ulei*. A produtividade máxima do látex é obtida em regiões com plena disponibilidade hídrica durante o ano todo, porém essa é também a condição favorável aos surtos epidêmicos do mal-das-folhas durante a troca anual da folhagem. Devido a esse impedimento, a heveicultura no Brasil expandiu-se nas regiões que contam com um período seco bem definido, incluindo partes da Amazônia com o clima do tipo Aw de Köppen (áreas de escape).

Como contribuição para seleção de clones mais adaptados às áreas de escape e tendo em conta os indícios mostrados por Ferrand (1944), de variabilidade clonal de resistência à seca, foram realizados estudos nesse sentido no Brasil (Rocha Neto 1979, Conceição 1983, Correa et al. 1986). Tais estudos abordaram, essencialmente, a eficiência do uso de água em plantas jovens, estando assim relacionados com a produtividade primária. Outros fatores podem, entretanto, interferir na produtividade de látex de clones com vigor excelente nas condições de áreas de escape.

É conhecida de muito tempo, a importância da disponibilidade hídrica para o escoamento do látex, com efeitos imediatos na sangria, porém reversíveis à curto prazo (Pakianathan et al. 1989). Na Índia, Raghanvedra et al. (1984a) encontraram evidências de alterações da composição das membranas celulares pelo estresse hídrico, com redução dos fosfolípidios neutros, que conferem maior estabilidade às membranas, essencial para a maior eficiência no escoamento e na regeneração (Jacob et al. 1988). Tal fato explica porquê os efeitos de défices hídricos severos estendem-se além do período seco e podem aumentar a ocorrência do secamento do painel, causado provavelmente pela coagulação "in situ" do látex (Chrestin 1984). Os clones com menor redução de produção na estação seca mantêm maior potencial osmótico no soro C (Raghavendra 1984b).

Para o propósito da seleção de clones melhor adaptados às áreas de escape há, portanto, necessidade de estudar não apenas as características das plantas ligadas à eficiência do uso da água, mas também parâmetros fisiológicos relacionados com o escoamento e a regeneração do látex e determinar a validade desses estudos em plantas jovens, possibilitando a seleção precoce.

Nas áreas amazônicas sempre úmidas, a pesquisa concentra-se agora na enxertia de copa com clones resistentes à doenças, entre os quais destacam-se os clones de *H. pauciflora*. Um melhor conhecimento do comportamento hídrico dos clones de *H. pauciflora*, cuja área de ocorrência natural caracteriza-se por elevada pluviometria durante todo o ano, será importante para melhor compreensão das relações copa x tronco e produtividade de látex.

2.2 Fotossíntese e partição de assimilados

Samsudin & Impens (1978) demonstraram que, em alguns clones de *H. brasiliensis*, as diferenças entre as taxas fotossintéticas estão relacionadas com a resistência à difusão de CO₂ do mesófilo somada à dos sítios de carboxilação. Ceulemans et al. (1984) determinaram as curvas de resposta da fotossíntese líquida à diferentes intensidades de radiação fotossinteticamente ativa em 20 clones de *H. brasiliensis* e 6 outras espécies de *Hevea*, tendo *H. pauciflora* apresentado valores intermediários de ponto de compensação luminosa, rendimento quântico e taxa máxima de fixação de CO₂.

Na Amazônia, tem-se constatado em certos casos proliferação excessiva de microorganismos endógenos na seringueira, conduzindo eventualmente ao definhamento das plantas (Junqueira et al. 1987). Tal fato deverá ser considerado em estudos de fotossíntese, pelas implicações que pode ter na respiração e na estrutura das células.

Informações mais abrangentes são fornecidas pelas análises de crescimento feitas por Templeton (1968, 1969 a,b), em que são demonstradas grandes diferenças entre clones, de *H. brasiliensis* quanto à produtividade primária e à partição de assimilados para produção de borracha, com forte correlação positiva entre produtividade e partição. Entretanto, os clones com maior incremento anual de peso seco corresponderam aos de menor coeficiente de partição. As combinações teóricas favoráveis desses dois índices indicaram a possibilidade de atingir 6 toneladas de borracha seca/hectare/ano.

