



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Florestas  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1676-9449

Novembro, 2001

## **Documentos 63**

# **Bifurcação e Quebra de Copa em Eucalipto: Efeitos Genéticos, Ambientais e Silviculturais**

Marcos Deon Vilela de Resende  
Moacyr Fantini Júnior

Colombo, PR  
2001

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Florestas**

Estrada da Ribeira km 111 - CP 319

83411-000 - Colombo, PR - Brasil

Fone: (41) 666-1313

Fax: (41) 666-1276

Home page: [www.cnpf.embrapa.br](http://www.cnpf.embrapa.br)

E-mail (sac): [sac@cnpf.embrapa.br](mailto:sac@cnpf.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Moacir José Sales Medrado

Secretário-Executivo: Guiomar Moreira Braguinha

Membros: Antônio Carlos de S. Medeiros, Edilson B. de Oliveira, Erich G. Schaitza,

Honorino R. Rodigheri, Jarbas Y. Shimizu, José Alfredo Sturion, Patricia P. de Mattos,

Sérgio Ahrens, Susete do Rocio C. Penteadó

Supervisor editorial: Moacir José Sales Medrado

Revisor de texto: Elly Claire Jansson Lopes

Normalização bibliográfica: Lidia Woronkoff

Tratamento de ilustrações: Cleide Fernandes de Oliveira

Editoração eletrônica: Cleide Fernandes de Oliveira

**1ª edição**

1ª impressão: 500 exemplares - Ano 2001

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP - Brasil. Catalogação na Publicação

*Embrapa Florestas*

---

Resende, Marcos Deon Vilela de

Bifurcação e quebra de copa em eucalipto: efeitos genéticos, ambientais e silviculturais por Marcos Deon Vilela de Resende e Moacyr Fantini Júnior. - Colombo: Embrapa Florestas, 2001.

20 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 63).

ISSN 1517-536X

I. Eucalyptus - quebra de copa. 2. Eucalyptus - bifurcação. 3. Eucalyptus - genética. I. Fantini Júnior, Moacyr. II. Título. III. Série.

---

CDD 634.97342

© Embrapa 2001

# **Autores**

**Marcos Deon Vilela de Resende**

Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da  
Embrapa Florestas, [deon@cnpf.embrapa.br](mailto:deon@cnpf.embrapa.br)

**Moacyr Fantini Júnior**

Engenheiro Florestal, Bacharel, Gerente Técnico da  
Veracel Celulose S/A, [moacyr.fantini@veracel.com.br](mailto:moacyr.fantini@veracel.com.br)

# Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	7
2. FATORES PREDOMINANTEMENTE GENÉTICOS .....	8
3. FATORES AMBIENTAIS ASSOCIADOS A SECA, PERDA DE DOMINÂNCIA APICAL, BIFURCAÇÃO E QUEBRA DA COPA .....	9
4. INTERAÇÃO ENTRE FATORES GENÉTICOS E AMBIENTAIS .....	9
5. DETERMINAÇÃO GENÉTICA DA BIFURCAÇÃO .....	11
6. TRATAMENTOS SILVICULTURAIS E SEUS EFEITOS .....	12
6.1 CONFUNDIMENTO ENTRE EFEITOS DE TRATAMENTOS SILVICULTURAIS E EFEITOS ... GENOTÍPICOS .....	12
6.2 ESPAÇAMENTO .....	12
6.3 VOLUMETRIA COMO FUNÇÃO DO ESPAÇAMENTO .....	15
7. RESISTÊNCIA AO VENTO .....	15
8. RESISTÊNCIA A SECA .....	16
9. RESISTÊNCIA A INSETOS .....	18
10. LITERATURA CITADA .....	19

# Bifurcação e Quebra de Copa em Eucalipto; Efeitos Genéticos, Ambientais e Silviculturais

*Marcos Deon Vilela de Resende*

*Moacyr Fantini Júnior*

## 1. Introdução

A bifurcação em eucalipto é decorrente do fenômeno fisiológico denominado perda de dominância apical, o qual pode ser causado por uma série de fatores conforme apresentado na Figura 1, que ilustra os possíveis fatores responsáveis pela expressão fenotípica denominada “sintomas visuais”.

