



**GUSTAVO SALGADO MARTINS**

**DESEMPENHO DE CLONES DE EUCALIPTO  
EM AUTO E ALOCOMPETIÇÃO**

**LAVRAS - MG**

**2012**

**GUSTAVO SALGADO MARTINS**

**DESEMPENHO DE CLONES DE EUCALIPTO EM AUTO E  
ALOCOMPETIÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, na área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de mestre.

Orientadora

Dra. Flávia Maria Avelar Gonçalves

Coorientador

Dr. Magno Antônio Patto Ramalho

**LAVRAS - MG**

**2012**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Martins, Gustavo Salgado.

Desempenho de clones de eucalipto em auto e alocompetição /  
Gustavo Salgado Martins. – Lavras: UFLA, 2012.  
63 p.: il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.  
Orientador: Flávia Maria Avelar Gonçalves.  
Bibliografia.

1. *Eucalyptus*. 2. Competição. 3. Mistura. 4. Comportamento. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.523

**GUSTAVO SALGADO MARTINS**

**DESEMPENHO DE CLONES DE EUCALIPTO EM AUTO E  
ALOCOMPETIÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, na área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de mestre.

APROVADA em 28 de setembro de 2012.

Dr. Magno Antônio Patto Ramalho                      UFLA

Dr. João Cândido de Souza                              UFLA

Dra. Flávia Maria Avelar Gonçalves  
Orientadora

Dr. Magno Antônio Patto Ramalho  
Coorientador

**LAVRAS – MG**  
**2012**

*A minha família, por ser a base de todas as minhas conquistas e realizações.*

*A DEUS, por sempre preencher o meu espírito com boas vontades.*

## **OFEREÇO**

*Aos meus pais, Luiz Antônio e Lúcia; minhas irmãs, Janaína e Marília; aos meus avós, Plínio, Ivone e Lúcia e a todos os amigos que, durante esta “jornada”, sempre me apoiaram e confiaram em mim.*

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, por me apoiar em todos estes anos de estudos e por possibilitarem o meu crescimento pessoal e profissional, sempre me apoiando em todas as decisões que tomei.

Agradeço ao meu pai, por ser sempre o meu maior exemplo de caráter e respeito.

Agradeço à minha mãe, por ser tão amorosa e cuidadosa com todos nós.

Agradeço às minhas irmãs, por serem boas companheiras em todos os momentos.

Agradeço à CAPES, pela concessão da bolsa de estudos e por investir em educação e ciência no Brasil.

Agradeço a PLANTAR, por possibilitar a realização deste trabalho e a instalação dos experimentos. Agradeço também ao Gustavo Moura, pelo apoio e concessão dos dados, a parceria na condução do trabalho e pela grande oportunidade profissional de trabalhar com melhoramento florestal na PLANTAR.

Agradeço à UFLA, maravilhosa universidade, ambiente de grande crescimento, durante a graduação e pós-graduação.

Agradeço ao Dr. Gammon, que saiu dos Estados Unidos em 1800 e tanto e, fugindo da febre amarela em Campinas, veio com sua “trupe” fundar uma escola em uma pequena cidade do interior do Brasil. Isto é que é espírito empreendedor e solidário! Dedicado à glória de Deus e ao progresso humano.

Agradeço a todos os professores do mestrado, pelo conhecimento adquirido e pelas ótimas horas de aulas. E também por nos fazerem estudar como nunca para as tão “temidas” provas de análise de experimentos, genética de populações e genética quantitativa. Foi muito bom estudar como nunca e aprender como nunca também.

Agradeço ao professor Dr. Magno, por transmitir todo o seu enorme conhecimento em melhoramento de plantas a todos nós que tivemos o privilégio de fazer parte de uma das turmas da pós no DBI. E não só por isso, por ser esta pessoa que transborda motivação, companheirismo e conhecimento. Estar ao seu lado é sempre um aprendizado. Obrigado, por nos ensinar que trabalhar em equipe é sempre melhor e que sem dedicação ninguém pode ir longe e se sustentar em tal posição, e por ser este grande educador que, no trabalho diário, transformou e transforma a vida de tantos estudantes. Ao amigo e companheiro Magno, meu agradecimento.

Agradeço à professora Dra. Flávia Avelar, minha orientadora, por me receber de braços abertos, desde o primeiro momento em que tentei ingressar na pós-graduação da Genética. Pelas broncas merecidas e também pelos bons momentos compartilhados, avaliando experimentos, realizando cruzamentos, colhendo e plantando café, eucalipto, cedro australiano, pomar indoor, outdoor, monitoria, aulas, nossas reuniões do “Melhoramento de Perenes”, almoço do Bráulio, e tudo o mais. Como passou rápido!!! E como foi bom! Professora Flávia, sempre me lembrarei de você e agradeço enormemente pelo apoio, convivência. Peço sinceras desculpas se, em algum momento, não correspondi às suas expectativas. Conte sempre comigo!

Agradeço a todos os amigos do GEN, por sermos tão amigos. Amigos de todas as horas. As horas sérias e as horas descontraídas, a hora das festas e as horas de estudo. Agradeço aos muitos amigos mais chegados, Guizão, Fernandão, Guedes, Guilherme batateiro, Poca teia, Vává, Lidiane, Bebel, Lorão, Tânia, Cris, Juninho, Brenóvsky, Matheusóvsky, Battistelli, Bráulio, Carcaça, Davi, Zoreia, Carlão, Semente, Zé Maria, Bruninha, Camilinha, Keginho, Igão, Natália, Renatão, Prosa, Jerônimo, Jéssica, Grampola e todos os outros, que são muitos, e, claro, ao meu grande amigo Vinícius, por sempre estarmos juntos, curtindo os dois anos de mestrado que passaram rápido

demais!!! Muito Obrigado a todos vocês, meus amigos. O mundo sem a amizade seria difícil demais!!!

Por fim, gostaria de dizer que foram apenas dois anos, mas, com toda a certeza, saio muito melhor do que quando entrei e cada momento valeu demais!

Muito Obrigado!



## RESUMO

Este trabalho foi realizado com os objetivos de estimar parâmetros associados à capacidade de exercer e tolerar a competição de clones de eucalipto e comparar os seus comportamentos em auto e alocompetição, permitindo verificar o sucesso da adoção de mistura de clones. Foram utilizados seis clones comerciais pertencentes à empresa Plantar S.A., avaliados quanto à circunferência à altura do peito (CAP), altura total (HT) e volume (VOL), em três locais em Minas Gerais, sendo dois no município de Curvelo e um em Felixlândia, em dois espaçamentos 3,0 x 1,5m e 3,0 x 3,0m, aos 36 meses de idade. Cada clone foi avaliado exercendo e tolerando a competição sob todos os demais. O esquema adotado em cada experimento foi semelhante ao sistema de nove covas, sendo a central o clone sob competição e as oito restantes um mesmo clone exercendo competição. Cada clone sofrendo competição foi repetido oito vezes. Desse modo, em cada espaçamento e local foram conduzidos seis experimentos contíguos. Com os dados médios foram estimados, para cada clone, utilizando modelo semelhante ao dos cruzamentos dialélicos, os parâmetros associados à capacidade geral de exercer competição ( $c_i$ ), capacidade de tolerar competição ( $t_j$ ), capacidade específica de competição ( $s_{ij}$ ) e o desempenho *per se* ( $a_j$ ). Independente do local, do espaçamento e do clone, o desempenho da alocompetição é semelhante ao da autocompetição, indicando que a mistura dos clones, se for vantajosa sob o ponto de vista de manejo ou industrial, poderia ser realizada sem prejuízo no volume de madeira produzida. Os clones diferiram quanto à sua capacidade de exercer competição ( $c_i$ ), de tolerar a competição ( $t_j$ ) e no desempenho *per se* ( $a_j$ ). Nenhum clone apresentou  $c_i$  e  $t_j$  altos e positivos.

Palavras-chave: *Eucalyptus*. Competição. Mistura.

## ABSTRACT

This work were realized with the objectives of estimate parameters associated with the capacity to exercise and tolerate the competition of clones of eucalyptus and compare their behavior in auto and alocompetition, in order to foresee the success of the adoption of a clone mixture. Six commercial clones, belonging to company Plantar S/A were used and evaluated as to the circumference at breast height (CBH), total height (TH) and volume (VOL) in three locations in the state of Minas Gerais, two in Curvelo and one in Felixlândia, and two spacings, 3,0 x 1,5m and 3,0 x 3,0m, at the age of 36 months. Each clone was evaluated exercising and tolerating the competition under all others. The scheme adopted for each experiment was similar to a system of nine cavities, being the central one the clone under competition and the other eight a same clone exercising competition. Each clone tolerating competition was repeated eight times. Thus, in each spacing and locality six contiguous experiments were carried out. With the average data were estimated, using a model similar of that is used in diallelic crossings, the parameters associated with the general capacity to exercise competition ( $c_i$ ), the capacity to tolerate competition ( $t_j$ ), the specific capacity of competition ( $s_{ij}$ ) and the clones *per se* performance ( $a_j$ ). Independent of the locality, spacing and clone the behavior of autocompetition is similar of the alocompetition, suggesting that if the mixture of clones were advantageous under the point of forest management or industrial view, it could be realized with no losses in the wood volume production. The clones differed as to their capacity to exercise competition ( $c_i$ ), to tolerate competition ( $t_j$ ) and as to the *per se* performance ( $a_j$ ). No clone showed high and positive  $c_i$  and  $t_j$ .

Keywords: *Eucalyptus*. Competition. Mixture.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
<b>2.1</b>	<b>Os eucaliptos</b> .....	13
<b>2.2</b>	<b>Uniformidade genética</b> .....	20
<b>2.3</b>	<b>Misturas de genótipos</b> .....	22
<b>2.4</b>	<b>Competição entre plantas</b> .....	25
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	32
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	39
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	49
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	50
	<b>ANEXOS</b> .....	58

## 1 INTRODUÇÃO

A silvicultura intensiva clonal praticada com o eucalipto apresenta, atualmente, no Brasil, níveis de produção e tecnológicos reconhecidos em todo o mundo. Ela emprega o que há de mais moderno para produzir madeira com alta produtividade volumétrica e qualidade desejadas. Com o advento e o aperfeiçoamento da técnica da propagação clonal e sua aplicação na produção de mudas em escala comercial foi possível realizar o estabelecimento de florestas uniformes que hoje são amplamente utilizadas na produção de matéria-prima para uso industrial.

As empresas, geralmente, dispõem de alguns clones que são implantados em blocos monoclonais, normalmente com áreas extensas. Um questionamento plausível é: não seria vantajoso adotar misturas de clones? Assim, cada talhão seria formado por mistura de clones, quebrando-se a uniformidade genética presente nos grandes blocos monoclonais atuais.

