



Capítulo 2

Aspectos Climáticos da Heveicultura no Brasil

Tatiana Deane de Abreu Sá¹

Introdução

A seringueira, pela natureza de sua exploração, é uma cultura que tem, nas diversas fases de seu ciclo, estreita dependência de variáveis do ambiente físico, em particular as climáticas.

Ao longo do processo de domesticação e cultivo, estudos direcionados a avaliar a relação entre variáveis climáticas e o seu comportamento têm levado, sucessivamente, à definição de classes de aptidão climática ao seu cultivo. Esses estudos têm evoluído em consonância com os avanços no conhecimento da natureza das respostas de espécies do gênero *Hevea* aos diferentes ambientes a que estão expostas.

A expressiva expansão da heveicultura no Brasil em áreas climáticas significativamente diferentes daquelas dominantes nas regiões tradicionais de cultivo vem exigindo revisões periódicas das recomendações técnicas para o seu cultivo nas diversas fases.

Sob esse enfoque, torna-se necessário adequar o uso de fertilizantes e corretivos às condições climáticas das diversas regiões

¹ Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66095-100 Belém, PA.
E-mail: tatiana@cpatu.embrapa.br

heveícolas do país. Isso é particularmente necessário por contribuir, por um lado, para a racionalização do seu uso, diminuindo os custos das operações, e, por outro, por contribuir efetivamente na prevenção ou na redução de estresses impostos à planta por variáveis climáticas.

Este trabalho apresenta informações sobre as condições climáticas nas áreas de cultivo da seringueira no Brasil, sua relação com o crescimento e a produção de látex, bem como sobre a inter-relação entre variáveis climáticas e o uso de fertilizantes, com vista a subsidiar os que se interessarem por estudos nesse ramo de pesquisa ainda pouco explorado.

Características Climáticas da Área de Dispersão Natural

Onze espécies do gênero *Hevea*, produtoras de látex, encontram-se em estado nativo, em extensa área da Região Amazônica (Gonçalves et al., 1991), submetida a condições climáticas descritas por Bastos & Diniz (1975). A temperatura média do ar é elevada ao longo do ano, com valores médios mensais entre 24,0°C e 27,9°C, enquanto os valores médios anuais das temperaturas máximas e mínimas variam, respectivamente, entre 29,8°C e 34,0°C e entre 18,4°C e 24,7°C. A umidade relativa do ar é também elevada durante a maior parte do ano, com valores médios entre 70% e 91%. O vento é predominantemente fraco a moderado, com pouca variação em intensidade ao longo do ano (Bastos et al., 1986). O regime pluvial é caracterizado por grande variação espacial, exibindo alturas anuais de chuva entre 1.500 mm e 3.700 mm. A distribuição mensal é também irregular, existindo áreas onde o volume de água é bem distribuído pelos meses, enquanto, em outras, podem ocorrer períodos de até sete meses com totais pluviométricos reduzidos ou nulos. A disponibilidade de radiação solar varia ao longo do ano, principalmente conforme a distribuição da nebulosidade, ocorrendo valores médios anuais de radiação solar global entre 14,6 MJ.m⁻².dia⁻¹ e 18,8 MJ.m⁻².dia⁻¹, e valores médios mensais entre 12,6 MJ.m⁻².dia⁻¹ e 22,0 MJ.m⁻².dia⁻¹ (Bastos et al., 1986). Essas condições gerais mostram que o balanço hídrico, com 300 mm de retenção de água no solo (RH = 300 mm), apresenta totais anuais

de excedente hídrico entre 280 mm e 2.250 mm e de déficit hídrico entre 0 mm e 300 mm (concentrado em períodos de até sete meses). Observa-se, contudo, que a maioria das áreas de ocorrência fica submetida a excedentes hídricos anuais superiores a 600 mm e a déficits hídricos anuais inferiores a 200 mm.

Condições Climáticas das Áreas Tradicionais de Cultivo no Brasil

As primeiras iniciativas de cultivo da seringueira no Brasil e no exterior buscaram áreas com condições climáticas semelhantes às que predominam na área de dispersão natural do gênero *Hevea* (Dean, 1989). Assim, até o final dos anos 60, a quase totalidade da produção nacional de seringueiras de cultivo no Brasil provinha de áreas submetidas a condições de clima quente, variando de superúmido a úmido.

Nessas condições, além das áreas de cultivo da Amazônia, com clima praticamente igual ao das áreas de dispersão natural do gênero *Hevea*, incluem-se alguns núcleos de plantações em outras regiões, notadamente no sudeste da Bahia, no Espírito Santo e nas proximidades do litoral de São Paulo (Souza et al., 1986; Cortez, 1986; Bernardes et al., 1990b).

As principais diferenças quanto às variáveis climáticas encontradas nessas regiões, se comparadas às condições das áreas pioneiras da Amazônia, dizem respeito principalmente à temperatura, seguida de umidade do ar e vento. Quanto à temperatura do ar, principalmente no Espírito Santo e em São Paulo (Zangrande et al., 1978; Feitoza et al., 1979a; 1979b; 1980; Almeida et al., 1987; Ortolani, 1987; Nascimento & Pereira, 1988), observa-se maior definição sazonal e valores médios anuais menos elevados.

A temperatura média anual situa-se entre 21,7°C e 24,5°C, com valores mensais entre 18,0°C e 26,0°C. A temperatura máxima apresenta médias anuais entre 25,7°C e 28,5°C e valores médios mensais entre 22,5°C e 30,8°C. A temperatura mínima apresenta médias anuais da ordem de 17,8°C a 20,8°C, oscilando durante os meses entre 13,4°C e 22,5°C (Diniz et al., 1986; Nascimento & Pereira, 1988).

O padrão sazonal da velocidade do vento nessas áreas extra-amazônicas também mostra diferenças em relação ao encontrado nas áreas da Amazônia. Ocorrem, em alguns períodos do ano, ventos ligeiramente mais intensos, em especial nas áreas do Estado de São Paulo (Ortolani, 1986).

A principal restrição climática à heveicultura nas regiões tradicionais, amazônicas ou não, é ser o ambiente propício à ocorrência de doenças. Em especial, pode ser citado o mal-das-folhas, ocasionado pelo fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn.) von Arx (Chee & Holliday, 1986), que exige, para o seu desenvolvimento, condições de elevada temperatura e umidade do ar (Camargo et al., 1967). Essa situação restringe a utilização de clones de alta produção, especialmente os "orientais", que são normalmente susceptíveis ao *Microcyclus ulei*.

Condições Climáticas das Áreas de Escape da Amazônia

Algumas observações isoladas, em especial ao longo da década de 70, na Amazônia Legal, evidenciaram áreas onde as condições climáticas ou microclimáticas limitam a incidência do mal-das-folhas, sendo então denominadas de áreas de escape. Destacam-se aí duas situações diversas: áreas às margens de rios largos e áreas submetidas a período seco definido.

Quanto à primeira situação, foi observado que, às proximidades de rios largos da Amazônia, a incidência do mal-das-folhas em seringais era nula ou reduzida, em comparação à verificada nos mesmos clones, em áreas distantes desses rios (Gonçalves et al., 1972). Isso era resultado da ocorrência de padrões de umidade do ar menos favoráveis ao ciclo do *Microcyclus ulei*, à medida que se aproxima das margens desses rios, sendo a intensidade desse fenômeno diretamente proporcional à largura dessas massas de água (Bastos & Diniz, 1980).