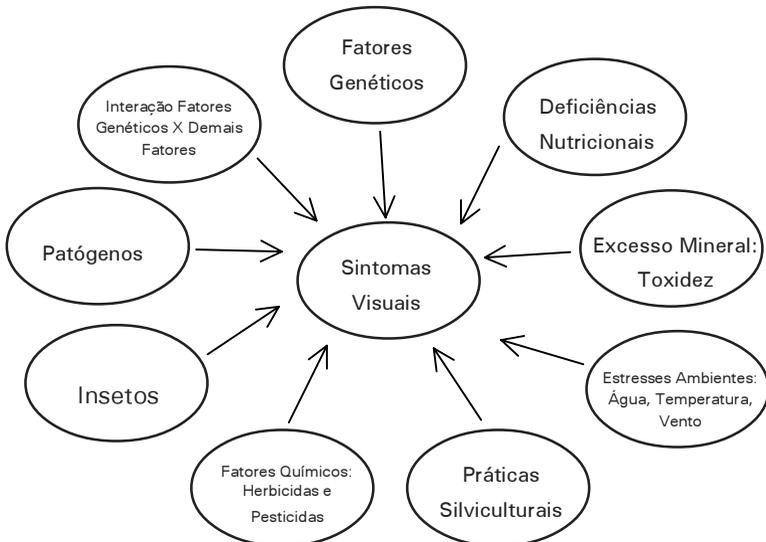


Figura 1. Sintomas visuais (fenotípicos) e suas possíveis causas.

Verifica-se que o sintoma visual de bifurcação pode ser causado por fatores genéticos, ambientais e pela interação dos fatores genéticos com os ambientais. Os fatores ambientais podem ser abióticos e bióticos (ataque de pragas e doenças, que são fatores bióticos propiciados pelo ambiente).

## 2. Fatores Predominantemente Genéticos

Os fatores predominantemente genéticos podem ser resumidos principalmente em termos de: (i) ocorrência de mutações com alteração genética dos indivíduos propagados; (ii) ocorrência de autofecundação, resultando na geração de indivíduos depressivos. O fator (ii) pode ser imediatamente descartado em função dos problemas práticos terem sido verificados em clones propagados vegetativamente.

A questão (i) pode ser analisada em termos da fidelidade da propagação vegetativa. O princípio básico da propagação vegetativa fiel refere-se à totipotência celular, a qual é conceituada como a capacidade de uma célula qualquer de um indivíduo conter toda a informação necessária para a geração de um indivíduo geneticamente idêntico ao que deu origem a esta célula. No processo de propagação vegetativa deve-se garantir, então, que o material genético não sofra mutação antes de dar origem aos novos indivíduos obtidos por clonagem. E isto é conseguido através do uso de tecidos diferenciados (estacas, brotos adventícios, brotações epicórmicas, gemas axilares) nos processos de propagação. Neste sentido, tanto a macropropagação quanto a micropropagação (sem passar pela fase de calos) e a miniestaquia são processos fiéis de propagação vegetativa, os quais garantem que os tecidos dos clones permanecem geneticamente estáveis através das gerações de propagação vegetativa. Dessa forma, descarta-se totalmente a possibilidade de degeneração dos clones com as gerações de propagação.

A alteração genética durante a propagação vegetativa somente é possível quando se faz a micropropagação passando pela fase de calos (massa de células que podem sofrer mutações), quando indivíduos mutantes podem ser produzidos, caracterizando a ocorrência da variação somaclonal. Outro tipo de degeneração que pode ocorrer refere-se aos próprios ortetes no jardim clonal. Se o manejo e a adubação nos jardins clonais não são adequados, os ortetes

podem se definir. Entretanto, dadas as condições ideais de crescimento aos rametes, os mesmos se desenvolverão adequadamente, conforme predito por seus genótipos. Uma outra possibilidade a considerar refere-se à troca de identidade de clones, fato que têm ocorrido em algumas empresas. Neste caso, uma análise de DNA pode ser utilizada visando uma correta identificação dos clones, em situações duvidosas.