Essa mistura poderia promover algumas vantagens, como maior estabilidade frente às variações ambientais, especialmente de tipo de solo ou condições climáticas. É esperado que, se um clone não tem bom desempenho em um ambiente, o outro poderia compensar e, desse modo, em média, o comportamento da mistura seria melhor (BRUZI et al., 2007; HELLAND; HOLLAND, 2001). Um argumento também interessante é o de que diferentes clones empregados podem diferir quanto à resistência a pragas e/ou doenças, reduzindo o risco de surtos e epidemias, devido à vulnerabilidade em razão da uniformidade genética (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1972).

Ao se considerar a adoção de mistura de clones, alguns aspectos devem ser ressaltados, principalmente os relacionados à competição existente entre as árvores que compõem a floresta. Com o emprego da mistura altera-se a competição existente entre as plantas, já que, nos blocos monoclonais, a

competição é descrita como autocompetição e, quando se adota a mistura de clones, o padrão de competição é o da alocompetição. Logo, a vantagem do emprego de uma mistura depende da escolha adequada dos clones a serem empregados, sendo imprescindível para o seu sucesso em cultivo. O ideal é associar clones que, ao serem cultivados em mistura, apresentem a menor competição possível entre si.

Embora as vantagens possam ser facilmente visualizadas, não foram encontrados muitos relatos de pesquisas envolvendo a mistura de clones de eucalipto. Esse tipo de informação já foi obtido para outras espécies, como o feijoeiro (SILVA et al., 2007) e para o eucalipto destaca-se o trabalho de Moura (2009). Nestes trabalhos foi utilizada, para estimar parâmetros associados à capacidade de exercer e tolerar a competição, uma modelagem semelhante à análise dos dialetos parciais. Nesse tipo de análise, consideram-se dois grupos no dialeto, um representando os genótipos exercendo a competição e o outro grupo representando os genótipos tolerando a competição. Com a aplicação deste tipo de análise, obtêm-se as capacidades de exercer competição, tolerar competição e capacidades específicas de competição para cada genótipo envolvido. Dessa forma, é possível estudar os efeitos da associação de genótipos em mistura com uma abordagem focada em parâmetros de competição.

Sendo assim, este trabalho foi realizado com os objetivos de estimar parâmetros associados à capacidade de exercer e tolerar a competição de clones de eucalipto e comparar o comportamento em auto e alocompetição para prever o sucesso da adoção de mistura de clones.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Os eucaliptos

Os eucaliptos são um conjunto de espécies arbóreas muito apreciadas e utilizadas para a produção de madeira, no mundo todo. São originários da Oceania e, na Austrália, concentra-se a grande maioria das espécies, com exceção de duas, *E. urophylla* e *E. deglupta*. Ocorrem naturalmente nos mais diversos ambientes, desde o clima com altas temperaturas e meses de seca encontrados nas regiões norte e central da Austrália, ao clima úmido e frio, atingindo temperaturas negativas, nas regiões mais ao sul e na Tasmânia.

Pertencem à família *Myrtaceae* e incluem mais de 600 espécies, híbridos e variedades catalogadas. Brooker (2000) apresentou uma nova proposta de classificação com apenas um gênero, *Eucalyptus*, que engloba treze subgêneros principais. Nesta classificação, o gênero *Corymbia* foi incluído dentro de *Eucalyptus* como dois dos treze subgêneros de *Eucalyptus*, sendo eles *Eucalyptus* subg. *Corymbia* e *Eucalyptus* subg. *Blakella*.

Com base em características morfológicas e moleculares, Ladiges e Udovicic (2000) comentaram a nova proposta feita por Brooker (2000), discordando do agrupamento de todos os 13 subgêneros em apenas um gênero, sugerindo que os subgêneros *Angophora*, *Corymbia* e *Blakella* são grupos distintos dentro do gênero proposto, *Eucalyptus*. Apesar da aparente falta de consenso quanto à exata classificação botânica das espécies de eucaliptos, neste trabalho será considerada a proposta por Brooker (2000), segundo a qual todas as espécies são agrupadas em um só gênero, *Eucalyptus*.

No Brasil, as principais espécies utilizadas nos reflorestamentos do gênero *Eucalyptus* pertencem a quatro subgêneros principais: *Symphyomyrthus*, que inclui as espécies *E. grandis*, *E. pellita*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E.*

*benthamii*, *E. dunni*, *E. globulus*, *E. nitens*, *E. smithii*, *E. viminalis*, *E. brassiana*, *E. camaldulensis* e *E. tereticornis*; *Idiogenes*, que inclui a espécie *E. cloeziana*; *Monocalyptus*, que inclui as espécies *E. pilularis* e *E. pyrocarpa* e *Corymbia*, com as principais espécies, *E. citriodora*, *E. torelliana* e *E. maculata* (BROOKER, 2000). Possuem tronco lenhoso, com poucas ramificações, normalmente liso e com a casca decídua. As folhas, geralmente, são alternas, coriáceas, lanceoladas, com elevada quantidade de cutina e rica em esclerênquima e, em seu hábitat, algumas espécies perdem as folhas durante as monções. Suas flores são andróginas e protândricas e são agrupadas em corimbos, panículas ou umbrelas, sendo os insetos os principais agentes polinizadores. Os frutos são capsulares e deiscentes, liberando sementes de cor preta a amarelada e de tamanho variável, entre 1 mm a 2 cm (CASTRO, 1992).

O sistema reprodutivo das espécies de eucalipto é predominantemente alógamo. A taxa de autofecundação é variável entre as espécies, sendo 10% o mais comum, mas podendo chegar a até 35% (BROWN; MATHESON; ELDRIDGE, 1975; DAVIDSON, 1977; ELDRIDGE, 1970; KRUG; ALVES, 1949; PHILLIPS; BROWN, 1977).

As principais espécies plantadas no mundo possuem  $2n = 22$  cromossomos (ELDRIDGE et al., 1993). O tamanho do genoma é variável e encontra-se na faixa de 380 milhões a até 650 milhões de pares de bases (GRATTAPAGLIA; BRADSHAW, 1994).

O grande potencial para a produção madeireira dos eucaliptos foi, primeiramente, utilizado no Brasil visando suprir às necessidades da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, tendo os primeiros trabalhos sido conduzidos pelo renomado pesquisador do gênero, Edmundo Navarro de Andrade. Ele testou 95 espécies madeireiras diferentes, incluindo muitas nativas, como a peroba, o jacarandá, o jequitibá, o cedro, a cabreúva e a canela, bem como espécies exóticas, como o carvalho-português, o cedro-do-bussaco e o eucalipto. Ao final

do seu trabalho, ele introduziu 144 espécies de eucalipto no Brasil (SAMPAIO, 1961).

Navarro de Andrade foi pioneiro no estudo, em 1925, da possibilidade da fabricação de polpa para papel com madeira de eucalipto. Contra a expectativa geral, devido ao curto tamanho das fibras, os resultados foram muitos satisfatórios na fabricação de diversos tipos de papel de boa qualidade. Um deles serviu para a impressão de uma parte da edição do “Wisconsin State Journal”, de 30 de dezembro de 1925. Um exemplar desta edição do jornal encontra-se no museu do Horto de Rio Claro (SAMPAIO, 1961).

Após a descoberta do grande potencial dos eucaliptos para a produção madeireira no Brasil, inicialmente, foram identificadas as espécies mais promissoras e diversos testes foram conduzidos em diferentes ambientes de cultivo. Até 1980, foram realizados testes de espécies e procedências e, em seguida, intensificaram-se os testes de progênies e os programas de Seleção Recorrente Intrapopulacional (SRI). A partir de 1990, programas intensivos de hibridação foram implementados (FONSECA et al., 2010).

O resultado de todos estes anos de pesquisa foi o grande aumento histórico na produção de madeira de eucalipto no Brasil. Este aumento se deve, em grande parte, ao melhoramento genético nas diferentes condições ambientais brasileiras, associado aos avanços na área de manejo florestal, proporcionando o estabelecimento de povoamentos produtivos e adequados a diferentes regiões, condizentes com os usos diversificados da madeira.

Com o aprimoramento da técnica de propagação vegetativa, foi possível o uso em larga escala de plantios clonais, surgindo diversos clones com altas performances em determinadas regiões, configurando a capitalização da interação genótipos x ambientes (FONSECA et al., 2010).

A empresa Aracruz Celulose S.A., hoje Fibria, em 1979, foi pioneira na adoção de clones de eucalipto, estabelecendo um povoamento com área de 1.000



ha. Esse pioneirismo foi impulsionado, principalmente, por problemas relacionados à ocorrência do cancro. Em estudos como o de Tomazello (1989), que tratam de resistência ao cancro, foi demonstrado que as populações originadas de sementes eram altamente segregantes para a resistência à doença e havia alta resistência em âmbito individual. Esse fato despertou o interesse pelos estudos de reprodução assexuada, visando ao aproveitamento das árvores híbridas resistentes ao cancro e superiores em crescimento e forma do tronco (FERREIRA; SANTOS, 1997).

O sucesso obtido com esta nova técnica de propagação foi enorme e a clonagem seria empregada de forma definitiva no manejo silvicultural adotado pelas grandes empresas reflorestadoras. O progresso genético observado na Aracruz S.A. para volume de madeira, a partir de 1986, foi superior a 2,5% ao ano (GONÇALVES et al., 2001).

Atualmente, são amplamente empregados clones de plantas obtidas por hibridação interespecífica, sendo esta uma forma rápida de se obter ganhos genéticos em programas de melhoramento florestal. Sua utilização, visando explorar a heterose, ou vigor de híbrido para caracteres de importância econômica e adaptativa, tem sido amplamente utilizada no Brasil. Por meio desse procedimento, é possível a complementaridade das características de crescimento, qualidade da madeira (celulose, carvão vegetal e produtos processados mecanicamente), resistência aos fatores bióticos (pragas e doenças) e abióticos (estresse hídrico e de fertilidade, ventos, etc.) (PALUDZYSZYN FILHO; SANTOS, 2011).

Entretanto, como em qualquer tecnologia, existem algumas limitações. Em geral, não ocorre a hibridação entre espécies de diferentes subgêneros. Porém, é perfeitamente possível entre espécies dentro de um mesmo subgênero, especialmente se pertencerem à mesma seção, com destaque para o híbrido entre as espécies *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, muito utilizado pelas

empresas reflorestadoras (ASSIS; WARBURTON; HARWOOD, 2005). O subgênero *Symphyomyrthus* abrange as três principais seções com a maioria das espécies de interesse, sendo elas a Seção *Transversaria*: *E. grandis*, *E. pellita*, *E. saligna* e *E. urophylla*; Seção *Maidenaria*: *E. benthamii*, *E. dunni*, *E. globulus*, *E. nitens*, *E. smithii* e *E. viminalis* e a Seção *Exsertaria*: *E. brassiana*, *E. camaldulensis* e *E. tereticornis*.