A outra situação refere-se a áreas submetidas a períodos de seca pronunciada, concentrados em pelo menos quatro meses, englobando a fase de queda e a renovação foliar. As iniciativas de estudo nessa linha intensificaram-se após a constatação da não-incidência do

mal-das-folhas em seringal implantado em Açailândia, Maranhão (Pinheiro et al., 1982).

A partir dessas informações, foi sugerida a implantação de seringais no trópico úmido brasileiro, em áreas tidas como de escape ao ataque do *Microcyclus ulei* sob a forma epidêmica. Essas áreas são caracterizadas pela ocorrência de déficit hídrico anual entre 200 mm e 350 mm, distribuído em períodos de quatro a seis meses, concentrando-se, a queda das folhas, nos três meses intermediários desse período (Reunião..., 1979).

Como consequência dessa indicação, foram implantados alguns projetos heveícolas no sul do Pará, em especial na região do Alto Moju, no norte de Mato Grosso (Pinheiro, 1995), no Estado do Rio de Janeiro e na Região Nordeste (em todos os Estados, com exceção do Ceará).

A experiência nessas regiões tem demonstrado que elas exibem bom potencial para se tornarem fronteiras de expansão da heveicultura no Brasil. Mas, mesmo que elas ofereçam condições desfavoráveis à ocorrência de *Microcyclus ulei* em caráter epidêmico, observam-se aí outros problemas de ordem fitossanitária que têm sido amenizados com a adoção de técnicas adequadas (Pinheiro, 1995).

Condições Climáticas das Novas Fronteiras Heveícolas Brasileiras

A partir dos anos 80, o plantio de seringueira no Brasil vem se expandindo, notadamente nas áreas submetidas a condições climáticas contrastantes com as das regiões tradicionais dessa cultura. Essas iniciativas se localizam, em especial, nos Estados de São Paulo (Cortez, 1986; Bermond, 1989), Minas Gerais (Ortolani, 1985; Soares et al., 1989), Paraná (Embrater, 1989) e Mato Grosso (na região sudoeste, nos municípios de Rondonópolis, D. Aquino e Tiquira, e ao norte, nos municípios de São José do Rio Claro, Camaraua e Santa Terezinha), conforme informação pessoal de Pinheiro.*

* Informação pessoal do pesquisador Eurico Pinheiro, da Embrapa Amazônia Oriental – Belém, PA.

Em São Paulo, a heveicultura tem avançado em diversas áreas distantes do litoral, incluindo regiões como a do Planalto Paulista: São José do Rio Preto, Bauru, Ribeirão Preto, Presidente Prudente e Araçatuba (Cortez, 1986; Bermond, 1989).

As condições climáticas nessas áreas são caracterizadas por (Pinto, 1973; Ortolani, 1986; Nascimento & Pereira, 1988): temperaturas médias do ar com valores médios anuais entre 19,4°C e 22,4°C, e valores médios mensais entre 15,3°C e 24,8°C; temperaturas máximas com valores médios anuais entre 27,3°C e 28,9°C, valores médios mensais entre 23,8°C e 30,2°C, e temperaturas mínimas apresentando valores médios anuais entre 14,7°C e 16,6°C, e valores médios mensais entre 9,8°C e 19,6°C; a umidade relativa do ar média anual entre 70% e 77%, e valores médios mensais entre 59% e 80%. A velocidade do vento mostra-se de moderada a forte, em alguns meses do ano, principalmente em áreas de maiores altitudes, onde são registradas velocidades médias superiores a 3,0 m.s⁻¹, de julho a dezembro. O total anual de chuva alcança valores médios entre 1.200 mm e 1.600 mm, exibindo totais mensais menos elevados, especialmente de junho a setembro. O regime de radiação solar caracteriza-se por valores médios anuais de radiação solar global entre 18,5 MJ.m⁻².dia⁻¹ e 20,0 MJ.m⁻².dia⁻¹, e valores médios mensais entre 13,0 MJ.m⁻².dia⁻¹ e 24,0 MJ.m⁻².dia⁻¹ (Pedro Júnior et al., 1989). O resultado do balanço hídrico (RH = 300 mm) evidencia totais anuais de deficiência hídrica entre 0 mm e 80 mm, concentrados, principalmente, nos meses de julho a setembro.

Em Minas Gerais, segundo Ortolani (1985) e Mota & Agendes (1986), os plantios de seringueira estão sendo feitos em áreas submetidas às seguintes condições climáticas: temperatura média anual entre 19,3°C e 23,2°C, e médias mensais entre 15,4°C e 25,7°C, temperaturas máximas com valores médios anuais entre 26,7°C e 30,6°C, e médias mensais entre 23,7°C e 32,4°C, e temperaturas mínimas que exibem valores médios anuais entre 14,0°C e 17,4°C, e valores médios mensais entre 9,8°C e 20,8°C. A umidade do ar média anual é de 71% e 80%, com médias mensais oscilando entre 55% e 83%. O regime pluvial evidencia alturas anuais de chuva entre 1.150 mm e 2.850 mm,

sendo esse valor, na maioria das localidades, inferior a 1.500 mm. A média anual de radiação solar global, segundo Nunes et al. (1978), é da ordem de $16,5 \text{ J.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, enquanto os valores médios mensais oscilam entre $12,5 \text{ J.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e $20,0 \text{ J.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. A deficiência hídrica anual (RH = 300 mm) situa-se entre 25 mm e 190 mm, sendo, na maioria das áreas, inferior a 60 mm, estando concentrada nos meses de maio a setembro, conforme o balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (1955).

No Paraná, segundo o Iapar (1978), a heveicultura está avançando nas regiões norte (Bela Vista do Paraíso) e noroeste (Paranavaí), onde as condições climáticas apresentam as seguintes características: temperaturas médias anuais entre $21,2^{\circ}\text{C}$ e $22,0^{\circ}\text{C}$, e valores médios mensais entre $17,4^{\circ}\text{C}$ e $25,1^{\circ}\text{C}$, temperaturas máximas médias anuais entre $26,8^{\circ}\text{C}$ e $28,3^{\circ}\text{C}$, variando ao longo do ano entre $22,7^{\circ}\text{C}$ e $31,3^{\circ}\text{C}$, e temperaturas mínimas médias anuais entre $16,8^{\circ}\text{C}$ e $17,5^{\circ}\text{C}$, com valores médios mensais entre $13,0^{\circ}\text{C}$ e $20,8^{\circ}\text{C}$. A umidade relativa do ar média anual situa-se em torno de 70%, enquanto os valores médios mensais oscilam entre 61% e 75%. Os totais anuais de chuva variam entre 1.400 mm e 1.600 mm, sendo julho e agosto os meses menos chuvosos, ocasião em que os totais mensais não chegam a ser muito baixos, atingindo cerca de 60 mm. A radiação solar global média anual é de cerca de $16,5 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, e os valores médios mensais alcançam valores entre $10,5 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ e $23,0 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ (Nunes et al., 1978). O cálculo do balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather (1955) (RH = 300 mm) evidencia a não-ocorrência de déficits hídricos nessa região.