### **3. Fatores Ambientais Associados à Seca, Perda de Dominância Apical, Bifurcação e Quebra da Copa**

Dentre os fatores ambientais adversos listados na Figura 1, aqueles mais plausíveis de ocorrência na região dos tabuleiros costeiros e também nas áreas da Cenibra são: (i) estresses ambientais por falta ou excesso de água em determinados estágios do crescimento; (ii) ataque por insetos; (iii) práticas silviculturais como espaçamento inadequado, preparo do solo (subsolagem inadequada), controle de plantas daninhas (uso de herbicidas e seus efeitos); (iv) ocorrência de vendavais.

Tais fatores necessitam ser considerados na atuação conjunta das áreas de melhoramento genético e silvicultura, visando a seleção dos materiais genéticos mais adequados aos sistemas silviculturais adotados e também a minimização desses efeitos ambientais adversos.

### **4. Interação entre Fatores Genéticos e Ambientais**

Na maioria das situações práticas, os sintomas visuais (expressão fenotípica) são resultantes de um somatório dos efeitos genéticos, efeitos ambientais e da interação genótipo x ambiente. Tais sintomas seriam decorrência de efeitos puramente genéticos se a herdabilidade do caráter fosse igual a 1 e decorrência de efeitos puramente ambientais se a herdabilidade do caráter fosse igual a 0. Como, em geral, as herdabilidades estimadas situam-se entre

O e 1, pode-se inferir que existem diferentes respostas dos genótipos aos fatores ambientais. Este fato denota que o melhoramento genético realizado em sintonia com a parte silvicultural pode, potencialmente, contornar a questão.

As implicações práticas dos aspectos mencionados podem ser resumidas nas seguintes ações a serem adotadas pelas empresas: (i) avaliação de outras variáveis (tais quais bifurcação, resposta a déficit hídrico em vários estádios do desenvolvimento, resposta a excesso hídrico, níveis de danos causados por insetos, resistência ao vento, resistência a herbicida) além dos caracteres de crescimento, qualidade da madeira e sobrevivência; (ii) avaliação contínua dos clones nos plantios pilotos e comerciais, sob a ótica de que os clones estão constantemente em teste, mesmo quando já utilizados comercialmente em plantios; (iii) adoção do mesmo sistema silvicultural nos experimentos e nos plantios comerciais.

As avaliações denotadas em (i) necessitam ser realizadas de maneira objetiva e não subjetiva, de forma que permitam uma avaliação ao nível de médias de clone, ou seja, de maneira a gerar informações do tipo “o clone 999 apresenta bifurcação provável de 20%”. A questão referenciada em (ii) denota que o descarte de clones comerciais que antes eram bons, deve ser encarada como uma atividade normal. Por sua vez, a ação relatada em (iii) implica cuidados adicionais à mudança de tecnologia silvicultural sem antes testar o comportamento dos materiais genéticos sob a mesma. É importante notar que o processo reverso (testar a tecnologia silvicultural sobre os clones já selecionados) não é totalmente válido, sendo que os clones devem ser comparados e selecionados sob determinada prática silvicultural.

A avaliação contínua dos clones, mesmo após a recomendação para plantios comerciais é necessária uma vez que os fatores ambientais adversos podem não ocorrer durante a etapa da avaliação clonal em experimentos. Neste caso, os clones são selecionados porque escaparam aos fatores adversos e não por possuírem resistência genética a eles. Nesta situação, o comportamento fisiológico e fenotípico dos clones selecionados altera-se totalmente, como decorrência da morte de tecidos e órgãos face à adversidade ambiental. Este é o risco que corre o melhorista de plantas perenes.