Outro importante aspecto que impulsionou o desenvolvimento da eucaliptocultura é a possibilidade de realização de seleção, prognoses, predições ou avaliações em idades precoces, ou seja, em idade anterior à do ciclo de corte. As espécies arbóreas perenes, especialmente as florestais, estão entre as mais extremas, em longevidade e complexidade de desenvolvimento. As espécies de *Eucalyptus* se encaixam neste grupo e apresentam idades de rotação que podem demorar dezenas de anos.

No melhoramento genético florestal, para haver maior sucesso dos programas, torna-se necessário diminuir o tempo gasto para se realizar o ciclo de seleção, de modo a maximizar os ganhos por unidade de tempo (BORRALHO; COTERRILL; KANOWISKI, 1992). Por essa razão, os melhoristas de espécies florestais têm procurado identificar características das árvores em idade juvenil que estejam relacionadas com aquelas de interesse econômico na fase de rotação, possibilitando, assim, predizer, nas árvores em estádios o mais juvenil possível, o desempenho no indivíduo adulto. Desse modo, diminui-se o tempo gasto para completar um ciclo de seleção, resultando em um maior ganho genético por unidade de tempo.

Várias alternativas têm sido propostas para se avaliar a viabilidade e estimar a eficiência da seleção precoce. Uma delas consiste em estimar as correlações genéticas nas diferentes idades (MAGNUSSEN, 1988). Outra opção consiste na observação de alterações nas estimativas dos parâmetros genéticos, especialmente a herdabilidade com o decorrer das idades (OTEGBEYE, 1991).

Uma terceira opção é a estimativa do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) obtido na equação de regressão linear entre a média do caráter, das famílias ou indivíduos, com a idade. Esse  $R^2$  possibilita inferir sobre a previsibilidade ou não do comportamento dos materiais ao longo dos anos e, conseqüentemente, sobre a eficiência da seleção precoce (MOURA; MELO; SILVA, 1993).

Nos trabalhos conduzidos no Brasil, com eucalipto, embora a idade de rotação seja bem menor do que em outros países, a seleção precoce também tem se mostrado eficiente. Avaliando a característica diâmetro à altura do peito em 45 progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus urophylla*, Rezende e Bertolucci (1993) encontraram um ganho indireto anual com seleção combinada aos quatro anos 56% superior ao ganho direto anual com a mesma seleção realizada na idade de rotação.

Em outro trabalho conduzido no norte do Espírito Santo e no sul da Bahia, a avaliação aos dois anos proporcionou as maiores estimativas do ganho anual, demonstrando a eficiência da seleção precoce (REZENDE; BERTOLLUCI; RAMALHO, 1994).

Estudando a viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de eucalipto, Massaro et al. (2010) constataram que, para o volume, a seleção realizada ao 25 meses apresentou eficiência de 88,8%, comparativamente à seleção praticada na idade de rotação (72 meses), identificando sete dos nove clones superiores selecionados. Ainda ressalta que a interação clones x idades para a característica volume é significativa, mas há predomínio da parte simples da interação. Resultados semelhantes foram relatados por Tolfo (2003), que identificou 14 dos 15 clones selecionados na idade de rotação para o volume. A autora ressalta que a seleção precoce praticada a partir de 24 meses de idade é promissora, proporcionando boas expectativas de ganhos na idade de rotação.

Explorando a variância genética aditiva e dominante, ao utilizar progênies de irmãos germanos, Lima et al. (2011) avaliaram a eficiência da seleção precoce com dois objetivos principais: identificação das melhores matrizes para cruzamentos e seleção das melhores árvores para clonagem. Nesse trabalho, foram empregadas 61 progênies, nas quais se avaliou a circunferência à altura do peito (CAP), aos 30 e aos 84 meses de idade. Foi observado que, para a seleção de progênies, as herdabilidades no sentido amplo, obtidas nas duas idades, foram de magnitudes muito semelhantes. Também se avaliaram as dez melhores e as dez piores progênies selecionadas aos 30 e aos 84 meses e a concordância foi de 66,21%. Das dez progênies selecionadas aos 30 meses, sete foram selecionadas aos 84 meses. A eficiência da seleção precoce ainda foi confirmada pela alta magnitude da correlação genética entre as idades (0,98) e a correlação classificatória de Spearman (0,91). Ainda mais, o ganho esperado com a seleção aos 30 meses foi 112% maior que aos 84 meses.

Para a seleção de clones, obteve-se correlação de Spearman da ordem de 83% e coeficiente de repetibilidade de 78%, indicando que, mesmo que o rank se altere com a idade, o grupo dos melhores indivíduos não se altera de forma significativa. O ganho obtido com a seleção precoce foi 31% superior. Os autores enfatizam que a melhor estratégia é realizar a seleção precoce de indivíduos superiores em testes de progênies e avaliá-los, posteriormente, em testes clonais, porém, realizando a seleção com intensidade não muito alta, garantindo que a maioria das plantas que forem selecionadas aos 30 meses serão selecionadas aos 84 meses, e também considerando que a correlação entre a performance da árvore selecionada nos testes de progênies e desta mesma árvore no teste clonal é baixa.

A avaliação precoce também obteve sucesso na prognose do volume por classe diamétrica para *Eucalyptus grandis*. Abreu et al. (2002) avaliaram a veracidade das prognoses e a eficiência do modelo para realizá-las

precocemente. A conclusão foi de que a prognose precoce do volume é viável aos 36 meses, para qualquer outra idade.

## **2.2 Uniformidade genética**

As plantas cultivadas se tornam geneticamente vulneráveis em decorrência da uniformidade que a sociedade demanda dos produtos agrícolas e também das facilidades que tal uniformidade proporciona ao trabalho dos agricultores no campo, facilitando os tratos culturais, a mecanização, a colheita e o transporte.

Um dado avanço genético que afeta a produção das culturas geralmente envolve um pequeno número de genes. Se um alelo desses genes é incorporado ou fixado em muitos clones ou genótipos, a cultura se torna uniforme para aquele alelo. Se ocorrer um patógeno com preferência por alguma característica controlada por tal alelo, podem ocorrer condições favoráveis a uma epidemia (NATIONAL ACADEMY SCIENCES, 1972).

Ao longo da história, o homem e a agricultura se depararam com algumas situações em que epidemias acarretaram grandes perdas, principalmente econômicas e sociais, sendo seus efeitos sentidos por milhões de pessoas. Na Irlanda, na década de 1840, ocorreu uma forte epidemia do oomiceto *Phytophthora infestans*, devido à uniformidade genética das plantações de batata, propagadas assexuadamente. Naquela época, a batata era uma das principais, quando não era a única fonte de alimentação de muitos irlandeses. O resultado foi a morte de quase 1,5 milhão e a migração de mais 1 milhão de pessoas, devido à fome e às suas consequências. Outros eventos semelhantes ocorreram, merecendo destaque a “Wheatless days of 1917”, nos EUA; “The Bengal famine”, que ocorreu na Índia, em 1943 e o episódio com milho denominado

“The corn leaf blight epidemic”, ou doença conhecida como requeima do milho, ocorrido em 1970 (NATIONAL ACADEMY SCIENCES, 1972).

A uniformidade genética pode assumir várias formas e não se refere apenas a um único genótipo, podendo ser, até mesmo, a um único alelo ou citoplasma, a exemplo da “corn leaf blight epidemic”. Neste episódio, a grande maioria dos híbridos de milho comercializados era variável geneticamente para muitas características, porém, uniformes para o DNA presente no citoplasma responsável pela machoesterilidade e que, ao mesmo tempo, conferia suscetibilidade ao fungo *Helminthosporium maydis*. O resultado foi uma epidemia em níveis alarmantes. Nos EUA, ocorreram perdas da ordem de 15% da produção, alcançando 50% ou mais em alguns estados do sul daquele país (NATIONAL ACADEMY SCIENCES, 1972).

A partir da década de 1990, com a utilização da clonagem em grande escala, ocorreu uma uniformização da maioria das grandes plantações de eucaliptos. A diminuição da diversidade dentro das plantações trouxe consigo um aumento na incidência de pragas e doenças sobre determinados clones, assim como impactos devidos às intempéries ocasionais (secas, geadas, etc.). Particularmente para a eucaliptocultura é possível, porém difícil utilizar agroquímicos em grande escala, já que o custo de aplicar por avião produtos químicos para cobrir todas as copas de cerca de 1.600 árvores de grandes massas foliares por hectare é muito alto, podendo inviabilizar os projetos (KAGEYAMA, 2010).

Utilizando o setor de papel e celulose como exemplo, houve também um grande crescimento na área das plantações, em função da crescente demanda por tal produto. Paralelamente, devido às pressões internacionais pela questão ambiental, as empresas florestais foram levadas à inclusão de biodiversidade nessas plantações clonais. Assim, o setor florestal foi pioneiro na implementação de áreas de proteção ambiental (áreas de preservação permanente, ou APPs e

reserva legal, ou RLs) nos hortos florestais, considerando os conceitos de diversidade genética dentro e no entorno dos talhões como essenciais para o equilíbrio na paisagem rural (KAGEYAMA, 2010).

### **2.3 Misturas de genótipos**

Com o estabelecimento de uma forte silvicultura clonal com eucalipto no Brasil, alguns questionamentos sobre a melhor utilização de novos clones podem ser feitos.

Em termos concretos, o Brasil tem o maior acervo genético de eucaliptos fora da Austrália e da Indonésia e, se o principal objetivo da silvicultura clonal brasileira é a maior produção de madeira no menor lapso de tempo por unidade de área, com as qualidades desejadas para polpa ou qualquer outro segmento da silvicultura intensiva, há a necessidade de serem reduzidos os riscos ecológicos, fitossanitários e éticos das plantações altamente sofisticadas (FERREIRA, 1992).

Os programas de melhoramento devem, portanto, trabalhar prioritariamente para melhorar a adaptação, a plasticidade e a produtividade das espécies florestais e não atuar intensivamente na variabilidade natural ainda existente, visando, acima de tudo, selecionar uma “superárvore” para futuros plantios clonais. Propagação vegetativa não é um método de melhoramento, mas sim uma ferramenta para utilizar mais rapidamente os ganhos genéticos aditivos e não aditivos (FERREIRA, 1992).

Uma árvore melhorada é aquela que tem a habilidade para se adaptar ao sítio, vegetar bem (dentro dos limites de clima e solo) e superar as doenças, pragas e os estresses naturais que vão ocorrer durante sua vida (DARROW, 1984).