Nessas áreas não ocorrem limitações climáticas como as existentes nas áreas tradicionais de cultivo. Em algumas situações, contudo, outros aspectos climáticos repercutem negativamente em certas fases de desenvolvimento da seringueira, exigindo a adequação dos sistemas de produção a essa realidade. Nesse caso, enquadram-se problemas relativos à ocorrência de ventos de elevada intensidade, granizo, geadas, amplitudes térmicas diárias elevadas e baixas temperaturas (Ortolani, 1986; Gonçalves et al., 1991; Sá & Pinto, 1991; Pinheiro, 1995).

Fatores Climáticos Condicionantes do Crescimento e da Produção da Seringueira

Com o recente avanço dos limites de cultivo da seringueira para regiões climaticamente divergentes das áreas de cultivo tradicional, vários conceitos sobre a relação entre variáveis climáticas e desempenho dessa cultura, em suas diferentes fases de desenvolvimento, vêm sendo revistos e alterados.

Precipitação pluvial e disponibilidade hídrica

Uma vez que em regiões tropicais a chuva constitui praticamente a única fonte de suprimento de água às plantas, a sua distribuição, ao longo do ano, tem estreita relação com o calendário de atividades heveícolas (Watson, 1989; Saseedran et al., 1991).

O plantio da seringueira deve ser feito em períodos de maior garantia de disponibilidade de água no solo. Na seleção desses períodos, deve ser levado também em consideração o material de propagação utilizado (toco, raiz nua ou sacola de plástico) e clone (Saseedran et al., 1991).

A adubação deve ser programada para períodos de boa disponibilidade hídrica, evitando, contudo, chuvas intensas que propiciem a lixiviação.

O crescimento radial da seringueira, antes e durante sua fase produtiva, guarda estreita relação com as condições hídricas, variando em intensidade, conforme o grau de tolerância do clone ao estresse hídrico (Ninane, 1967; Haridas, 1980; Sethuraj, 1986; Conceição, 1986; Compagnon, 1986).

A ocorrência de períodos prolongados de chuvas intensas, em especial em situações em que o solo apresenta textura muito argilosa, pode também ocasionar condições de encharcamento, que acarretam sintomas de estresse gasoso, levando, em casos de permanência prolongada, até à morte da planta (Sena Gomes & Kozlowski, 1988; Watson, 1989).

Na fase de exploração, a disponibilidade de água para a planta exerce influência marcante na produção de látex, seja no fluxo após a sangria, seja na regeneração do látex entre duas sangrias (Devakumar et al., 1988; Jacob et al., 1988a; 1988b; Watson, 1989; Rao et al., 1990; Sá, 1991a; 1991b).

O padrão de ocorrência da chuva ao longo do ano ou durante o dia tem também estreita relação com a produtividade da seringueira. A sangria deve ser programada para horários em que exista menor risco de ocorrência de chuva, para evitar a perda ou a redução da qualidade do látex colhido (Watson, 1989). Deve-se procurar coincidi-la também com o período do dia em que o tronco apresente maior turgescência, favorecendo, assim, o fluxo de látex (Buttery & Boatman, 1964; Pakianathan et al., 1988; Bernardes et al., 1990a; Sá, 1991a; 1991b).

A concentração da estação chuvosa com o período de ocorrência da queda e da renovação foliar, característica da seringueira adulta, é decisivo ao estado sanitário da plantação. Em áreas em que a renovação foliar coincide com a estação seca, o novo dossel foliar não é prejudicado por doenças; mas quando a renovação acontece em períodos de chuvas intermitentes e de elevada umidade do ar, há favorecimento ao desenvolvimento de *Oidium*, *Phytophthora*, *Colletotrichum microcyclus* (Watson, 1989), bem como de *Thanatephorus*.

A ocorrência de doenças de painel em seringueiras mostra-se também associada à distribuição de chuva (Furtado & Silveira, 1990).

Temperatura

Pela sua origem amazônica, acreditou-se, a princípio, que a seringueira não apresentasse desempenho satisfatório em regiões submetidas a temperaturas relativamente baixas nos meses do inverno. Contudo, a experiência acumulada em outros países, como China (Zong Dao & Xuegin, 1983; Hua-Son, 1983; Jiang, 1988), Camboja e Vietnã (Compagnon, 1986), e nas novas fronteiras heveícolas nacionais (Ortolani, 1986; 1987), vem demonstrando a viabilidade dessa cultura sob tais condições, desde que sejam utilizados clones tolerantes e práticas adequadas de cultivo.

Estudos voltados à avaliação da tolerância da seringueira a condições de sub-resfriamento e congelamento têm evidenciado que essa espécie é mais tolerante que outras cultivadas no Brasil, como o café e a cana-de-açúcar (Lemos Filho et al., 1991), e que há variação clonal quanto à resistência ao frio (Ruiyan & Zhenfei, 1986; Ortolani, 1991).

Lemos Filho (1991) determinou, como temperatura mínima para a emissão de lançamentos foliares em seringueiras dos clones RRIM-600 e GT 1, valores em torno de 16,0°C.

Há, contudo, evidências de efeitos adversos de baixas temperaturas sobre o cultivo da seringueira, em suas várias fases.

Rocha Neto (1990), avaliando o comportamento de mudas de seringueira submetidas a diferentes tratamentos de adubação, no Planalto Paulista, observou o efeito prejudicial de baixas temperaturas sobre a síntese de clorofila e o crescimento das plantas. Soares et al. (1989) relatam também crescimento reduzido de mudas durante o inverno, em Lavras, MG.

Sá (1991a; 1991b) apresenta evidências do efeito de baixas temperaturas sobre variáveis fisiológicas relacionadas à duração do fluxo de látex após a sangria e à regeneração do látex entre duas sangrias, nas condições do Estado de São Paulo.

Temperaturas relativamente baixas aumentam a disponibilidade de água e o fluxo de látex pela redução da transpiração, estabelecendo, assim, relações negativas entre temperatura e produção, em condições em que a água não chega a ser limitante (Jacob et al., 1988b).

O limite de temperatura que paralisa o crescimento da seringueira, de acordo com Zong Dao & Xuegin (1983), é de 10,0°C.

Ortolani (1986; 1987) relata diversos danos observados em seringueiras em viveiro e em plantio definitivo (em fase inicial e em fase de exploração), quando submetidas a baixas temperaturas. Destacam-se: lesões nos primórdios foliares, incluindo a parte superior dos caulículos, de plântulas com 10 a 12 cm de altura, sob temperatura de 6,0°C, lesões generalizadas em plântulas sob temperaturas entre 8,0°C e 10,0°C, sob advecção constante, bem como danos totais em enxertos, com tecidos novos, e até morte do porta-enxerto em viveiros submetidos a temperaturas de 0°C a -2°C, além de danos como ruptura e

rompimento de vasos laticíferos em painéis de sangria, sob condições de temperaturas entre 8,0°C e 13,0°C, por mais de três dias. A ocorrência de amplitudes térmicas diárias elevadas, como acontece durante parte do ano em algumas áreas produtoras de Mato Grosso (Ortolani, 1987) e de São Paulo, condicionando alterações também consideráveis da temperatura no painel de sangria (Sá & Pinto, 1991), mostra-se propícia também a podridões dos tecidos da casca, à exsudação do látex e à infecção por fungos secundários (Ortolani, 1987; Silveira et al., 1991).

A temperatura do ar no painel de sangria, associada à umidade do ar, afeta a duração do fluxo de látex após a sangria. Sob temperaturas elevadas, ocorre mais rapidamente o tamponamento dos vasos e a coagulação do látex, paralisando o fluxo, enquanto, sob baixas temperaturas, o fluxo é mais prolongado (Sá, 1991a; 1991b). Ainda em condições de elevada temperatura do ar, há tendência de se formar um “filme” de látex coagulado na tigela, acarretando prejuízos à qualidade do látex.