## 5. Determinação Genética da Bifurcação

Uma análise genética da bifurcação foi realizada empregando-se dados de um experimento envolvendo a avaliação de 312 clones do germoplasma *E. urophylla* e *E. "urograndis"*. Este experimento foi conduzido pela Veracel Celulose na Fazenda Gabiarra (região dos tabuleiros costeiros na Bahia), em solo Podzólico Amarelo (Argissolo) e no espaçamento 3 x 3 metros. O experimento foi instalado no delineamento em blocos ao acaso com 3 repetições e 5 plantas por parcela. A variável bifurcação total (não desmembrada ou atribuída às suas várias causas) foi avaliada aos 5 anos de idade.

A estimativa da herdabilidade individual no sentido amplo equivaleu a 9%, revelando que a bifurcação tem base genética e também ambiental. O valor 9% refere-se ao grau de confiança em afirmar que determinado clone não bifurcado, selecionado em plantios (comerciais ou em testes de progênie) por sementes, não apresentará bifurcação em plantios clonais comerciais. Como se vê, o grau de confiança neste tipo de seleção é muito baixo.

Por outro lado, a estimativa da herdabilidade da média de clone (no sentido amplo) equivaleu a 70%. Este valor indica que a confiabilidade em afirmar que determinado clone bifurcará 5% ou 10% é de 70%. Isto revela que é perfeitamente possível selecionar clones que bifurcam menos que outros, ou seja, selecionar clones que apresentam uma dominância apical mais forte.

A principal conclusão refere-se a possibilidade de seleção de clones com menor taxa de bifurcação devida a determinado fator, desde que tal fator adverso tenha ocorrido por ocasião da realização do teste clonal. Entretanto, embora não tenham sido atribuídas causas à bifurcação, os clones com maior bifurcação, provavelmente, apresentam menor dominância apical, fato que poderá os levar a bifurcar quando um evento novo (ataque de insetos por exemplo) lhes afetar adversamente.

Existe uma suspeita de que a bifurcação baixa ou basal tem causa predominantemente ambiental (danos mecânicos). Assim, sugere-se desmembrar a avaliação da bifurcação em bifurcação baixa e alta. Este procedimento pode conduzir a resultados mais acurados na avaliação genética do grau de dominância apical dos clones.

A porcentagem de bifurcação dos clones variou de 0% a 20%, sendo que um dos melhores clones em crescimento apresentou 14% de bifurcação. Tal clone deve ser utilizado com ressalvas pois, provavelmente, apresenta baixa dominância apical e poderá bifurcar ainda mais em plantios comerciais atacados por insetos, por exemplo. Também, tal clone não deve ser plantado em espaçamentos mais abertos, os quais tendem a incrementar a bifurcação em clones com baixa dominância apical.

## **6. Tratamentos Silviculturais e seus Efeitos**

### **6.1 Confundimento entre efeitos de tratamentos silviculturais e efeitos genotípicos**

Uma característica dos experimentos genéticos e silviculturais é o confundimento dos efeitos genéticos e ambientais na variável resposta (geralmente o volume de madeira) avaliada. Assim, os experimentos genéticos visam inferências genéticas livres dos efeitos ambientais e procedimentos estatísticos e experimentais são utilizados para tal. Da mesma forma, os experimentos envolvendo tratamentos silviculturais devem procurar eliminar as influências genotípicas em seus resultados. Quando isto não é possível, ou seja, quando não é possível uma inferência genérica, tratamentos silviculturais (espaçamento, adubação, etc) específicos devem ser ajustados aos diferentes genótipos visando maximizar os seus potenciais produtivos.

Neste sentido, é importante relatar que quando um pequeno número de genótipos recebe cada um dos tratamentos silviculturais, ocorre confundimento entre os efeitos de tratamentos propriamente ditos e os efeitos genotípicos particulares de cada um dos clones. Neste caso, os valores das médias dos tratamentos silviculturais devem ser ajustados ou corrigidos considerando a estatística F de Snedecor da análise de variância. De maneira genérica, deve-se usar um maior número de clones nos ensaios de tratamentos silviculturais, sendo que o uso de 20 clones distintos reduz a 5% a influência genética nos resultados dos tratamentos silviculturais.