Visando aumentar a adaptação, a estabilidade e a produtividade dos povoamentos, o uso de misturas de clones pode ser uma interessante alternativa. As principais vantagens atribuídas ao uso de misturas sobre o plantio de seus componentes em monocultura podem incluir maior produção, maior estabilidade e maior e mais durável resistência às doenças e insetos. É esperado que, se um clone não tem bom desempenho em um ambiente, o outro pode compensar. Desse modo, em média, o comportamento da mistura seria melhor (BISOGNIN et al., 1995; BRUZI et al., 2007; HELLAND; HOLLAND, 2001; MASTRANTONIO et al., 2004; MOURA, 2009; SMITHSON; LENNÉ, 1996).

Conceitualmente, existem algumas abordagens propostas à mistura de genótipos, sendo uma das mais utilizadas o conceito das multilinhas. As multilinhas são misturas de componentes cuidadosamente testados e selecionados que diferem em poucas características chave, usualmente resistência a diferentes raças de um mesmo patógeno ou outro caráter de interesse, mas que são agrônômica e fenologicamente similares. Diferem das misturas porque seus componentes são gerados em um programa de melhoramento e podem ser preparados para uma complexa adição de alelos de resistência ou alelos de outras características em um programa paralelo utilizando, por exemplo, retrocruzamentos. Por outro lado, as misturas são criadas com uma fundamentação mais casual e não necessariamente há uma preparação dos componentes em um programa de melhoramento (JENSEN, 1988).

Na literatura não existem muitos relatos sobre a adoção de misturas utilizando espécies florestais. Porém, para as espécies cultivadas, são muitos os trabalhos que abordam o seu uso, envolvendo diversas espécies, tais como soja, feijão, aveia, centeio e cevada. Nem sempre os resultados encontrados são concordantes.



Na agricultura moderna, a vantagem de produtividade das misturas na maioria dos casos é pequena. Mas, ao analisar aspectos agrônômicos e de doenças, é claro que maior estabilidade e menor severidade de doenças são aspectos comumente atribuídos às misturas em relação aos seus componentes em monocultura (SMITHSON; LENNÉ, 1996).

Em um estudo teórico, Marshall e Brown (1973) afirmam que a produtividade da mistura será sempre menor que sua melhor linha pura, entretanto, sua estabilidade será tanto maior quanto forem as flutuações no ambiente, reforçando que a mistura de linhagens não apresenta vantagens em condições ambientais uniformes. Resultados semelhantes foram encontrados por Solliman e Allard (1991), com cevada.

Trabalhando com aveia, Frey e Maldonado (1967) verificaram que a mistura teve uma leve superioridade de produção em relação aos seus componentes apenas nos ambientes com maior nível de estresse, porém, Shorter e Frey (1979) não acharam diferença entre a performance da mistura e das linhas puras.

Quanto à estabilidade de produção, diversos autores concordam que uma mistura de cultivares é mais estável que seus componentes ou linhas puras para diversas culturas, como em cevada (CLAY; ALLARD, 1969), aveia (QUALSET; GRANGER, 1970), soja (SCHUTZ; BRIM; USANIS, 1968; WALKER; FEHR, 1987) e centeio (PFAHLER, 1965).

Para soja, Bisognin et al. (1995) relatam que a utilização de mistura acarretou aumentos no rendimento em relação à média e, até mesmo, ao melhor componente em estande puro, além da capacidade estabilizadora conferida. Ainda ressaltam que é possível que existam combinações genotípicas superiores e, para cada uma, pode existir uma proporção mais favorável na qual cada um dos genótipos é beneficiado pela competição intergenotípica e apresenta o máximo de rendimento em mistura.

As comparações entre misturas e seus componentes podem apresentar resultados variados por causa das variações genotípicas entre os componentes e suas contribuições para a performance da mistura (HELLAND; HOLLAND, 2001). Por isso é importante estimar parâmetros que permitam a escolha dos melhores componentes que formarão uma mistura com performance superior.

O uso de multilinhas para maior controle de doenças tem sido relatado em trabalhos que mostraram uma contribuição para a menor incidência de alguns patógenos do que quando em cultura pura (HELLAND; HOLLAND, 2001; MILLE; JOUAN, 1997; SILVA, 2008). Isso ocorre devido ao fato de as plantas resistentes funcionarem como barreira física à disseminação dos esporos pelo ar, limitando a quantidade de inóculo depositado nos componentes suscetíveis da mistura. Também ocorre diluição do inóculo pela falta de sua produção nas plantas resistentes e menor quantidade nos hospedeiros suscetíveis, devido à deposição de alguns esporos produzidos nas plantas resistentes (FINCKH et al., 2000).

A multilinha pode, também, induzir a resistência de seus componentes (PINK, 2002). Isso pode ocorrer se um esporo não virulento cair sobre um componente da multilinha e induzir a resposta do mecanismo de defesa, protegendo-o contra outro esporo virulento.

#### **2.4 Competição entre plantas**

A competição entre plantas pode ocorrer entre indivíduos da mesma espécie (competição intraespecífica) ou de espécies diferentes (competição interespecífica). A competição intraespecífica ainda pode ser dividida em duas categorias: alocompetição, ou competição intergenotípica, que é a competição entre plantas com diferentes constituições genéticas e a autocompetição, ou competição intragenotípica ou isocompetição, que é a competição entre

indivíduos de mesma constituição genética. Plantas com maior semelhança genética tendem a competir de forma mais intensa que plantas sem relação ou com fraca relação genética. Quanto mais próxima é a relação genética entre as plantas, mais similares são suas exigências ambientais. Isso implica que, para uma dada densidade de plantio e uma dada oferta de nutrientes, a autocompetição deve ter efeitos mais severos quanto ao desenvolvimento, à taxa de sobrevivência e à fertilidade das plantas (BOS; CALIGARI, 1995).

A competição pode ainda ser classificada quanto ao modo de interação que ocorre entre as plantas competidoras. A competição por exploração ocorre quando um indivíduo consome um recurso e o torna não disponível a outros e os indivíduos que competem podem realmente nunca se encontrarem. A competição por interferência ocorre quando dois indivíduos interagem diretamente e um sai derrotado pelo outro (FUTUYMA, 1992).

Considerando duas plantas potenciais competidoras, enquanto o conteúdo de água, nutrientes, luz, temperatura, oxigênio e dióxido de carbono está acima das suas necessidades, elas não competem. Mas, quando um destes fatores diminui abaixo da demanda necessária das plantas, a competição tem início. Na fase reprodutiva ocorre, ainda, competição por agentes polinizadores e dispersores. Em suma, a competição e seus efeitos sobre o desenvolvimento e produção das plantas são variáveis e dependem do estágio de desenvolvimento (CASTRO; GARCIA, 1996).

Na área florestal, o manejo adotado e a idade de corte ideal estão intimamente relacionados à competição entre as árvores. Os povoamentos são projetados para que, no momento em que as plantas começarem a competir mais fortemente, podendo acarretar em perda de produção e morte de indivíduos, seja também o momento de corte. Sendo assim, o tipo de competição que predomina nos blocos monoclonais é a autocompetição por exploração. A idade ideal de corte é obtida equilibrando-se as rotações econômicas e silviculturais, sendo as

estimativas mais utilizadas as de incremento médio anual (IMA) e incremento corrente anual (ICA), bem como análises econômicas que empregam índices, como VPL (valor presente líquido) e TIR (taxa interna de retorno), entre outros. De modo geral, para a cultura do eucalipto, observa-se que, ao disponibilizar uma área útil por planta entre 6 e 10 m<sup>2</sup>, a idade ideal de corte ocorra entre 5 e 7 anos (RESENDE et al., 2004).

Na experimentação genética florestal, um dos fatores que podem confundir o pesquisador é a competição que se estabelece entre as plantas do ensaio. Esse fenômeno é pronunciado em espécies florestais e perenes, de modo geral, devido à própria constituição dos experimentos, que ocupam grandes áreas por alguns anos, além do uso de parcelas pequenas com poucas plantas ou dispostas linearmente, intensificando os efeitos da competição. Esses efeitos podem levar a um mascaramento do real potencial produtivo de cada genótipo. Com isso, é possível empregarem-se modelos estatísticos genéticos que minimizem o viés produzido pelo desenvolvimento não igualitário da vizinhança, considerando parâmetros de competição nas análises estatísticas (LEONARDECZ NETO; VENCOVSKY; SEBBENN, 2003).

No nosso contexto, porém, interessam os trabalhos nos quais os parâmetros de competição são aplicados ao estudo do comportamento dos genótipos quando cultivados em mistura, pois a escolha adequada dos clones é essencial para o seu sucesso.

Ao avaliar a competição existente quando se adota o uso de misturas, Silva et al. (2007), trabalhando com feijão, utilizaram metodologia semelhante à análise de dialelos parciais. Os dialelos parciais envolvem a avaliação de genitores dispostos em dois grupos, pertencentes ou não a um conjunto comum, sendo as inferências feitas para cada grupo. O modelo semelhante aplicado ao estudo da competição considera dois grupos distintos, um que exerce a

competição e outro sob competição. Essas análises são baseadas pelo modelo apresentado por Federer et al. (1982), apresentado a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + b_k + (t_i + t_j + c_i + c_j) + s_{ij} + e_{ijk}$$

em que

$Y_{ijk}$ : observação do genótipo  $i$ , em mistura com o genótipo  $j$ , avaliado no bloco  $k$ ;

$\mu$ : média geral;

$b_k$ : efeito do bloco  $k$ ,  $k=1, 2, \dots, r$ ;

$t_i$ : efeito do genótipo  $i$ , quando em cultura pura,  $i=1, 2, \dots, n$ ;

$t_j$ : efeito do genótipo  $j$ , quando em cultura pura,  $j=1, 2, \dots, l$ ;

$c_i$ : efeito geral de competição do genótipo  $i$ , quando em mistura;

$c_j$ : efeito geral de competição do genótipo  $j$ , quando em mistura;

$s_{ij}$ : efeito específico de competição do genótipo  $i$  e  $j$ , para  $i < j = 2, \dots, n$ , com  $s_{ij} = s_{ji}$  e  $s_{ii} = 0$  ;

$e_{ijk}$  : erro experimental associado à observação .

Quando em monocultura, o modelo seria:

$$Y_{ik} = \mu + b_k + t_i + e_{ik}$$

em que

$Y_{ik}$ : observação referente ao genótipo  $i$ , quando em monocultura e avaliada no bloco  $k$ ;

$\mu$ : média geral;

$b_k$ : efeito do bloco  $k$ ,  $k=1, 2, \dots, r$ ;

$t_i$ : efeito do genótipo  $i$  em monocultura,  $i=1, 2, \dots, n$ ;

$e_{ik}$ : erro experimental associado à observação  $Y_{ik}$  .