As temperaturas muito elevadas também se mostram prejudiciais à seringueira. Zong Dao & Xuegin (1983) apontam a temperatura de 40,0°C como o limite de atividade fotossintética da planta. Sob elevadas temperaturas, também ocorrem lesões sérias nas plantas, como escaldaduras, que propiciam a incidência de fungos (Ortolani, 1986; 1987; 1991).

Umidade do ar

A umidade do ar tem estreita relação com a produção de látex. Conforme demonstrado por Paardekooper & Sookmark (1969), em trabalho clássico, a variação diurna da produção de látex e do conteúdo de borracha acompanha inversamente a marcha do déficit de saturação do ar, sendo os valores mínimos de produção obtidos em sangrias realizadas em torno de 13h.

O padrão de comportamento sazonal e diurno dessa variável também determina a potencialidade de incidência de várias enfermidades de folhas (inclusive o mal-das-folhas) e de painel (Camargo et al., 1967;

Chee & Holliday, 1986), o que faz com que seja uma variável importante na avaliação da potencialidade de uma área para a heveicultura.

Vento

A incidência de ventos fortes em regiões heveícolas ocasiona danos diversos, entre os quais, a elevação da demanda hídrica, o ressecamento do painel de sangria, a queda de folhas, as rachaduras em pecíolos (facilitando a ação de fungos), ramos e galhos, e a quebra e o arranquio de árvores.

Em áreas de produção do Estado de São Paulo sujeitas a ventos fortes freqüentes, como o Planalto Paulista (Pinto, 1973), são encontrados exemplos de seringais cujo início de corte foi retardado em um ou mais anos, pela ação do vento. Essa variável do clima interfere negativamente sobre o crescimento da circunferência do tronco, pelo papel que desempenha em processos como a abertura de estômatos e a evapotranspiração, os quais estão estreitamente ligados ao aumento de matéria seca e de volume pela planta.

Um dos clones mais plantados nas áreas não-tradicionais, o RRIM-600, mostra-se susceptível à quebra pelo vento (Ortolani, 1986; 1991; Gonçalves et al., 1991), pelo tipo de arquitetura da copa.

As características que devem ser evitadas na seleção de clones de seringueira para áreas sujeitas a ventos fortes, segundo Watson (1989), são: dosséis muito altos; desenvolvimento de um ou mais ramos secundários; forte ramificação lateral, especialmente com um ângulo estreito na união com o ramo principal; perda de dominância, principalmente nas regiões baixa e intermediária da copa, seguida por desenvolvimento de um conjunto de ramos secundários, e galhos em V no topo da copa. Essas características podem, contudo, ser alteradas pela poda corretiva.

Gonçalves et al. (1991) classificam, quanto à susceptibilidade à quebra pelo vento, vários clones em uso no Brasil.

Radiação solar

A disponibilidade de radiação solar, em especial na faixa fotossinteticamente ativa, está diretamente relacionada à regeneração *in situ* do látex entre duas sangrias.

O total de radiação solar na véspera da sangria tem relação positiva com a produção de látex, mas a elevada intensidade de energia solar durante a sangria reduz a produção (Evers et al., 1960).

Compagnon (1986) cita exemplos em que seringueiras expostas a condições de menor disponibilidade de radiação solar exibem menor rendimento em látex do que outras expostas a maior oferta de energia solar. Avaliando dois clones de seringueira, Yaohua et al. (1981) encontraram relação entre o produto da fotossíntese e a intensidade de luz e temperatura.

Existe variabilidade entre clones de seringueira quanto a parâmetros ligados à eficiência de captação e de utilização de radiação solar (Samsuddin & Impens, 1979; Sethuraj, 1986).

Em áreas heveícolas do Estado de São Paulo, em situações em que ocorrem dias claros com totais relativamente altos de radiação solar e baixas temperaturas durante o inverno, vêm sendo observados sintomas de foto oxidação da clorofila em viveiros.

Rocha Neto (1990), estudando o comportamento de mudas de seringueira, no Planalto Paulista, atribuiu a redução da síntese de clorofila aos baixos valores de radiação solar e de temperatura do ar.

Em seringais em fase de sangria nas regiões do Planalto Paulista e do Vale do Ribeira, Sá (1991a; 1991b) observou que valores mais elevados de radiação solar observados durante o verão, associados à maior disponibilidade de água no solo e de folhas ativas no dossel, propiciam valores mais elevados de fluxo inicial e de conteúdos de sólidos totais no látex.

Zoneamento da Aptidão Climática para a Heveicultura no Brasil

A partir do final dos anos 50, foram realizados vários estudos com enfoque no zoneamento da viabilidade climática à implantação da cultura da seringueira no Brasil.

Camargo (1959), avaliando as possibilidades climáticas da cultura em São Paulo, deu início a uma série de trabalhos sobre o assunto. O Instituto Agrônômico de Campinas foi também um pioneiro nesses trabalhos, incluindo estudos direcionados ao Estado de São Paulo (Camargo, 1963), a áreas de cerrado (Camargo et al., 1977), ao Estado de Minas Gerais (Ortolani, 1985) e ao Brasil (Ortolani, 1971; Camargo, 1977; Ortolani et al., 1983).

Paralelamente, em outras regiões, foram também realizados estudos da viabilidade climática da seringueira, como é o caso da Amazônia (Moraes & Bastos, 1972; Diniz et al., 1975; Silva et al., 1982) e dos Estados de Pernambuco (Reis, 1974) e da Bahia (Almeida, 1987).

Os limites das classes de aptidão climática adotados nesses estudos foram evoluindo, em consonância com a expansão do cultivo da seringueira para áreas de climas divergentes dos encontrados na região de origem do gênero *Hevea*.

Assim, o limite de deficiência hídrica anual de 150 mm, inicialmente proposto por Camargo (1959), foi ampliado para 240 mm por Moraes & Bastos (1972), para a Amazônia, e, posteriormente, em razão das evidências de áreas de escape ao ataque do *Microcyclus ulei*, recomendou-se o plantio, nessa região, em áreas com déficit hídrico anual de 200 mm a 350 mm (Reunião..., 1979).

Uma abordagem mais detalhada para avaliar a aptidão climática da seringueira no Brasil tem sido adotada por Ortolani et al. (1983), que utilizam, para delimitar as classes de aptidão, valores de evapotranspiração real anual, déficit hídrico anual, isotermas anuais e do mês mais frio, frequência de geadas e umidade relativa média do ar no mês mais seco. Por esse critério, foram definidas inicialmente 12 classes de aptidão climática à cultura da seringueira, no território brasileiro. Mais recentemente, Ortolani (1991) atualizou a carta de aptidão

agroclimática, incorporando apenas pequenas alterações aos critérios anteriormente adotados, em que é possível distinguir sete classes de aptidão na Região Amazônica e dez em outras regiões.

A experiência que vem sendo acumulada recentemente nas áreas de escape ao fungo *Microcyclus ulei*, tanto na Região Amazônica como em outras no Brasil e no exterior, bem como a introdução de tecnologias passíveis de reduzir a incidência desse fungo, mesmo em áreas com elevado potencial de sua ocorrência, como é o caso da enxertia de copa (Pinheiro, 1995), devem ser consideradas em tentativas futuras de zoneamento da cultura.