## 6.2 Espaçamento

O espaçamento tem importância capital na silvicultura uma vez que o mesmo tem influência marcante nos principais fatores promotores de crescimento nas plantas, ou seja, no uso de água e nutrientes e na disponibilidade de luz. Dessa forma, pode afetar toda a fisiologia e nutrição das árvores.

Dentre os inúmeros estudos realizados sobre espaçamentos em eucalipto, as conclusões de consenso são de que a redução do espaçamento provoca: aumento da porcentagem de falhas; redução do crescimento por árvore; aumento da produtividade por área (em uma certa amplitude de espaçamentos); manutenção da altura média das árvores dominantes (o índice de sítio permanece constante).

Quanto ao ponto técnico de corte (incremento médio anual igual ao incremento corrente anual), Chaves (1997) verificou que, em *E. grandis*, o mesmo é de 5 anos para o espaçamento mais apertado (3 m x 1 m) e 6 anos para o espaçamento mais amplo (3 m x 4 m), sendo que variações expressivas nos espaçamentos afetam pouco a época de corte.

Em *E. grandis*, considerando a produção de madeira aproveitável em função do uso, Valeri (1997) concluiu que a densidade ótima de plantas por hectare para a produção de celulose (diâmetro mínimo de 8 cm) é 1.342 plantas (espaçamento 3 m x 2,5 m, por exemplo). O trabalho de Ladeira et al. (1997) relata que em espaçamentos mais amplos ocorre maior alocação de biomassa para o sistema radicular em detrimento do tronco e que, de maneira geral, o sítio encontra-se sub-utilizado nos espaçamentos 3 m x 3 m e 3 m x 4 m.

Quanto à alocação de biomassa no sistema radicular e parte aérea, existe grande efeito de germoplasma. Por exemplo, o *E. urophylla* (que é uma espécie essencial na eucaliptocultura em regiões tropicais por sua resistência ao cancro, resistência à seca, alta densidade da madeira, facilidade de enraizamento de estacas, alta produtividade volumétrica e grande tamanho dos botões florais permitindo facilidade para cruzamentos controlados) apresenta, em média, 65% da biomassa alocada na parte aérea, 25% alocada no sistema radicular e 10% alocada na copa. Já o *E. camaldulensis* aloca, em média, 52% da biomassa no tronco, 34% no sistema radicular e 14% na copa (Ladeira et al. 1997). Por outro lado, o *E. grandis*, aloca menor quantidade de biomassa no sistema radicular do que o *E. urophylla* e o *E. camaldulensis*.

Estudos desenvolvidos na Índia com o *E. tereticornis* (espécie geneticamente próxima ao *E. camaldulensis*) avaliando uma série de espaçamentos, concluíram que 3 m x 3 m, 4 m x 2 m e 3 m x 2 m não diferiram significativamente entre si, mas o 3 m x 3 m atendeu melhor o requisito de ao menos 8 cm de diâmetro para uso na produção de celulose (Kapur e Dogra, 1992). Na África do Sul, Schonau e Coetzee (1989) realizaram um balanço dos resultados experimentais envolvendo espaçamento em *Eucalyptus*, relatando as seguintes conclusões: a competição ocorre intensamente dentro das linhas e não é compensado pela maior distância entre linhas; bons sítios com solos profundos e alta precipitação efetiva devem ter altas densidades de plantas; raramente é necessário mais que 3 m entre fileiras (acima disto o custo de controle de plantas daninhas pode comprometer); recomenda-se no mínimo 1.200 e no máximo 2.000 plantas/ha, sendo que para sítios médios recomenda-se 3,0 m x 2,5 m; no caso de clones, o espaçamento 3 m x 3 m pode não usar todo o potencial de crescimento do sítio e não pode ser recomendado de maneira generalizada.