Os estimadores para os componentes do modelo seriam:

$$\hat{\mu} = \bar{Y}_{..} = Y_{..} / r n$$

$$\hat{t}_i = (Y_{.i} - r \hat{\mu}) / r$$

$$\hat{c} = [2 Y_{.i} - (n-2) Y_{.i} - 2 Y_{..} / (n-1)] / r(n-2)$$

$$nr(n-1) \bar{c} = r(n-1) \sum_{i=1}^n c_i = 2Y_{..} - (n-1)Y_{..}$$

$$s_{ij} = [Y_{.ij} - r \hat{\mu} - r (\hat{t}_i + \hat{t}_j + \hat{c}_i + \hat{c}_j) / 2] / r$$

$$\hat{b}_k = [2Y_{k..} - n(n+1) \hat{\mu} - n(n-1) \bar{c}] / n(n+1)$$

O parâmetro  $\hat{c}$  é usado para descrever a diferença média entre o desempenho dos genótipos em monocultura e mistura. Quando somente os valores da mistura são disponíveis, podem-se obter soluções para as somas  $\mu + c$  e  $t_i + c_i$ , mas não se podem estimar os componentes individuais dessa soma.

O modelo descrito anteriormente é aplicado quando a produção do genótipo individual não pode ser separada dentro da mistura. Assim, somente a produção da monocultura e a combinação da resposta da mistura são disponíveis para análises estatísticas. Foi mencionado um segundo modelo, ou modelo alternativo, considerado quando a resposta individual de cada genótipo na mistura é disponível, o qual possibilita a estimação de um maior número de parâmetros.

As equações utilizadas nesse segundo modelo para monocultura permanecem as mesmas citadas no primeiro modelo. Para mistura, as equações são alteradas.

$$Y_{ik(j)} = (\mu + b_k + t_i + c_i) / 2 + s_{i(j)} + e_{ik(j)}$$

e

$$Y_{jk(i)} = (\mu + b_k + t_j + c_j) / 2 + s_{j(i)} + e_{jk(i)}$$

em que

$Y_{ijk}$ : produção do genótipo  $i$ , quando em mistura com o genótipo  $j$ , avaliada no bloco  $k$ ;

$\mu$ : média geral;

$b_k$ : efeito do bloco  $k$ ,  $k=1, 2, \dots, r$ ;

$t_i$ : efeito do genótipo  $i$ , quando em cultura pura,  $i=1, 2, \dots, n$ ;

$t_j$ : efeito do genótipo  $j$ , quando em cultura pura,  $j=1, 2, \dots, l$ ;

$c_i$ : efeito geral de competição do genótipo  $i$ , quando em mistura;

$c_j$ : efeito geral de competição do genótipo  $j$ , quando em mistura;

$s_{i(j)}$ : efeito específico de competição do genótipo  $i$  e  $j$ , quando juntos em mistura, ( $j = 1, 2, \dots, n; j \neq i$ ) e  $s_i = 0$ ;

$s_{i(j)}$ : efeito específico de competição do genótipo  $i$  e  $j$ , quando juntos em mistura, ( $j = 1, 2, \dots, l; i \neq j$ ) e  $s_j = 0$ ;

$e_{ijk}$ : erro experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ .

Em trabalho pioneiro de estudo da possibilidade do emprego de mistura de clones na cultura do eucalipto, Moura (2009) estimou parâmetros de competição para as variáveis altura e circunferência à altura do peito (CAP), aplicando a metodologia de análise com modelo semelhante ao do dialelo parcial. Foram avaliados seis clones em diferentes locais, espaçamentos e épocas de avaliação, aos 12 e aos 18 meses.

O comportamento relativo dos clones não se alterou de modo expressivo nos diferentes espaçamentos, locais e épocas de avaliação, apesar das interações significativas entre a auto/alocompetição e estes efeitos. Quanto ao desempenho dos clones, os que exerceram menor competição foram os mais produtivos *per se*, e vice-versa. Já as estimativas de tolerância à competição comportaram-se de maneira contrária, ou seja, os clones que exerceram menor competição foram, também, os que menos toleraram. De modo geral, tanto para o CAP como altura,

o desempenho em autocompetição e alocompetição foi muito semelhante. Nenhum clone apresentou baixa capacidade de exercer e alta capacidade de tolerar a competição. Apenas com a seleção direcionada para os dois parâmetros é que se pode obter clones que associem baixa capacidade de competição e alta capacidade de tolerá-la.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de competição de clones foram instalados, em fazendas pertencentes à empresa florestal Plantar S/A, em três locais e em duas épocas distintas, conforme detalhado na Tabela 1. Os dados pluviométricos de cada ambiente, nos 12 meses iniciais, estão apresentados na Tabela 2.

Em função do desempenho e uso atual, foram escolhidos e avaliados seis clones de eucalipto: A, B, C, D, E e F. Os clones A, B, D, E e F são provenientes de populações de *Eucalyptus urophylla* e o clone C é um híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis*. Os experimentos foram plantados em dois espaçamentos (3,0 m x 1,5 m) e (3,0 m x 3,0 m), utilizando-se um esquema semelhante a um sistema de nove covas, com uma planta por parcela.

Tabela 1 Descrição e localização geográfica dos locais e época de instalação dos experimentos

Local	Data de implantação	Cidade	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Precipitação média (mm)
1 – Meleiro	Mar/2008	Curvelo	700	18° 50'S	44° 35'O	1380
2 – Buritis	Mar/2008	Felixlândia	617	18° 39'S	45° 02'O	1291
3 – Lagoa do Capim	Ago/2007	Curvelo	700	18° 50'S	44° 35'O	1380

Tabela 2 Dados pluviométricos mensais relativos aos 12 meses iniciais, dos três locais de instalação dos experimentos, em mm

Local	mar/08	abr	mai	Jun	jul	ago	Set	out	nov	dez	jan	fev/09	TOTAL
<b>Local 1</b>	249	23	0	0	0	9	34	24	301	325	243	193	<b>1401</b>
<b>Local 2</b>	144	0	0	0	0	0	9	6	170	266	218	198	<b>1011</b>
Local 3	ago/07	set	out	nov	dez	jan	Fev	mar	abr	mai	jun	jul/08	TOTAL
<b>Local 3</b>	0	0	6	108	102	475	166	249	23	0	0	0	<b>1129</b>

Em cada local foi avaliado cada clone que estivesse exercendo e sofrendo competição nos dois espaçamentos de plantio. O esquema adotado em cada experimento é apresentado nas Figuras 1 e 2.

A letra A, na Figura 2, identifica o clone A exercendo competição e circundando outro clone identificado pelas letras A, B, C, D, E e F. Nota-se, também, que o clone sofrendo competição é repetido oito vezes. O mesmo experimento foi adotado para os clones B, C, D, E e F exercendo competição. Desse modo, em cada espaçamento foram instalados 6 experimentos contíguos, de modo que, em cada local, foram conduzidos 12 experimentos, totalizando 36.

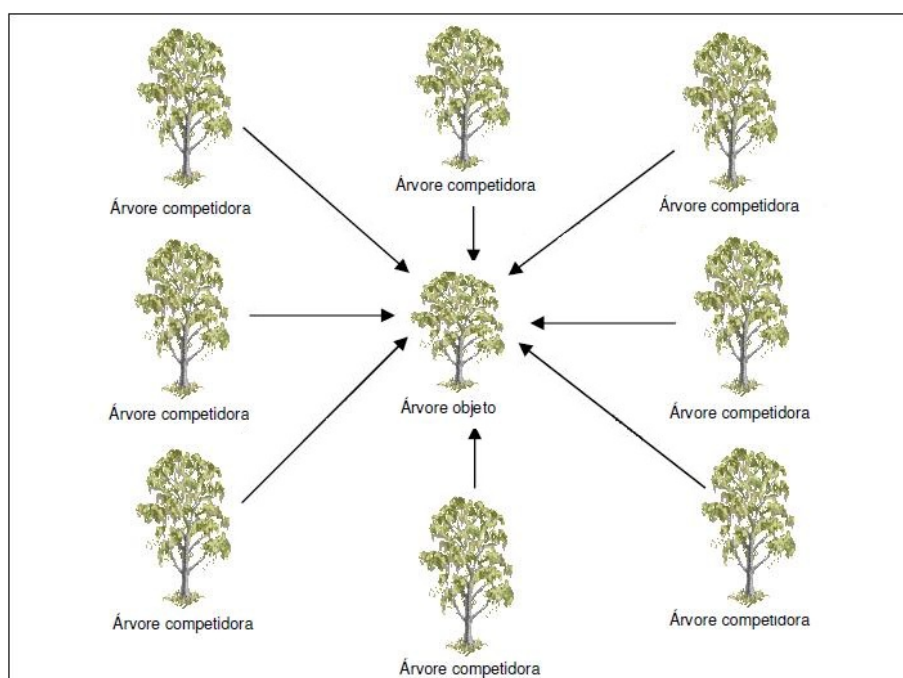


Figura 1 Sistema de nove covas empregado para avaliar os efeitos da competição



transversal obtida pelo CAP pela altura. Os resultados estão expressos em decímetros cúbicos. Foi preferida a utilização desta unidade ( $\text{dm}^3$ ) devido ao pequeno volume individual das árvores, o que facilita a interpretação dos resultados.

Inicialmente, foi realizada uma análise de variância do tipo entre e dentro (STEEL; TORRIE; DICKEY, 1997), por experimento (clone exercendo competição). Posteriormente, foi efetuada uma análise de variância envolvendo todos os experimentos em um dado espaçamento e ambiente.

Para avaliar o efeito do espaçamento, foi realizada uma análise de variância envolvendo os dois espaçamentos, por local e, para avaliar o efeito do local, foi realizada uma análise de variância envolvendo os três locais, por espaçamento.