Aspectos Climáticos Relacionados ao Uso de Fertilizantes

Para otimizar a relação entre o uso de fertilizantes e as condições climáticas, deve-se seguir as seguintes recomendações. Primeira: é preciso definir bem o calendário de aplicações, de modo a garantir maior eficiência, evitando riscos de perda do insumo por lixiviação ou a não-utilização pela planta. Segunda: para reduzir o estresse na planta, deve ser feita a aplicação de um conjunto de nutrientes que atuem em mecanismos fisiológicos associados a tal estresse.

À primeira, estão associados principalmente fatores hídricos e térmicos (Frissel, 1978), podendo-se admitir várias situações.

Uma vez que a planta absorve os nutrientes que estão na solução do solo, a presença da água é fundamental, e assim o excesso ou a deficiência hídrica reduz a eficiência dos fertilizantes (Lopes & Guilherme, 1989).

Quando a chuva ocorre em períodos de baixa evapotranspiração, há o transporte de sais solúveis da superfície do solo para camadas mais profundas. Assim, há normalmente perda, entre outros, de nitrato por lixiviação, em áreas muito chuvosas (Frissel, 1978; Lawson & Sivakumar, 1991).

Maior disponibilidade de água aumenta a diluição de nutrientes. Com o solo seco, entretanto, há redução do movimento da água na planta e, assim, a aplicação de fertilizantes em condições secas

resulta em estagnação da produção, pois a resposta é dependente da assimilação de nutrientes do solo (Williams & Joseph, 1974).

Excesso de chuva em solos que não sejam arenosos pode acarretar anaerobiose, enquanto secas prolongadas podem induzir deficiências minerais, pela diminuição na mineralização da matéria orgânica do solo, pelos microorganismos (Haag, 1987). Exposições prolongadas de raízes a condições de anaerobiose, principalmente acompanhadas de elevada temperatura do solo, afetam adversamente a nutrição das plantas, pois esse processo é exigente em energia metabólica, que é fornecida pelo processo aerobiótico (Walker, 1981).

Temperaturas elevadas no solo resultam em alta taxa de decomposição da matéria orgânica, que se reflete na eficiência de aplicação de fertilizantes (Lawson & Sivakumar, 1991).

Sob baixo estresse hídrico, o decréscimo da transpiração diminui o movimento de íons, como o cálcio para as raízes, reduzindo a taxa de translocação desses íons no xilema, que acarreta menor absorção e incorporação pela planta. Quando o déficit hídrico se acentua, até mesmo o movimento difusivo de nitrogênio, potássio e fósforo é diminuído (Levitt, 1980; Spiertz, 1980; Walker, 1981). Essa deficiência pode também aparecer associada a carências de magnésio e boro (Haag, 1987).

A baixos níveis de umidade do solo, observa-se também um decréscimo de mineralização, levando à redução dos níveis de nitrogênio e fósforo na solução do solo (Walker, 1991).

As interações físicas entre a água no solo e a assimilação de nutrientes têm sido expressas matematicamente, contudo há necessidade de incorporar, a esses modelos, termos que expressem diferentes padrões de distribuição de raízes ativas (Robinson, 1994; Gregory, 1994).

A segunda situação refere-se ao uso de fertilizantes para reduzir condições de estresse.

Conforme a condição hídrica da planta, vários nutrientes têm papel relevante. Sob condições de baixo estresse hídrico, o uso de fertilizantes nitrogenados é importante para manter um elevado índice foliar na planta, enquanto, sob condições de forte estresse hídrico, o

potássio desempenha papel importante nos movimentos estomáticos, interferindo, assim, no controle da taxa transpiratória (William & Joseph, 1974; Levitt, 1980; Viégas et al., 1987; Potassium..., 1988).

A aplicação de nitrogênio, ferro, fósforo, potássio e magnésio favorece a fotossíntese, pelo papel que esses minerais desempenham na eficiência de captação de energia solar pela planta, como componentes de pigmentos, e pela sua participação no processo metabólico (Lowlor, 1987; Walker, 1991).

A disponibilidade de nitrogênio tem sido relacionada à taxa de fotossíntese líquida e à produtividade de plantas. A aplicação desse elemento aumenta a área foliar e, conseqüentemente, a fotossíntese. A interação entre níveis de nitrogênio e a atividade da enzima rubisco explica variações da fotossíntese em relação a esse elemento (Osborne & Raven, 1986).

Marshall & Porter (1991) apresentam relações matemáticas entre fotossíntese, radiação solar e concentrações de nitrogênio em folhas.

Keulen et al. (1989) relatam vários exemplos do efeito do nitrogênio na transpiração. São mencionadas situações em que baixas taxas de transpiração decorrentes da deficiência de nitrogênio ocorrem associadas ao fechamento de estômatos em condições de elevado potencial da água na folha, e, em outros casos, associadas à redução na condutividade radicular. Assim, plantas com suprimento inadequado de nitrogênio tenderiam a fechar os estômatos a potenciais hídricos mais elevados do que plantas bem supridas de nitrogênio.

Cálcio, zinco e magnésio parecem ter função protetora em situações de excesso de calor (Levitt, 1980).

Por ocasião de baixas temperaturas, há necessidade de aplicações de potássio, uma vez que esse elemento ajuda a prevenir contra danos causados pelo frio (Levitt, 1980; Potassium..., 1988).

A adubação nitrogenada, quando excessiva, pode favorecer o acamamento das plantas e aumentar a susceptibilidade ao vento (Jones, 1986). Em regiões heveícolas, há evidências desse fenômeno, ocasionado pelo aumento da copa e pelo enfraquecimento da madeira (Rosenquist, 1960; Cover..., 1961; Jeevaratnam, 1962). Outros elementos minerais, tais como o potássio e o fósforo, parecem também contribuir para esse tipo de ocorrência (Jeevaratman, 1962).

Considerações Finais

Para participar do cenário da pesquisa agrícola mundial, que vem gradativamente substituindo a abordagem tradicional direcionada ao mero aumento da produtividade de cultivos por um enfoque mais holístico, voltado a estratégias de manutenção da sustentabilidade, a pesquisa em nutrição mineral e adubação no Brasil tem também de evoluir, incorporando novos conhecimentos de outras ciências, como a agroclimatologia e a ecofisiologia.

No caso de culturas como a seringueira, que vem sendo usada com sucesso em sistemas agroflorestais, é fundamental investigar o efeito das interações de nutrientes, em sistemas múltiplos, e o ambiente físico.