Com base em observações de campo, tem-se verificado uma grande variação entre clones, quanto à arquitetura e tamanho de copa, ramificação e crescimento do sub-bosque. Assim, embora de maneira geral os espaçamentos ideais estejam entre o 3 m x 2,5 m, 3 m x 3m e o 4 m x 3 m, provavelmente, espaçamentos específicos possam ser ajustados para cada clone tendo em vista as suas características de ramificação, tamanho e arquitetura de copa, bifurcação e sobrevivência. Provavelmente clones com copas mais ralas, as quais permitem maior crescimento do sub-bosque, devam ser cultivados em espaçamentos mais apertados. Clones selecionados pela produtividade por área, mas que apresentam sobrevivência mais baixa do que a dos demais selecionados, provavelmente, demandam espaçamentos mais amplos.

Para plantios clonais na região dos tabuleiros costeiros da Bahia e Espírito Santo, tem sido empregados os espaçamentos 3 m x 3 m e 5 m x 2,4 m. Logicamente, a decisão para utilização destes espaçamentos envolve também aspectos econômicos relativos à colheita da madeira e mecanização dos tratamentos culturais. No entanto, clones com baixa dominância apical não devem ser cultivados em espaçamentos do tipo 5 m x 2,4 m.

A questão do espaçamento envolve também o efeito de germoplasma. Certas

espécies são mais intolerantes à competição, como por exemplo o *E. grandis* e *E. saligna*, as quais são altamente exigentes em luz. Por outro lado, *E. urophylla* e *E. pellita* são um pouco mais tolerantes. Assim, a predominância de um ou outro germoplasma na formação do clone pode fornecer informações úteis ao melhorista e ao silvicultor. Quanto à dominância apical, o *E. camaldulensis* apresenta-a de forma menos pronunciada que as demais espécies, requerendo assim, menor espaçamento para atingir uma boa forma.

### 6.3 Volumetria como Função do Espaçamento

A volumetria de clones em testes clonais, baseada em uma só medição de altura e diâmetro, tem-se mostrado inadequada em função da grande variação entre clones quanto ao fator de forma. Não raro, pode-se ver a campo clones com a mesma altura e diâmetro, portanto, com o mesmo volume calculado, apresentarem volumes reais com diferença de até 50%. Dessa forma, os clones mais cilíndricos tendem a ser prejudicados na avaliação genética.

Nos espaçamentos reduzidos, a relação hipsométrica (altura/diâmetro) e o fator de forma tendem a ser maiores, ou seja, as árvores tendem a se tornar mais cilíndricas. Por outro lado, em espaçamentos mais amplos, o fator de forma tende a ser menor, ou seja, as árvores tendem a se tornar mais cônicas. Assim, a alteração do espaçamento em relação àquele adotado nos testes clonais, pode alterar a volumetria dos clones e, inclusive, o ordenamento (ranking) dos mesmos. Pesquisas sobre volumetria para fins de melhoramento são necessárias.

## 7. Resistência ao Vento

Danos ocasionados por vendavais têm sido comuns em plantios de eucalipto, especialmente nas áreas da Cenibra e da Veracel. Tem sido observado variação quanto à resistência tanto ao nível de clones quanto de espécies. Dentre as espécies mais susceptíveis ao tombamento e/ou quebra pelo vento citam-se o *E. pellita*, *E. pilularis* e *E. cloeziana*.

Estudos relativos a resistência ao vento em eucalipto parecem não existir. Em outras espécies perenes, como a seringueira (Clément-Demange et al. 1996) e

café (Cilas et al. 2000), programas de melhoramento para esta característica têm sido desenvolvidos. No caso, a avaliação tem-se baseado na elasticidade da madeira, a qual tem permitido a seleção sem que haja a necessidade de ocorrência de ventos por ocasião da experimentação.

Os fenótipos adequados de eucalipto a serem selecionados são aqueles que não cedem ao vento ou aqueles que cedem mas retornam à posição normal. Os fenótipos indesejáveis são aqueles que quebram ou que se curvam excessivamente sem retornar à posição ereta. Provavelmente existe alguma relação entre estes graus de resistência ao vento e densidade da madeira dos clones. Estudos neste sentido devem ser realizados.