Na análise conjunta, foi realizada uma análise de variância envolvendo todos os locais e espaçamentos, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijwug} = \mu + a_i + t_j + (at)_{ij} + s_w + (as)_{iw} + (ts)_{jw} + (ats)_{ijw} + l_u + (al)_{iu} + (tl)_{ju} + (atl)_{iju} \\ + (sl)_{wu} + (asl)_{iwu} + (tsl)_{jwu} + (atsl)_{ijwu} + \bar{\epsilon}_{ijwug}$$

em que

$Y_{ijwug}$ : observação referente à competição exercida pelo clone  $i$  (experimento),  
sob o clone  $j$ , no espaçamento  $w$ , no local  $u$  e na repetição  $q$ ;

$\mu$ : média geral do experimento;

$a_i$ : efeito do clone  $i$  exercendo competição (experimento),  $i = 1, 2, \dots, 6$ ;

$t_j$ : efeito do clone  $j$  sob competição,  $j = 1, 2, \dots, 6$ ;

$(at)_{ij}$ : efeito da interação entre o clone  $i$  que exerce competição e o clone  $j$  sob competição;

$s_w$ : efeito do espaçamento  $w$ ,  $w = 1, 2$ ;

$(as)_{iw}$ : efeito da interação entre o clone i exercendo competição e o espaçamento w;

$(ts)_{jw}$ : efeito da interação entre o clone j sob competição e o espaçamento w;

$(ats)_{jw}$ : efeito da interação entre o clone i exercendo competição, o clone j sob competição e espaçamento w;

$l_u$ : efeito do local u,  $u = 1, 2, 3$ ;

$(al)_{iu}$ : efeito da interação entre o clone i exercendo competição e o local u;

$(tl)_{ju}$ : efeito da interação entre o clone j sob competição e o local u;

$(atl)_{iju}$ : efeito da interação entre o clone i exercendo competição, o clone j sob competição e o local u;

$(sl)_{wu}$ : efeito da interação entre o espaçamento w e o local u;

$(asl)_{iwu}$ : efeito da interação entre o clone i exercendo competição, o espaçamento w e o local u;

$(tsl)_{jwu}$ : efeito da interação entre o clone j sob competição, o espaçamento w e o local u;

$(atsl)_{ijwu}$ : efeito da interação entre o clone i exercendo competição, o clone j sob competição, o espaçamento w e o local u;

$\bar{\epsilon}_{ijwuq}$ : erro experimental médio associado à observação  $Y_{ijwuq}$ , com  $\bar{\epsilon}_{ijwuq} \cap N(0, \sigma^2)$ .

Com os dados médios, foram obtidas matrizes semelhantes às apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 Matriz representando as médias dos tratamentos utilizados para estimar os parâmetros de competição. Nas linhas estão os clones exercendo competição (i) e, nas colunas, os clones sob competição (j)

i/j	A	B	C	D	E	F	$Y_{.i}$
A	<b>AA</b>	AB	AC	AD	AE	AF	$Y_{A.}$
B	BA	<b>BB</b>	BC	BD	BE	BF	$Y_{B.}$
C	CA	CB	<b>CC</b>	CD	CE	CF	$Y_{C.}$
D	DA	DB	DC	<b>DD</b>	DE	DF	$Y_{D.}$
E	EA	EB	EC	ED	<b>EE</b>	EF	$Y_{E.}$
F	FA	FB	FC	FD	FE	<b>FF</b>	$Y_{F.}$
$Y_{.j}$	$Y_{.A}$	$Y_{.B}$	$Y_{.C}$	$Y_{.D}$	$Y_{.E}$	$Y_{.F}$	$Y_{..}$

Utilizando as matrizes de médias, foram estimados parâmetros de competição utilizando uma modelagem semelhante à análise dialélica parcial para combinações híbridas. O modelo empregado encontra-se em acordo com o trabalho de Federer et al. (1982):

$$\bar{V}_{ij} = \mu + c_i + z_j + s_{ij} + e_{ij}$$

em que

$\bar{V}_{ij}$ : média do clone j sofrendo competição do clone i;

$\mu$ : média geral do experimento;

$c_i$ : capacidade de exercer competição do clone i;

$z_j$ : tolerância à competição do clone j, cujo componente envolve o efeito *per se* do clone sob competição ( $a_j$ ) e o efeito de tolerância à competição propriamente dito ( $t_j$ ), ou seja,  $z_j = a_j + t_j$ .

$s_{ij}$ : é a capacidade específica de competição do par de clones i e j;

$e_{ij}$ : erro experimental associado à observação  $\bar{V}_{ij}$ , com  $e_{ij} \cap N(0, \sigma^2)$ .

Para estimar o  $a_j$ , considerou-se  $i=j$ , ou seja, o clone exercendo competição sobre si mesmo, sendo, portanto, os valores da diagonal da matriz (Tabela 3).

Assim,

$$a_j = \bar{Y}_{jj} - \bar{Y}_{..}^* \quad \text{e} \quad t_j = z_j - a_j$$

em que

$\bar{Y}_{jj}$ : média do clone  $j$  em autocompetição;

$\bar{Y}_{..}^*$ : média geral dos clones em autocompetição.

Para estimar os parâmetros  $c_i$ ,  $z_j$  e  $s_{ij}$ , foi empregado o método dos quadrados mínimos. Para verificar a significância dos parâmetros estimados foi realizado o teste “t” de Student, atestando se as estimativas, estatisticamente, diferem de zero, considerando 5% de significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância por clones exercendo competição, nos dois espaçamentos e nos três locais, são apresentados na Tabela 1A. A maioria dos experimentos apresentou efeito entre clones significativo ( $P \leq 0,05$ ) para CAP, HT e VOL. Dos 36 experimentos, para o volume, em apenas 4 a fonte de variação entre clones foi não significativa ( $P \leq 0,05$ ).

O volume de madeira é um produto da altura e diâmetro das plantas multiplicado por uma constante (KAGEYAMA; VENCOVSKY, 1983; PAULA et al., 2002; PEREIRA et al., 1997; TOLFO et al., 2005). Por sua vez, a altura e o diâmetro são dependentes de inúmeros outros caracteres. Assim, a alteração no volume devido à auto ou alocompetição capitaliza os efeitos que ocorrem em praticamente todos os demais caracteres da planta. Por essa razão, na apresentação dos resultados, ênfase será direcionada ao volume de madeira.

Um trabalho como este, para poder ser generalizado, deve envolver ampla variação nas condições ambientais. Entre os fatores ambientais que podem afetar o resultado está a idade das árvores. Esse trabalho foi inicialmente avaliado aos 12 e aos 18 meses (MOURA, 2009) e, posteriormente, aos 36 meses. Aqui foram apresentados os resultados aos 36 meses, que foram muito semelhantes aos obtidos aos 12 e aos 18 meses. A competição não se alterou com o avanço da idade. Na eucaliptocultura, são comuns relatos de eficiência da seleção precoce (BORRALHO; COTERRILL; KANOWISKI, 1992; LIMA et al., 2011; MARQUES JÚNIOR; ANDRADE; RAMALHO, 1996; PEREIRA et al., 1997; RIEMENSCHNEIDER, 1988), o que é mais um argumento favorável à possibilidade de não se esperar grandes alterações na competição com a idade.

Os três locais em que foram conduzidos os experimentos são bem distintos (Tabela 1), no que se refere à fertilidade, ao tipo de solo, à disponibilidade de água, à temperatura e outros fatores. Verifica-se, pelos dados



da Tabela 4, que ocorreu diferença significativa ( $P \leq 0,01$ ) entre os locais para os três caracteres avaliados.

Observou-se, por exemplo (Tabela 2A), que a média do local 3 - Lagoa do Capim, superou em aproximadamente 25% a média dos outros dois locais. Deve ser mencionado que esses locais também diferiram com relação à época de plantio. No local 3, a instalação dos experimentos ocorreu em agosto de 2007, portanto, as árvores aproveitaram todo o período de chuva da região. Nos outros dois locais, os experimentos foram plantados em março de 2008, no final do período chuvoso (Tabela 2).

Tabela 4 Análise de variância conjunta para a circunferência à altura do peito, em centímetros (CAP); altura total, em metros (HT) e volume, em decímetros cúbicos (VOL)

FV	CAP		HT		VOL	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Locais (L)	2	1223,3**	2	407,78**	2	55877,8**
Espaçamentos (S)	1	30090,2**	1	476,86**	1	596435,5**
L x S	2	99,556**	2	62,11**	2	1426,95*
Tratamentos (T)	35	303,55**	35	47,43**	35	7105,73**
CGC	5	462,00**	5	52,46**	5	4159,12**
CTC	5	1531,5**	5	260,40**	5	43032,04**
CEC	25	26,41*	25	3,69*	25	506,48*
L x T	70	42,24**	70	14,97**	70	1471,70**
L x CGC	10	73,45**	10	65,02**	10	4796,07**
L x CTC	10	63,06**	10	15,04**	10	2050,40**
L x CEC	50	31,76**	50	4,88**	50	688,58**
S x T	35	55,79**	35	13,30**	35	1402,48**
S x CGC	5	87,65**	5	49,11**	5	3399,65**
S x CTC	5	171,5**	5	17,41**	5	3596,79**
S x CEC	25	26,46*	25	5,33**	25	573,71**
L x S x T	70	36,10**	70	11,22**	70	1381,30**
L x S x CGC	10	75,64**	10	46,53**	10	4964,68**
L x S x CTC	10	48,06**	10	8,49**	10	1322,76**
L x S x CEC	50	25,80**	50	4,71**	50	676,55**
Erro	1498	15,91	1497	2,35	1497	317,51
<b>Média</b>		34,77		16,88		80,77

\* significativo, a 5%, \*\* significativo, a 1%, <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F

Espera-se que a competição entre plantas seja afetada pelo espaçamento. A utilização, neste experimento, de dois espaçamentos se deu com o objetivo de comprovar esse fato. Foi detectada diferença significativa ( $P \leq 0,01$ ) entre eles, para todos os caracteres (Tabela 4). Como era esperado, o volume por planta, independente do clone avaliado ou local, foi maior no espaçamento de 3,0 x 3,0 m do que no de 3,0 x 1,5 m (Tabela 5).

A condição principal para que este estudo possa fornecer as informações fidedignas da auto e alocompetição é que os clones sejam diferentes para os caracteres que estão sendo avaliados. Só deverá ocorrer diferença em auto ou alocompetição se os clones envolvidos forem genotipicamente diferentes, sobretudo na expressão dos fatores ambientais. Foi detectada diferença significativa entre os clones (Tabela 4). Observou-se que o teste de F foi significativo ( $P \leq 0,01$ ) para as diferentes combinações dos clones, 6 em auto e 30 em alocompetição.