A aplicação de informações climáticas na garantia de melhor eficiência dos fertilizantes e a indicação de nutrientes que reduzam o estresse originado de condições do meio físico devem merecer a atenção de grupos dedicados à pesquisa da seringueira, nas diversas regiões do país, tanto para reduzir o consumo de fertilizantes quanto para diminuir os riscos de queda de produtividade devida ao estresse.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, H.A. de; SANTANA, S.O. de; SÁ, D.F. de. Zoneamento edafo - climático para a seringueira no sudeste da Bahia, com enfoque na incidência do mal-das-folhas. *Revista Theobroma*, v.17, p.111-123, 1987.
- BASTOS, T.X.; DINIZ, T.D. de A.S. *Clima típico da seringueira*. Belém: Embrapa, 1975. 12p.
- BASTOS, T.X.; DINIZ, T.D. de A.S. *Microclima ribeirinho - um controle do **Microcyclus ulei** em seringueira*. Belém: Embrapa-CPATU.1980. 11p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa).
- BASTOS, T.X.; ROCHA, E.P. da; ROLIM, P.A.M.; DINIZ, T.D. de A.S.; SANTOS, E.C.R. dos; NOBRE, R.A.A.; CUTRIM, E.M.C.; MENDONÇA, R.L.D. de. O estado atual dos conhecimentos de clima da Amazônia brasileira com finalidade agrícola. In: SIMPÓSIO DO

- TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. *Anais...* Belém: Embrapa-CPATU, 1986. p.19-36.
- BERMOND, G. *Situação de seringais no sudoeste do Estado de São Paulo e Noroeste do Paraná*. Jaboticabal: UNESP, 1989. 106p. Trabalho de Graduação.
- BERNARDES, M.S. da; CASTRO, P.R. de C.; MARTINS, A.N. Fatores ligados à escolha de sistema de exploração. In: BERNARDES, M.S. da, ed. *Sangria de seringueira*. Piracicaba: ESALQ / FEALQ, 1990a. p.45-88.
- BERNARDES, M.S. da; VEIGA, A.S.; FONSECA FILHO, H. Mercado brasileiro de borracha natural. In: BERNARDES, M.S. da, ed. *Sangria de seringueira*. Piracicaba: ESALQ / FEALQ, 1990b. p.179-206.
- BUTTERY, B.R.; BOATMAN, S.G. Turgor pressure in phloem measurements on *Hevea latex*. *Science*, v.145, p.285-286, 1964.
- CAMARGO, A.P. de. Aptidão climática para heveicultura no Brasil. *Ecossistema*, v.1, p.6-14, 1976.
- CAMARGO, A.P. de. Possibilidades climáticas da cultura da seringueira em São Paulo. *O Agrônomo*, v.11, p.13-31, 1959.
- CAMARGO, A.P. de. *Possibilidades climáticas da cultura da seringueira em São Paulo*. Campinas: IAC, 1963. 23p. (IAC. Boletim, 110).
- CAMARGO, A.P. de; ALFONSI, R.R.; PINTO, H.S.; CHIARINI, J.V. Zoneamento da aptidão climática para culturas comerciais em áreas de cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., 1976, Brasília. *Bases para utilização agropecuária*. São Paulo: EDUSP / Belo Horizonte: Itatiaia, 1977. p.89-120.
- CAMARGO, A.P. de; CARDOSO, R.M.G.; SCHMIDT, N.C. Comportamento e ecologia do "mal-das-folhas" da seringueira nas condições do Planalto Paulista. *Bragantia*, v.26, p.1-18, 1967.
- CHEE, K.H.; HOLLIDAY, P. *South american leaf blight of Hevea rubber*. Kuala Lumpur: Malaya Rubber Research Development Board., 1986. 50p. (MRRIM. Monograph, 13).

- COMPAGNON, P. *Le caoutchouc naturel: biologie, culture, production*. Paris: G.P. Maisonneuve & Larose, 1986. 536p.
- CONCEIÇÃO, H.E.O. da. Evaluation of Hevea clones subjected to water deficits. In: INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE, 1985, Kuala Lumpur. *Proceedings*. Kuala Lumpur: RRIM, 1986. v.3.
- CORTEZ, J.V. Histórico e expansão da cultura da seringueira no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., 1986, Piracicaba. *Trabalhos apresentados...* Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.1-9.
- COVER plants, manuring and wind damage. *Planters' Bulletin*, v.57, p.183-189, 1961.
- DEAN, W. *A luta da borracha no Brasil*. Um estudo de história ecológica. São Paulo: Nobel, 1989. 286p.
- DEVAKUMAR, A.S.; RAO, G.G.; RAJOGOPAL, R.; RAO, P.S.; GEORGE, J.; VIJAYAKUMAR, K.R.; SETHUAI, M.R. Studies on soil-plant-atmosphere in *Hevea*: II Seasonal effects on water relations and yield. *Journal of Natural Rubber Research*, v.1, p.45-60, 1988.
- DINIZ, T.D. de A.S.; BASTOS, T.X.; RODRIGUES, J.E.; BAENA, A.R.C.; REIS, R.S. dos; LIMA, A.A.C.; ASSIS, D.S.; SILVA, R. das C. *Zoneamento agrícola da microrregião 24*. Belém: Embrapa / IPEAN, 1975. 189p.
- DINIZ, T.D. de A.S.; CARVALHO, C.J.R. de; LOPES FILHO, R.P.; BASTOS, T.X.; KATO, A.K.; SILVA, B.N.R. da. Aspectos climáticos e fenológicos relacionados à cultura do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1, 1984, Belém. *Anais...* Belém: Embrapa-CPATU, 1986. p.343-358.
- EMBRATER (Curitiba, PR). *A heveicultura no Paraná*. Curitiba, 1989. 15p. Mimeografado.
- EVERS, E.; VERBEKE, R.; MAERTENS, C. *Relations entre le climat, la phénologie et la production de l'Hevea*. [S.l.]: INEARC, 1960. 71p. (Séries Scientifiques, 84).

- FEITOZA, L.R.; SCÁRDUA, J.A.; SEDYAMA, G.C.; OLIVEIRA, L.M. de ; VALLE, S.S. Estimativas das temperaturas médias mensais e anual do Estado do Espírito Santo. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, v.9, p.279-291, 1979a.
- FEITOZA, L.R.; SCÁRDUA, J.A.; SEDYAMA, G.C.; OLIVEIRA, L.M. de ; VALLE, S.S. Estimativas das temperaturas médias das máximas mensais e anual do Estado do Espírito Santo. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, v.10, p.25-32, 1979b.
- FEITOZA, L.R.; SCÁRDUA, J.A.; SEDYAMA, G.C.; OLIVEIRA, L.M. de ; VALLE, S.S. Estimativas das temperaturas médias das mínimas mensais e anual do Estado do Espírito Santo. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, v.10, p.15-24, 1980.
- FRISSEL, M.J. *Cycling of nutrients in agricultural ecosystems*. Amsterdam: Elsevier Science, 1978. 356p.
- FURTADO, E.L.; SILVEIRA, A.P. da. Doenças do painel de sangria da seringueira. In: BERNARDES, M.S. da, ed. Sangria da seringueira. Piracicaba, ESALQ / .FEALQ, 1990. p.111-125.
- GONÇALVES, J.R.C.; VIÉGAS, I. de J.M., BASTOS, T.X. "Queima da folha de seringueira"-Controle através do cultivo de clones selecionados, em condições ambientais desfavoráveis ao patógeno. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 1., 1972, Cuiabá. *Anais...* [S.l.: s.n.], 1972. p.111-115.
- GONÇALVES, P. de S.; CARDOSO, M.; BOAVENTURA, M.A.M.; COLOMBO, C.A. ; ORTOLANI, A.A. *Clones de Hevea: influência dos fatores ambientais na produção e recomendação para o plantio*. Campinas: IAC, 1991. 32p. (Boletim Técnico, 138).
- GREGORY, P.J. Resource capture by root networks. In: MONTEITH, J.L.; SCOTT, R.K.; UNSWORTH, M.H. *Resources capture by crops*. Nottingham: Nottingham University, 1994. p.77-97.
- HAAG, H.P. A nutrição mineral e o ecossistema. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e Fósforo, 1987. p.49-69.