Na enxertia de copa, é considerada a hipótese de que o coeficiente de partição é uma característica mais associada ao painel e que o uso de copas de alta capacidade fotossintética pode conduzir à obtenção de seringueiras com taxas elevadas de assimilação de matéria seca, associadas a altos coeficiente de partição. Essa é a tarefa principal da pesquisa em andamento no CPAA, que utiliza como ferramentas importantes os parâmetros fisiológicos do látex. É necessário incluir nessas pesquisas, considerando-se o pouco conhecimento sobre nutrição mineral de *H. pauciflora*, o estudo dos efeitos das condições do solo e de nutrição mineral, principalmente sobre o escoamento do látex, com base no efeito negativo dos cations divalentes, em especial

o magnésio, sobre a estabilidade do latex (Auzac 1960, Lowe 1962, Collier & Lowe 1969, Woo 1973). *H. brasiliensis* é reconhecidamente uma espécie tolerante à acidez de solo e à toxicidade de alumínio. Por outro, lado o acúmulo de drusas de oxalato de cálcio (metabolicamente inativo), no floema do caule e nas folhas, mesmo em plantas crescendo em solos com baixo teor de cálcio, mostra que *H. brasiliensis* desenvolveu alta capacidade de absorção de cálcio. Falta verificar se as outras espécies de *Hevea* também acumulam drusas de oxalato de cálcio.

Ainda com respeito às copas de *H. pauciflora*, deve-se considerar o maior Índice de Área Foliar e o caráter perenifólio dessa espécie nas condições da Amazônia sempre úmida, além da possibilidade de selecionar clones de maior eficiência fotossintética.

2.3 Fenologia

H. brasiliensis, *H. benthamiana* e *H. microphylla* são espécies nitidamente caducifolias. De acordo com Populer (1972), em *H. brasiliensis* a senescência e a abscisão foliar são influenciadas pela ação conjugada do fotoperíodo e do estresse hídrico. Em áreas de maior latitude, em que o período seco corresponde a dias mais curtos, a "hibernação" tende a ser compacta, sendo lenta e gradual em condições opostas.

A fisiologia da senescência e a abscisão foliar em *H. brasiliensis* foram estudadas por Chua (1970). Embora *H. pauciflora* tenha hábito não decíduo, tem-se observado completo desfolhamento em Manaus, em anos com estação seca mais pronunciada, em plantas não adubadas. O estudo comparativo da senescência e da abscisão foliar de *H. pauciflora* e *H. brasiliensis* poderá trazer importantes contribuições, envolvendo também a fisiologia da floração.

3. Laranjeira

3.1. Floração e frutificação

Nas regiões tropicais próximas ao equador, a temperatura e a disponibilidade de água estão dentro da faixa favorável ao crescimento vegetativo vigoroso durante todo o ano, para a maioria das espécies de *Citrus*, desde que satisfeitas as necessidades de nutrição mineral. Falta, entretanto, o período de dormência induzido por temperaturas mais baixas e/ou deficiência hídrica, que provoca a floração abundante e simultânea dos *Citrus* nas regiões sub-tropicais. Desse modo, a floração de laranjeira nos trópicos com

chuvas bem distribuídas é gradual, sendo comum a ocorrência simultânea de frutos maduros e verdes e flores em uma mesma planta.

De acordo com Reuther (1975), nas regiões tropicais com período seco bem definido, seria possível controlar a época de floração com irrigação, fazendo coincidir a maturação dos frutos com o período seco do ano seguinte, a fim de melhorar a sua qualidade.

Por outro lado, a demonstração do efeito de aplicação foliar de uréia, via síntese de poliaminas, para induzir floração em plantas com baixo déficit hídrico (Lovatt, 1992), pode abrir margem para o controle de floração sob condições de chuvas bem distribuídas.

4 Coqueiro: relações hídricas

As exigências para crescimento e floração de coqueiro são semelhantes às de dendezeiro, necessitando de ampla disponibilidade hídrica durante todo o ano (Murray 1975). As raízes de coqueiro têm cerca de 4mm de diâmetro, dificultando sua penetração em solos com alto teor de argila. A absorção de água e nutrientes ocorre na faixa logo após a coifa, já que as raízes não dispõem de pêlos absorventes (Murray 1975). A associação com micorrizas reveste-se, assim, de importância e deveria ser melhor estudada.