Tabela 5 Médias dos clones em autocompetição (Auto) e alocompetição (Alo) para o volume, em decímetro cúbico, na média dos locais para os espaçamentos e na média dos espaçamentos para os locais. Dados obtidos aos 36 meses de idade

Clones	Espaçamentos				Locais					
	3,0 x 1,5		3,0 x 3,0		1		2		3	
	Auto	Alo	Auto	Alo	Auto	Alo	Auto	Alo	Auto	Alo
A	58,23	37,96	80,20	83,93	60,10	65,33	58,05	51,83	89,50	65,67
B	56,07	69,01	103,23	97,15	68,30	80,59	70,00	71,70	100,65	96,96
C	54,67	53,91	88,93	89,89	65,60	72,66	72,50	61,36	77,30	81,67
D	65,57	68,09	91,13	95,59	70,30	79,13	72,60	73,38	92,15	93,01
E	72,70	75,49	123,67	117,91	95,80	82,75	92,75	96,68	106,00	110,66
F	64,77	67,39	103,43	112,56	80,10	85,60	68,80	84,70	103,40	99,62
<b>Média</b>	62,00	61,97	98,43	99,50	73,37	77,68	72,45	73,28	94,83	91,27

Locais: 1 - Meleiro; 2 - Buritis; 3 - Lagoa do Capim

Na análise de variância, têm-se as fontes de variação capacidade geral de exercer a competição (CGC), capacidade geral de tolerar competição (CTC) e capacidade específica de competição (CEC). Como se pode observar, todas estas

fontes de variação também foram significativas ( $P \leq 0,05$ ), com exceção da CEC no local 3 - Lagoa do Capim (Tabelas 4 e 3A).

A existência de variação entre os clones nos locais e espaçamentos contribuiu para que todas as fontes de variação que envolvem interações dos fatores apresentassem teste de F significativo (Tabela 4, 4A e 5A), indicando que o comportamento dos clones em tolerar ou exercer a competição não foi coincidente nos diferentes locais e nos dois espaçamentos.

A ocorrência de interação genótipos por ambientes significativa é comum na literatura com a cultura do eucalipto na região em que foi conduzida esta pesquisa (ANDRADE et al., 2006; LIMA et al., 2011; PEREIRA et al., 1997).

Também, o comportamento dos clones em auto e alocompetição não foi coincidente nos diferentes ambientes avaliados. Entretanto, o efeito do espaçamento na competição foi muito semelhante (Tabela 5). As médias em auto e alocompetição foram praticamente as mesmas. Os clones A e C tiveram melhor desempenho em auto do que em alocompetição no espaçamento de 3,0 x 1,5 m. No espaçamento de 3,0 x 3,0 m, os clones B e E foram os que apresentaram maior volume médio. Com relação aos locais na média dos clones, o desempenho em auto e alocompetição foi semelhante, enquanto o comportamento dos clones dentro de cada local variou um pouco. No local 1 - Meleiro, o volume médio do clone E foi maior em auto do que em alocompetição, enquanto nos dois outros locais ocorreu o contrário. Mas, as diferenças foram de pequena magnitude.

Mesmo ocorrendo interação, é importante verificar o que ocorreu na média dos ambientes (Tabela 6). Constatou-se que o volume médio de madeira dos clones em auto e alocompetição foi praticamente o mesmo.

Tabela 6 Efeitos da autocompetição (Auto) e alocompetição (Alo) para o volume, em decímetros cúbicos, estimados na média dos locais e espaçamentos, aos 36 meses de idade

	Clones						Média
	A	B	C	D	E	F	
Autocompetição	69,22	79,65	71,80	78,35	98,18	84,10	80,22
Alocompetição	60,94	83,08	71,90	81,84	96,70	89,97	80,74
<b>Média</b>	65,08	81,37	71,85	80,10	97,44	87,04	80,48

Houve diferença, contudo, entre os clones A e E, que apresentaram maior volume em auto do que em alocompetição. O contrário ocorreu para os demais clones. O clone E apresentou o maior volume, que foi 50% superior ao do clone A.

Donald (1963) discutiu os efeitos de competição entre espécies 1 e 2, no caso, com ênfase em forrageiras, mas deve-se aplicar a outras situações, inclusive entre clones da mesma espécie. Segundo ele, a mistura de 1 e 2 pode, em algumas situações, ser superior a um ou ambos os monocultivos - autocompetição. Se os dois clones são contrastantes com relação ao crescimento, distribuição das folhas, ramos, raiz, exploração da água e nutrientes do solo, eles podem explorar o ambiente mais efetivamente quando em mistura - alocompetição - que em autocompetição, aumentando assim a produtividade por área.

Estudo mais detalhado da competição foi efetuado utilizando-se procedimento semelhante ao dos cruzamentos dialélicos. Esse procedimento foi anteriormente utilizado por Federer et al. (1982), Moura (2009) e Silva et al. (2007).

Por meio dessa metodologia são estimados quatro parâmetros do modelo, ou seja, o desempenho *per se* do clone ( $a_j$ ), a capacidade geral de exercer competição ( $c_i$ ), a capacidade de tolerar a competição ( $t_j$ ) e a capacidade específica de competição ( $s_{ij}$ ). A estimativa de  $a_j$  variou com o espaçamento e o local (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7 Parâmetros de competição para o volume de madeira, em decímetros cúbicos, na média dos locais por espaçamento, aos 36 meses de idade

Clones	3,0 x 1,5			3,0 x 3,0		
	c <sub>i</sub>	a <sub>j</sub>	t <sub>j</sub>	c <sub>i</sub>	a <sub>j</sub>	t <sub>j</sub>
A	10,36*	-3,93	-16,84	3,67*	-18,21	2,17
B	-5,01*	-6,07	10,89	3,05*	4,84	-5,95
C	1,04	-7,56	-0,43	1,53	-9,66	0,01
D	-1,99	3,44	2,20	-3,72*	-7,28	2,85
E	-4,90*	10,58	2,42	2,84*	25,26	-5,74
F	0,51	3,55	1,76	-7,36*	5,04	6,67

\* Estimativa difere de zero pelo teste t a 5% de probabilidade. Locais: 1- Meleiro; 2- Buritis; 3- Lagoa do Capim

Tabela 8 Parâmetros de competição para o volume de madeira, em decímetros cúbicos, na média dos espaçamentos por local, aos 36 meses de idade.

Clones	1			2			3		
	c <sub>i</sub>	a <sub>j</sub>	t <sub>j</sub>	c <sub>i</sub>	a <sub>j</sub>	t <sub>j</sub>	c <sub>i</sub>	a <sub>j</sub>	t <sub>j</sub>
A	0,65	-13,28	0,78	8,10*	-14,85	-5,44	12,04*	-5,19	-16,84
B	-6,99*	-5,1	6,77	2,79	-2,89	1,13	1,54	6,02	-0,30
C	-0,44	-7,76	2,28	4,97*	0,62	-10,58	-0,75	-18,41	7,31
D	-6,07*	-3,07	3,78	1,94	-0,32	0,08	-4,49*	-2,48	3,48
E	11,84*	22,44	-14,47	-7,55*	19,86	2,80	-7,32*	11,35	6,67
F	1,00	6,76	0,86	-10,25*	-2,40	12,00	-1,02	8,71	-0,33

\* Estimativa difere de zero, pelo teste t, a 5% de probabilidade. Locais: 1- Meleiro; 2- Buritis; 3- Lagoa do Capim

O clone E foi o que apresentou melhor desempenho *per se*, maior estimativa de a<sub>j</sub>. A estimativa de a<sub>j</sub> desse clone foi sempre positiva, reforçando o que foi comentado para o que ocorreu na média dos ambientes (Tabelas 7, 8 e 9). O clone A situou-se no extremo oposto, sendo o de pior desempenho *per se*. Também nesse caso, o comportamento do clone foi consistente nos diferentes ambientes. Assim, pode-se inferir que o clone E tem boa performance em autocompetição e o A sofreu muito com a alocompetição.

Tabela 9 Parâmetros de capacidade de exercer competição ( $c_i$ ), efeito *per se* ( $a_j$ ), e tolerar a competição ( $t_j$ ) para o volume, em decímetros cúbicos, na média dos espaçamentos e locais, aos 36 meses de idade

Clones	$c_i$	$a_j$	$t_j$
A	6,93*	-11,14	-7,20
B	-0,86	-0,68	2,58
C	1,19	-8,68	-0,24
D	-2,93*	-1,98	2,47
E	-0,95	17,85	-1,69
F	-3,38*	4,63	4,08

\* Estimativa difere de zero, pelo teste t, a 5% de probabilidade

Quanto menor a estimativa de  $c_i$  – capacidade geral de exercer competição – mais competitivo, mais “dominante” é o clone. Ele interfere negativamente nos clones vizinhos, quando em alocompetição. Na média dos ambientes, os clones mais competitivos, menor estimativa de  $c_i$  foram o F e o D. O contrário ocorreu com o clone A, que exerceu menor competição.

Atenção especial deve ser dada às estimativas de  $c_i$  do local 1 – Meleiro - no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m (Tabela 6A). Observou-se que o clone E nessa situação apresentou estimativa muito alta e positiva, o que indica que ele seria um fraco competidor, comportamento este contrário ao seu desempenho em todos os outros locais e espaçamentos. Quando se observam as médias do clone E exercendo competição (Tabela 2A), fica evidente que houve grande superioridade, em termos de volume de madeira, quando comparado aos outros. Como foi utilizada a restrição que a soma das  $c_i$  é igual a zero e o valor desta estimativa para o clone E é muito alto (27,52 dm<sup>3</sup>), as estimativas para os outros clones foram negativas. Com isso, o clone A, que sempre se comportou como fraco competidor, nessa situação, se mostra forte competidor, com estimativa negativa de  $c_i$ .

Como já mencionado, a estimativa de  $t_j$  estima a capacidade de tolerar a competição. Observe que, na média dos ambientes, o clone A foi o que menos

tolerou a competição. Os que mais toleraram a competição foram F, B e D. De modo geral, o comportamento dos clones, com relação a essa estimativa, foi consistente entre os ambientes (Tabelas 7, 8 e 9). Infelizmente, as estimativas de  $c_i$  e  $t_j$  atuam em direções opostas, ou seja, entre os seis clones avaliados nenhum deles tem pequena capacidade de exercer competição e, ao mesmo tempo, tolerar a competição (Tabela 9).

As estimativas da correlação classificatória de Spearman apresentadas na Tabela 10 reforçam a observação anterior. Veja que, em quase todos os casos, as estimativas de correlação foram de baixa magnitude e, até mesmo, negativas. A não coincidência nas estimativas dos parâmetros, até certo ponto, era esperada, em função das diferenças nos locais e, sobretudo, dos espaçamentos. Além do mais, as estimativas desses parâmetros são de pequena magnitude e qualquer flutuação altera a classificação.

Quanto às capacidades específicas de competição ( $s_{ij}$ ), uma estimativa alta e positiva indica uma boa combinação, sobretudo se associada a uma média alta do volume de madeira dos dois clones envolvidos. Os pares AD (5,52) e EA (5,33) foram os únicos que apresentaram boas estimativas de  $s_{ij}$ . De maneira geral, as estimativas de  $s_{ij}$  foram de baixa magnitude e estatisticamente iguais a zero, pelo teste t, a 5% (Tabela 11).