- HARIDAS, G. Soil moisture use and growth of young *Hevea brasiliensis* as determined from lysimeter studies. *Journal of the Rubber Institute of Malaysia*, v.28, p.49-60, 1980.
- HUA-SON, P. Adaptabilities of four rubber clones to higher altitude and elevation areas, Yuanan Province. In: PLANTER'S CONFERENCE, 1983, Kuala Lumpur. *Persidangam Pelandang*. [S.l.: s.n.], 1983. 18p.
- IAPAR (Londrina, PR). *Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná*. Londrina, 1978. 41p.
- JACOB, J.L.; SERRES, E.; PREVOT, J.C.; LACROTTE, R.; VIDAL, A.; ESCHBACH, J.M.; D'AUZAC, J. Mise au point du diagnostic latex chez l'hevea. *Agritrop*, v.12, p.97-115, 1988a.
- JACOB, J.L.; PRÉVOT, J.C.; LACROTTE, R.; SERRES, E.; D'AUZAC, J.; ESCHBACH, J.M.; OMONT, H. Yield-limiting factors, latex physiological parameters, latex diagnosis, and clonal typology. In: D'AUZAC, J.; JACOB, J.L.; CHERSTIN, N.H. *Physiology of rubber tree latex*. Boca Raton: CRC, 1988b. p.345-382.
- JEEVARATNAM, A.J. Manuring and wind damage. *Journal of the Rubber Research Institute of Sri-Lanka*, v.38, p.62-66 1962.
- JIANG, A. Climate and natural production of rubber (*Hevea brasiliensis*) in Xishnangbanna, southern part of Yunnan Province, China. *Int. Biometeorol.*, v.32, p.280-282, 1988. *International Journal of Biometeorology*.
- JONES, H.G. *Plants and microclimate*. London: Cambridge University, 1986. 323p.
- KEULEN, H. van; GOUDRIAN, J.; SELIGMAN, N.G. Modelling effects of nitrogen on canopy development and crop growth. In: RUSSELL, G.; MARSHALL, B.; JARVIS, P.G. *Plant canopies: their growth, form and function*. New York: Cambridge University, 1989. p.83-104. (Seminar Series, 31).
- LAWSON, T.L.; SIVAKUMAR, M.V.K. Climatic constraints to crop production and fertilizer use. *Fertilizer Research*, v.29, p.9-20, 1991.

- LEMOS FILHO, J.P. *Aspectos fisiológicos e biometeorológicos relacionados com a técnica de mini-enxertia de seringueira (Hevea spp.)*. Campinas: UNICAMP, 1991. 110p. Tese Doutorado.
- LEMOS FILHO, J.P. de; PINTO, H.S.; ROCHA NETO, O.G. da. Temperaturas de sub-resfriamento e de congelamento em folhas maduras de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.26, p.995-1000, 1991.
- LEVITT, J. *Responses of plants to environmental stress*. New York: Academic Press, 1980. v.1, 497p.
- LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. Uso eficiente de fertilizantes. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2., 1989, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: ESALQ, 1989. 58p. Encarte Sessão V.
- LOWLOR, D.W. *Photosynthesis: metabolism, control and physiology*. New York: Longman, 1987. 262p.
- MARSHALL, B.; PORTER, J.R. Concepts of nutritional and environmental interactions determining plant productivity. In: PORTER, J.R.; LAWLOR, D.W. *Plant growth: interactions with nutrition and environment*. New York: Cambridge University, 1991. p.99-124.
- MORAES, V.H. de F.; BASTOS, T.X. Viabilidade e limitações climáticas para as culturas permanentes, semi-permanentes e anuais com possibilidades de expansão na Amazônia brasileira. In: IPEAN (Belém, PA). *Zoneamento Agrícola da Amazônia (1ª aproximação)*. Belém, 1972. p.123-153. (IPEAN. Boletim Técnico, 54).
- MOTA, F.S. da; AGENDES, M.O. de O. *Clima e agricultura no Brasil*. Porto Alegre: Sagra, 1986. 151p.
- NASCIMENTO, C.M.; PEREIRA, M.A. de M.C. *Atlas climatológico do Estado de São Paulo (1977-1986)*. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 93p.
- NINANE, F. Evapotranspiration réelle et croissance de jeunes *Heveas* soumis à différentes humidités du sol. *Revue Generale des Caoutchouc et Plastiques*, v.44, p.212, 1967.

- NUNES, G.S.S.; ANDRÉ, R.G.B.; VIANELLO, R.L.; MARQUES, V.S. *Estudo da distribuição de radiação solar incidente sobre o Brasil*. São José dos Campos: INPE, 1978. 45p. (INPE. Relatório INPE-1190-NTE/110).
- ORTOLANI, A.A. Agroclimatologia e o cultivo da seringueira. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., 1986, Piracicaba. *Trabalhos apresentados...* Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.11-32.
- ORTOLANI, A.A. Aptidão climática para a cultura da seringueira em Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, v.11, p.8-12, 1985.
- ORTOLANI, A.A. Efeito das temperaturas extremas no desenvolvimento e produção da seringueira. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DA SERINGUEIRA, 2., 1987, Piracicaba. *Anais...* São Paulo: ESALQ, 1987. p.23-27.
- ORTOLANI, A.A. *Projeto: zoneamento agroclimático da heveicultura no Brasil*. Campinas: FAO / IAC, 1991. 23p. (Convênio FAO/IAC, Projeto FAO/UNDP/BRA/89/006). Relatório final.
- ORTOLANI, A.A. Viabilidade climática para a seringueira no Brasil. In: SUDHEVEA (Brasília, DF). *Plano Nacional da Borracha. Anexo X, Climas*. [S.l.]: SUDHEVEA, 1971.
- ORTOLANI, A.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R.; CAMARGO, A.P. de ; BRUNINI, O. Aptidão agroclimática para a regionalização da heveicultura no Brasil. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE RECOMENDAÇÃO DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1., 1982, Brasília. *Anais...* Brasília: Embrapa, 1983. p.17-28.
- OSBORNE, B.A.; RAVEN, J.A. Light absorption by plants and its implication for photosynthesis. *Biological Review*, v.61, p.1-61, 1986.
- PAARDEKOOOPER, E.C.; SOOKMARK, S. Clonal variation in latex flow pattern. Diurnal variation in latex yield and dry rubber content, and relation to saturation deficit of air. *Journal Of the Rubber Research Institute of Malaya*, v.21, p.264-273, 1969.
- PAKIANATHAN, S.W.; HARIDAS, G.; D'AUZAC, J. Water relations and latex flow. In: D'AUZAC, J.; JACOB, J.L.; CHRESTIN, H. *Physiology of rubber tree latex*. Boca Raton: CRC, 1988. p.233-56.