5 Cupuaçuzeiro

5.1 Tolerância ao sombreamento

O cupuaçuzeiro tem, provavelmente, o mesmo grau de tolerância à sombra do cacaueiro, sendo necessário o sombreamento para o melhor crescimento das plantas jovens. Não foram ainda feitos estudos para definir o melhor manejo de cultura a respeito do sombreamento, sobretudo visando a participação do cupuaçuzeiro em sistema de policultivo. Comparado ao cacaueiro, o cupuaçuzeiro é menos exigente quanto à disponibilidade de nutrientes minerais, acidez do solo e toxicidade de alumínio, o que pode indicar um menor custo de adubação para cultivo de plantas adultas à pleno sol, do que no caso do cacaueiro.

5.2 Relações hídricas

À julgar pelas áreas de ocorrência natural e pelo comportamento em cultivo, é provável que as exigências hídricas do cupuaçuzeiro também sejam semelhantes às do cacauzeiro. Perdas importantes de frutos podem ocorrer quando, imediatamente após períodos de stresse hídrico, ocorrem chuvas pesadas, causando rachaduras na casca dos frutos, após a rehidratação. Há menor produção de frutos nos anos com estação seca mais pronunciada.

6 Pupunheira: relações hídricas

A queda de frutos jovens associada à curtos períodos secos durante a estação normalmente chuvosa, é uma indicação de que a produção de frutos é afetada por estresses hídricos pouco severos. É assim provável que as observações feitas para o coqueiro sejam também válidas para a pupunheira.

7. Urucuzeiro

Trata-se de espécie rústica, que cresce e produz razoavelmente sob as condições de manejo dos pequenos agricultores, sem aplicação de fertilizantes. O acúmulo de carotenoides nas sementes leva à conjecturar quanto ao papel de um provável nível também alto de carotenoides nas folhas, proporcionando maior proteção contra fotooxidação sob alta intensidade luminosa (Demmig et al. 1988, 1992), sendo talvez interessante um estudo comparativo entre o urucuzeiro e outras espécies.

8 Referências bibliográficas

- ALVIM, P. de T. & KOZLOWSKI, T.T. (eds.) 1977. Ecophysiology of Tropical Crops. New York: Acme Press, 509pp.
- AUZAC, J. d'; JACOB, J.L. & CHRESTIN, H. 1989. Physiology of the rubber tree latex: The laticiferous cell and latex - A model of cytoplasm. Boca Raton. Florida. CRC Press, 470pp.
- AUZAC, J. d' 1960. Sur la signification du rapport Mg/P des latex frais vis-a-vis de leur stabilité. Opuscule Technique IRCV 40/60 (20pp).
- BUTTERY, B.R. & BOATMAN, S.G. 1976. Water deficits and flow of latex. In: Kozlowski, T.T. (ed.) Water deficits and plant growth (vol. IV. Capitulo 6). Acme Press. N.Y., 233-288.
- CEULEMANS, R.; GABRIELS, R.; IMPENS, I.; YOON, P.K.; LEONG, W. & NG, A.P. 1984. Comparative study of photosynthesis in several *H. brasiliensis* clones and *Hevea* species under tropical field conditions. Trop. Agric. 61(4), 272-285.
- CHRESTIN, H. 1984. Biochemical basis of bark dryness. In. Colloque Exploitation. Physiologie et Amelioration de l'*Hevea*. Montpellier: Comptes Rendus, IRRDB/IRCA. 273-296.
- CHUA, S.E. 1970. Physiology of foliar senescence and abscission in *Hevea brasiliensis*. Rubber Res. Inst. Malaysia. Arch. Doc. 63, 221pp.
- COLLIER, H.M. & LOWE, J.S. 1969. Effect of fertilizer application on latex properties. J. Rubb. Res. Inst. Malaysia. 21(2), 181-191.
- CONCEIÇÃO, H.E.O. 1983. Avaliação fisiológica de clones de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) submetidos a diversos regimes hídricos. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, Brasil: Tese de Mestrato (78pp).
- CORREA, A.F.F. RANZANI, G. & FERREIRA, L.E.R. 1986/87. Relações entre o deficit hídrico e alguns processos fisiológicos e bioquímicos em quatro clones de seringueira. Acta. Amaz. 16/17 (único), 3-12.