## 8. Resistência à Seca

Os estresses hídricos são comuns na vida das plantas perenes, não apenas em regiões mais áridas. Assim, no melhoramento destas plantas, é desejável considerar o caráter resistência à seca. Neste caso, as etapas básicas do processo seletivo envolveriam:

- I. determinação do período crítico da planta ao estresse hídrico (avaliar efeito da deficiência hídrica em diferentes estágios de desenvolvimento dos clones);
- II. identificação dos mecanismos de tolerância à deficiência hídrica e características auxiliares no processo de melhoramento (em mandioca avalia-se e seleciona-se pela condutância estomática e, em eucalipto na África do Sul tem-se avaliado os níveis de poliamina, conforme Spreeth et al. 2000);
- III. confirmação da tolerância ao nível de campo.

Os tipos desejáveis para seleção são aqueles eficientes na utilização de água (com maior "wue - water use efficiency") e capazes de se recuperar rapidamente após deficiência hídrica nos estágios mais críticos. A wue é definida como a produção de matéria seca por unidade de água consumida e está relacionada à transpiração. Em regiões úmidas, uma maior transpiração está associada a uma maior fixação de carbono e, portanto, a um maior crescimento. Por outro lado, em regiões secas, uma maior transpiração está

associada a uma menor wue e, portanto, a um menor crescimento.

Um exemplo prático referente a esta última questão concerne ao crescimento de três espécies no cerrado de Minas Gerais. Nestas condições, foram observados os seguintes resultados (Reis e Reis, 1993):

*E. pellita*: maior transpiração e menor crescimento;

*E. camaldulensis*: menor transpiração e crescimento intermediário;

*E. urophylla*: transpiração intermediária e maior crescimento

Verifica-se assim, uma maior adequação do *E. urophylla* ao ambiente, propiciada por uma transpiração intermediária, fato que permitiu tanto uma adequada fixação de carbono quanto uma adequada wue.

Também, *E. camaldulensis* e *E. urophylla* são espécies com maior número de indivíduos com raiz pivotante profunda. Os aspectos relatados, provavelmente, contribuíram para o sucesso do próprio *E. urophylla* e do híbrido *E. urophylla* x *E. camaldulensis* (*E. "urocam"*) no cerrado.

Um aspecto interessante é que espécies resistentes à geadas tendem a ser mais resistentes à seca, uma vez que os mecanismos de resistência são comuns, envolvendo o ajuste osmótico aos meios desfavoráveis (mecanismos de osmoregulação). No caso, as adaptações encontradas nas plantas são as mesmas, ou seja, acúmulo das substâncias e prolina, betaína, açúcares e ácido abscísico. Tais compostos são de número limitado e variam pouco entre os diferentes grupos de plantas (Yancey et al., 1982), de forma que, quando presentes em quantidades apreciáveis, indicam tolerância à seca em quaisquer espécies.

Como exemplos práticos de simultânea tolerância à geada e resistência à seca, podem ser citados os casos do *E. gunnii* na França, do *E. globulus* em Portugal e do *E. dunnii* em relação ao *E. grandis* na África do Sul. Neste sentido, existem boas possibilidades para os híbridos de *E. globulus* também para resistência à seca, além da melhoria na qualidade da madeira.

## 9. Resistência à Insetos

Dentre os mecanismos de resistência das plantas aos insetos, citam-se:

- I. antixenose: não preferência dos insetos por determinadas espécies, populações ou genótipos;
- II. antibiose: a planta acarreta efeitos adversos aos insetos prejudicando a reprodução e sobrevivência dos mesmos;
- III. tolerância: a planta suporta o ataque dos insetos sem alterar significativamente a sua performance fenotípica.

Dentre estes mecanismos, a antibiose é o mais seguro. A antixenose é o de maior risco. Isto porque, na ausência da planta preferida, os insetos podem vir a atacar outros genótipos, antes não preferidos. Na prática, é importante distinguir bem a não preferência do escape.