- PEDRO JÚNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.B.P. de; CHIAVEGATTO, O.M.D.P.; ORTOLANI, A.A.; BRUNINI, O. *Disponibilidade de radiação solar global para o Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1989. 13p. (IAC. Boletim Técnico, 123).
- PINHEIRO, E. *Reducing slab risks - cultivating rubber in scape areas*. Belém: Embrapa-CPATU, 1995. 8p. Apresentado no Colloquium RRIM, 1995, Kuala Lumpur.
- PINHEIRO, E.; PINHEIRO, F.S.V.; ALVES, R.M. Comportamento de alguns clones de seringueira em Açailândia, na região Pré-Amazônica Maranhense - dados preliminares. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 3, 1980, Manaus. *Anais...* Brasília: SUDHEVEA, 1982. v.1, p.101-129.
- PINTO, H.S. *Determinações dos intervalos de recorrência de rajadas máximas do vento no Estado de São Paulo*. Botucatu: IAC-Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu-SP, 1973. 64p. Tese Doutorado.
- POTASSIUM improves stress resistance in plants. *Better Crops International*, v.4, p.36-38, 1988.
- RAO, G.R.; RAO, P.S.; RAJAGOPAL, R.; DEVAKUMAR, A.S.; VIJAYAKUMAR, K.R.; STHURAJ, M. Influence of soil, plant and meteorological factors on water relations and yield in *Hevea brasiliensis*. *International Journal of Biometeorology*, v.34, p.175-180, 1990.
- REIS, A.C. de S. *Zoneamento agroclimático para a seringueira em Pernambuco*. Recife: UFRP, 1974. 35p. Tese Livre Docência.
- REUNIÃO DE ZONEAMENTO AGRÍCOLA PARA O PLANTIO DA SERINGUEIRA, [1979], Manaus. *Relatório*. Manaus: Embrapa-CNPSe, 1979. 18p.
- ROBINSON, D. Resource capture by single roots. In: MONTEITH, J.L.; SCOTT, R.K.; UNSWORTH, M.H. *Resource capture by crops*. Nottingham: Nottingham University, 1994. p.53-76.
- ROCHA NETO, O.G. da. *Aspectos ecofisiológicos sazonais da produção de mudas de seringueira (Hevea spp.), na região sudeste do Brasil*. Efeito de estresses ambientais sobre o estado nutricional, o

- comportamento estomático e o crescimento. Campinas: UNICAMP, 1990. 125p. Tese Doutorado.
- ROSENQUIST, E.A. Manuring of rubber in relation to wind damage. In: NATURAL RUBBER CONFERENCE, 1960, Kuala Lumpur. *Proceedings...* [S.l.: s.n.], 1960. p.81-88.
- RUIYAN, H.; ZHENFEI, C. Preliminary studies on cold resistance of rubber trees determined by electric conductometer. In: MEETING OF EXPERIMENTAL PHYSIOLOGICAL GROUP, 1986, Hainan, China. *Proceedings...* Hainan: IRRDB, 1986. p.98-105.
- SÁ, T.D. de A. Aspectos ecofisiológicos da sangria da seringueira. In: CURSO DE SANGRIA DA SERINGUEIRA, 2., 1991, Piracicaba. [Anais...]. Piracicaba: ESALQ / FEALQ, 1991a. 19p.
- SÁ, T.D. de A. *Avaliação ecofisiológica de seringueiras (Hevea brasiliensis Muell. Arg.) submetidas a diferentes intensidades de sangria, em ambientes contrastantes do Estado de São Paulo*. Campinas: UNICAMP, 1991b. 114p. Tese Doutorado.
- SÁ, T.D. de A.; PINTO, H.S. Temperaturas de painéis de sangria, em condições de inverno, medidas em seringais do Vale do Ribeira e do Planalto Paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7., 1991, Viçosa. *Resumos...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia / UFV, 1991. p.252-254.
- SAMSUDDIN, Z.; IMPENS, I. Photosynthesis rates and diffusion resistances of seven *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. clones. *Biologia Plantarum*, v.21, p.154-156, 1979.
- SASEDRAN, S.A.; POTTY, S.N.; KRISHNAKUMAR, A.K.; SETHURAJ, M.R. Crop weather calendar for rubber in the N. E. India. *Rubb. Board Bull.*, v.26, p.20-24, 1991. Rubber Board Bulletin.
- SENA GOMES, A.R.; KOZLOWSKY, T.T. Physiological and growth responses to flooding of seedlings of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. clones. *Biologia Plantarum*, v.21, p.286-293, 1988.
- SETHURAJ, M.R. Physiology of growth and yield in *Hevea brasiliensis*. In: INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE, 1985, Kuala Lumpur. *Proceedings...* Kuala Lumpur: RRIM, 1986. v.3

- SILVA, B.N.R. da; BASTOS, T.X.; DINIZ, T.D. de A.S. *Aptidão edafo-climática para as culturas da mandioca, babaçú, dendê, cana-de-açúcar e seringueira na área situada entre serra dos Carajás e porto de Itaquí-MA*. Belém: Embrapa-CPATU, 1982. 12p. (Embrapa-CPATU. Boletim Técnico, 18).
- SILVEIRA, A.P.; FURTADO, E.L.; LOPES, M.E.B.M. Antracnose: nova doença do painel de sangria da seringueira. *Summa Phytopatológica*, v.18, n.2, p.196-200, 1991.
- SOARES, A.M.; OLIVEIRA, L.E.M.; ROCHA NETO, O.G. da; GOMIDE, M.B.; ALVARENGA, A.A. Avaliação de plantas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.): comportamento estomático e crescimento de plantas sob as condições edafo-climáticas de Lavras - Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6., 1989, Maceió. *Anais...* Maceió: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. p.50-4.
- SOUZA, R.F.; VALOIS, A.C.C.; PAIVA, J.R. de; CARBAJAL, A.P.; ROCHA NETO, O.G. da; SOUZA, R.A. de. Desenvolvimento da pesquisa heveícola no Brasil. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. *Anais...* Belém: Embrapa-CPATU, 1986. v.4, p.81-103.
- SPIERTZ, J.H.J. Grain production of wheat in relation to nitrogen, weather and disease. In: HURD, R.G.; BISCOE, P.V.; DENNIS, C. *Opportunities for increasing crop yields*. Boston: Pitman Adv. Publ. Prog., 1980. p.97-113.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. *The water balance*. Centerton, New Jersey: Drexel Institute Technology, 1955.
- VIÉGAS, I. de J.; VIÉGAS, R.M.F.; CRUZ, E. de S.; AZEVEDO, C.E. de ; OLIVEIRA, R.F. de. Doses de nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) em latossolo amarelo textura média - Tracuateua, PA. *Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará*, v.16, p.81-103, 1987.
- WALKER, R.B. Measuring mineral nutrient utilization. In: LASSOIE, J.P.; HINCKLEY, T.M. *Techniques and approaches in forest tree ecophysiology*. Boca Raton: CRC, 1981. p.193-206.

- WATSON, G.A. Climate and soil. In: WEBSTER, C.C.; BAULKWILL, W.J. *Rubber*. New York: Longman Science & Technology, 1989. p.124-163.
- WILLIAMS, C.N.; JOSEPH, K.T. *Climate, soil and crop production in the humid tropics*. London, Oxford University, 1974. 177p.
- YAOHUA, H.; ZHAO, W.; YITONG, S.; YEGANG, W. Studies on photosynthesis of *Hevea* population. 1. Relation between the photosynthetic output of a single leaf of rubber tree and meteorological factors under field conditions. *Chinese Journal of Tropical Crops*, v.2, p.57-68, 1981.
- ZANGRANDE, M.B.; FEITOZA, E.R.; VALLE, S.S. *Balanço hídrico no Estado do Espírito Santo*. Cariacica: EMCAPA, 1978.36p.
- ZONG DAO, H.; XUEGIN, Z. Rubber cultivation in China. In: PLANTER'S CONFERENCE, 1983, Kuala Lumpur. Persidangan Pelandang. [S.l.: s.n.], 1983. 15p.