- DEMMIG, B.; WINTER, K.; KINGER, A. & CZYZAN, F.C. 1988. Zeaxanthin and the heat dissipation of excess light energy in *Nerium oleander* exposed to a combination of high light and water stress. *Plant Physiol.* 87(1), 17-24.
- DEMMIG, B. & ADAMS, W.W. III. 1992. Photoprotection and other responses of plants to high light stress. *Ann. Rev. Plant. Physiol. Mol. Biol.* 43, 599-620.
- FERRAND, M. 1944. *Phytotechnie de l'Hevea brasiliensis*. Biblioteque Agronomique Belge, Paris, Gembloux (435pp).
- JACOB, J.L.; SERRES, E.; PRÉVÔT, J.C.; LACROTTE, R.V.; VIDAL, A.; ESCHBACH, J.M.; AUZAC, J. d'. 1988. Mise au point du diagnostic latex chez l'hévéa. *Agritrop.* 12(2), 115pp.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; MORAES, V.H.F.; ROBBS, C.F.; TRINDADE, D.R.; RODRIGUES NETO, J. & REBELLO, A.P. 1986. Observações preliminares sobre o "declínio" da seringueira. Manaus. EMBRAPA/CNPSD. Pesquisa em Andamento 44 (5pp).
- LOVATT, C.L.; SAGEE, O.; ALI, A.G.; ZHENG, Y. & PROTACIO, C.M. 1992. Influência do nitrogênio, carboidratos e reguladores de crescimento de plantas no florescimento, frutificação e produção de frutos. In: Seminário Internacional de Citros. 2º Fisiologia (Bebedouro, São Paulo). Anais. Fundação Cargill, Campinas, São Paulo. 27-42.
- LOWE, J.S. 1962. Effect of magnesium on latex quality *Trans. Instn. Rubber Ind.* 38(5), 208-213.
- MORAES, V.H.F. 1977. Rubber. In: ALVIM P. de T. & KOYLOWSKI, T.T. (eds.) *Ecophysiology of Tropical Crops*. New York: Acne Press, 315-331.
- MURRAY, D.B. 1977. Coconut palm. In: ALVIM, P. de T. & KOZLOWSKI, T.T.(eds) *Ecophysiology of Tropical Crops*. New York: Acne. Press, 384-407.
- PAKIANATHAN, S.W.; HARRIDAS, G. & AUZAC, J. d'; JACOB, J.L. & CHRESTIN, H. (eds.) 1989. *Physiology of the rubber tree latex*. Boca Ratoon. Florida. CRC press. Capitulo 4. II., p. 233-256. 1989.

POPULER, C. 1972. Les epidemies de l'oidium de l'hévea et la phenologie de son hôte dans le monde. INEAC. Ser. Scient. 115 (480 pp).

RAGHAVENDRA, A.S.; GURURAJA RÃO G. & SETHURAJ, M.R. 1984. Lipid composition of lutoid membranes in relation to plugging of tapping cut in rubber trees. Ninth. Ann. Symp. on Functions of Membrane Research in Agriculture. Beltsville, 1984 (Beltsville Agric. Res. Center).

RAGHAVENDRA, A.S.; SULOCHANAMA, S.; GURURAJA, RAO, G.; MATHEW, S.; SATHEESAN, K.V. & SETHURAJ, M.R. 1984. Le modèle de l'écoulement du latex en relation avec des variations clonales de "plugging" et la tolerance a la sécherresse. Colloque. Exploitation-Physiologie de l'Hevea Montpellier, 1984. Comptes Rendus. IRRDB/IRCA, 205-226.

REUTHER, W. 1977. Citrus. In: ALVIM, P. de T. & KOZLOWSKI, T.T. (eds.) Ecophysiology of Tropical Crops. Acne. Press. p.409-438. 1977.

ROCHA NETO, O.G. 1979. Eficiência no uso de água em plantas jovens de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) submetidas a deficit hídrico. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. Brasil. Tese de Mestrado (36pp).

SAMSUDDIN, Z. & IMPENS, I. 1978. Water vapour and carbon dioxide diffusion resistances of four *Hevea brasiliensis* clonal seedlings. Expl. Agric. 14, 173-177.

TEMPLETON, J.K. 1968. Growth studies of *Hevea brasiliensis* I. Growth analysis up to seven years after budgrafting. J. Rubb. Res. Inst. Malaysia 20(3), 136-146.

TEMPLETON, J.K. 1969. Where lies the yield summit for *Hevea*. Plant. Bull. Rubb. Res. Inst. Malaysia 104, 220-226.

TEMPLETON, J.K. 1969. Partition of assimilates. J. Rubb. Res. Inst. Malaysia 21(1), 259-263.

WOO, C.H. 1973. Rubber coagulation of *Hevea brasiliensis* latex. J. Rubb. Res. Inst. Malaysia 23(5), 323-331.