Geneticamente, a resistência aos insetos pode ser do tipo vertical e horizontal. A resistência vertical é monogênica ou oligogênica e refere-se à resistência a apenas uma ou poucas raças do inseto. Por outro lado, a resistência horizontal tem base poligênica ou quantitativa e é, portanto, mais duradoura e pode significar resistência a todos os biótipos da praga.

Na prática, a resistência pode ser avaliada através dos níveis de danos nas plantas, provocados pelos insetos. Estes níveis podem ser quantificados por notas ou porcentagens de ataque.

Ao nível de espécies, já existem algumas informações sobre a tolerância a certos insetos. Por exemplo, quanto ao ataque da lagarta *Thyrintina arnobia*, as espécies mais susceptíveis são *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla* e *E. cloeziana* ao passo que *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. dunnii* e *E. globulus* são comparativamente mais tolerantes (Marschalek, 2000). De maneira geral, o *E. urophylla* (que apresenta tantas características favoráveis) é uma das espécies mais susceptíveis ao ataque de insetos. Esta característica, juntamente com a alta (cerca de 14%, em média) porcentagem de casca no tronco, parecem ser as únicas características que podem ser desfavoráveis no *E. urophylla*.

## 10. LITERATURA CITADA

Chaves, R. Espaçamento em *Eucalyptus*. In: **IUFRO Conference on silviculture and improvement of Eucalyptus**. Embrapa Florestas. Colombo, 1997. v.3, p. 180 – 185.

Cilas, C.; Montagnon, C.; Bertrand, B.; Godin, C. Wood elasticity of several *Coffea canephora* Pierre clones. A new trait to be included in selection schemes. **Agronomie**, v. 20, n.4, p. 439 – 444, 2000.

Clément Demange, A; Chapuset, T.; Legnaté, H.; Costes, E.; Doumbia, A; Obouayeba, S.; Nicolas, D. Wind damage: the possibilities of an integrated research for improving the prevention of risks and the resistance of clones in the rubber tree. In: **IRRDB – Symposium on physiological and molecular aspects of the breeding of Hevea brasiliensis**, Penang, 1996, p.182-189.

Kapur, S.K.; Dogra, A S. Growth and spacing in *Eucalyptus* : a case study from Punjab. In: Calder, I.R. et al. (eds) **Growth and water use of forest plantations**. John Wiley & Sons. Chichester, 1992. p.138 – 144.

Ladeira, B.C; Reis, G.G.; Reis, M.G.F.; Silva, J.F. Biomassa de eucalipto em sítios de baixa produtividade em Minas Gerais. In: **IUFRO Conference on silviculture and improvement of Eucalyptus**. Embrapa Florestas. Colombo, 1997. v.3, p. 48 – 53.

Marschalek. R. **Resistência genética a insetos em espécies florestais: Revisão sobre o gênero Eucalyptus**. Edifurb. Blumenau, 2000. 192 p.

Reis, G.G.; Reis, M.G.F. Competição por luz, água e nutrientes em povoamentos florestais. In: **Simpósio Brasileiro de Pesquisa Florestal**, 1. Belo Horizonte, 1993. Anais... Viçosa, SIF, 1993. p.161 – 172.

Schonau, A.P.G.; Coetzee, J. Inicial spacing, stand density and thinning in eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 29, n.4, p.245 – 266, 1989.

Spreeth, M.H.; Ronde, J.A; Laurie, R.N.; Caetano, T.; Mescht, A; Bester, C. Evaluation of screening methods for drought tolerance in *Eucalyptus grandis* clones. In: ***IUFRO Conference on Forest Genetics for the Next Millenium***. ICFR. Durban, 2000. p.255.

Valeri, S.V.; Ismael, J.J.; Valle, C.F.; Alvarenga, S.F. Efeitos da densidade de plantio na produção de madeira de *Eucalyptus grandis* para celulose e energia. In: ***IUFRO Conference on silviculture and improvement of Eucalyptus***. Embrapa Florestas. Colombo, 1997. v.3, p. 154 – 157.

Yancey, Living with water stress: evolution of osmolitic systems. ***Science***, v.217, p.1214 – 1222, 1982.