Tabela 10 Estimativas das correlações classificatórias de Spearman entre os clones em cada espaçamento e local, aos 36 meses de idade

<b>Espaçamentos</b>	<b>Locais</b>	<b><math>c_i</math></b>	<b><math>a_i</math></b>	<b><math>t_j</math></b>
<b>3,0 x 1,5</b>	1 / 2	0,20	-0,31	0,03
	1 / 3	0,94	0,77	0,94
	2 / 3	0,27	-0,03	0,14
<b>3,0 x 3,0</b>	1 / 2	-0,75	0,89	0,20
	1 / 3	-0,29	0,54	-0,77
	2 / 3	-0,09	0,66	-0,31
<b>Local</b>	<b>Espaçamentos</b>	<b><math>c_i</math></b>	<b><math>a_i</math></b>	<b><math>t_j</math></b>
<b>1</b>	1,5 / 3,0	0,23	0,26	-0,71
<b>2</b>	1,5 / 3,0	0,20	-0,09	-0,37
<b>3</b>	1,5 / 3,0	0,21	0,49	0,26

Tabela 11 Parâmetros de capacidade específica de competição para o volume, em decímetros cúbicos, na média dos espaçamentos e locais, aos 36 meses de idade

i	j	$s_{ij}$	i	j	$s_{ij}$	i	j	$s_{ij}$
A	A	-0,16	C	A	0,95	E	A	5,33*
A	B	-0,34	C	B	-0,75	E	B	2,91
A	C	-2,41	C	C	-1,39	E	C	-1,76
A	D	5,52*	C	D	0,93	E	D	-3,85
A	E	-4,46*	C	E	2,59	E	E	2,19
A	F	1,86	C	F	-2,33	E	F	4,83*
B	A	-4,42*	D	A	0,98	F	A	-2,67
B	B	-2,15	D	B	1,01	F	B	-0,68
B	C	2,35	D	C	-0,12	F	C	3,33
B	D	-3,02	D	D	0,02	F	D	0,41
B	E	3,17	D	E	-4,25	F	E	0,75
B	F	4,07	D	F	2,36	F	F	-1,14

\* Estimativa difere de zero, pelo teste t, a 5% de probabilidade

Na literatura há relatos com outras espécies em que autocompetição e alocompetição também foram semelhantes, como ocorreu neste trabalho (SILVA et al., 2007; STRINGFIELD, 1959). Trabalhando com a cultura do milho, Pendleton e Seif (1962) mostraram que as linhagens em autocompetição apresentaram desempenho superior ao observado em alocompetição. Em outros trabalhos foi constatado o contrário, a mistura foi vantajosa em relação ao monocultivo, como em Mastrantonio et al. (2004), com feijão; Bisognin et al. (1995), com soja e Helland e Holand (2001), com aveia. Porém, nesses casos, as metodologias utilizadas foram diferentes da empregada neste trabalho.

Do que foi exposto até o momento, ficou evidenciado que a mistura de clones não seria vantajosa e nem prejudicial quanto à produtividade de madeira. Porém, ao se analisar com maior cuidado os potenciais benefícios do emprego de mistura de clones, alguns pontos devem ser ressaltados.



Há relatos em outras culturas (BISOGNIN et al., 1995; BRUZI et al., 2007; HELLAND; HOLLAND, 2001; MASTRANTONIO et al., 2004) de que a mistura de cultivares e/ou linhagens proporciona maior estabilidade de produção. Com isso, escolhidos os clones que formarão a mistura, pode ocorrer aproveitamento dos recursos disponíveis de forma otimizada, já que, se um clone não responde a alguma mudança ou variação ambiental, o outro pode compensar.

Outra vantagem potencial é com relação à diminuição de vulnerabilidade genética. Em alguns trabalhos há relatos de que o uso de multilinhas - mistura de linhagens de plantas anuais – proporciona melhor controle de pragas e doenças e contribui para uma menor incidência de alguns patógenos e pragas do que quando se utiliza uma única linhagem/cultivar (HELLAND; HOLLAND, 2001; MILLE; JOUAN, 1997; SILVA et al., 2007). Sobretudo, na durabilidade de fontes de resistência nos plantios florestais, o emprego de mistura de clones poderia ser um componente do manejo integrado de pragas e doenças, de forma que talhões formados por uma mistura de clones com diferentes suscetibilidades poderiam amenizar surtos ou epidemias. Adicionalmente, ter uma mistura de clones visando uma densidade da madeira média pode possibilitar maior eficiência no processo industrial.

Como desvantagem, existiria a dificuldade da implantação das florestas, contudo, as mudas clonais já poderiam ser misturadas no viveiro e, conseqüentemente, não haveria nenhuma alteração nas atividades a serem realizadas durante a implantação da floresta.

## **5 CONCLUSÕES**

Independente do local, do espaçamento e do clone, o desempenho da alocompetição é semelhante ao da autocompetição, indicando que a mistura dos clones, se for vantajosa, do ponto de vista de manejo ou industrial, poderia ser realizada sem prejuízo no volume de madeira produzida.

Os clones diferem na capacidade de exercer e de sofrer competição. Nenhum clone associou baixa capacidade de exercer e alta capacidade de tolerar a competição.

## REFERÊNCIAS

ABREU, E. C. R. et al. Modelagem para prognose precoce do volume por classe diamétrica para *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 61, p. 86-102, jun. 2002.

ANDRADE, H. B. et al. Alternativas para atenuar a diferença de estande nos experimentos de avaliação de clones de *Eucalyptus urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 11-18, jan./fev. 2006.

ASSIS, T. F.; WARBURTON, P.; HARWOOD, C. Artificially induced protogyny: an advance in the controlled pollination of *Eucalyptus*. **Australian Forestry**, Queen Victoria, v. 68, n. 1, p. 27-33, 2005.

BISOGNIN, D. A. et al. Competição intergenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 7, p. 947-955, jul. 1995.

BORRALHO, N. M. G.; COTERRILL, P. P.; KANOWISKI, P. J. Genetic control of growth of *Eucalyptus globulus* in Portugal: II., efficiencies of early selection. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 41, n. 2, p. 70-77, 1992.

BOS, I.; CALIGARI, P. **Selection methods in plant breeding**. London: Chapman & Hall, 1995. v. 2, 347 p.

BROOKER, M. I. H. A new classification of the genus *Eucalyptus* L'Hér. (Myrtaceae). **Australian Systematic Botany**, Canberra, v. 13, n. 1, p. 79-148, 2000.

BROWN, A. H. D.; MATHESON, A. C.; ELDRIDGE, K. G. Estimation of the mating system of *Eucalyptus obliqua* L'Herit. using allozyme polymorphisms. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v. 23, p. 931-949, 1975.

BRUZI, A. T. et al. Homeostasis in bean population with different genetics structures. **Crop Breeding an Applied Biotechnology**, Londrina, v. 7, n. 2, p. 111-116, June 2007.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 167-174, jan./fev. 1996.

CASTRO, N. H. C. de. **Número de repetições e eficiência da seleção em progênies de meios irmãos de *Eucalyptus calmadulensis***. 1992. 121 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

CLAY, R. E.; ALLARD, R. W. A comparison of the performance of homogeneous and heterogeneous barley populations. **Crop Science**, Madison, v. 9, p. 407-412, 1969.

DARROW, W. K. Breeding the super tree: do we know what we want? **South African Forestry Journal**, Pretoria, v. 129, p. 17-20, 1984.

DAVIDSON, J. Problems of vegetative propagation of *Eucalyptus*. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3., 1977, Canberra. **Proceedings...** Canberra: WCFTB, 1977. 1 CD-ROM.

DONALD, C. M. Competition among crop and pasture plants. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 15, p. 1-118, 1963.

ELDRIDGE, K. G. Breeding system of *Eucalyptus regnans*. In: WORKING GROUP ON SEXUAL REPRODUCTION OF FOREST TREES, 22., 1970, Varparanta. **Proceedings...** Varparanta: IUFRO, 1970. 1 CD-ROM.

ELDRIDGE, K. G. et al. **Eucalypt domestication and breeding**. New York: Oxford University, 1993. 288 p.

FEDERER, W. T. et al. Statical analyses of yields from uniblands and biblands of eight dry bean cultivars. **Crop Science**, Madison, v. 22, n. 1, p. 111-115, Jan./Feb. 1982.

FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, Piracicaba, n. 45, p. 22-30, jan./dez. 1992.

FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. dos. Melhoramento genético florestal dos *Eucalyptus* no Brasil: breve histórico e perspectivas. In: CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPT, 1., 1997, Salvador. **Proceedings...** Salvador: IUFRO, 1997. p. 14-34.

FINCKH, M. R. et al. Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. **Agronomie**, Paris, v. 20, n. 8, p. 813-837, 2000.

FONSECA, S. M. da et al. **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 2010. 200 p.

FREY, K. J.; MALDONADO, U. Relative productivity of homogeneous and heterogeneous oat cultivars in optimum and suboptimum environments. **Crop Science**, Madison, v. 7, p. 532-535, 1967.

FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva**. 2. ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genetica/CNPq, 1992. 646 p.

GONÇALVES, F. M. A. et al. Progresso genético por meio da seleção de clones de eucaliptos em plantios comerciais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 295-301, jul./set. 2001.

GRATTAPAGLIA, D.; BRADSHAW, H. D. Nuclear DNA content of commercially important *Eucalyptus* species and hybrids. **Canadian Journal Forest Research**, Ottawa, v. 24, n. 5, p. 1074-1078, May 1994.

HELLAND, S. J.; HOLLAND, J. B. Blend response and stability and cultivar blending ability in oat. **Crop Science**, Madison, v. 41, n. 6, p. 1689-1696, Nov./Dec. 2001.

JENSEN, N. F. **Plant breeding methodology**. New York: J. Wiley, 1988. 676 p.

KAGEYAMA, P. Melhoramento e genética florestal no Brasil: tributo ao professor Vencovsky. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS: A GENÉTICA QUANTITATIVA E DE POPULAÇÕES NO BRASIL, 14., 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010. 1 CD-ROM.

KAGEYAMA, P. Y.; VENCOVSKY, R. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **IPEF**, Piracicaba, v. 24, p. 9-26, 1983.

KRUG, C. A.; ALVES, A. S. *Eucalyptus* improvement: part I. **Journal of Heredity**, Cary, v. 40, n. 5, p. 133-150, 1949.

LADIGES, P. Y.; UDOVICIC, F. Comment on a new classification of the *Eucalypts*. **Australian Systematic Botany**, Canberra, v. 13, n. 1, p. 149-152, Feb. 2000.

LEONARDECZ NETO, E.; VENCOVSKY, R.; SEBBENN, A. M. Ajuste para competição entre plantas em teste progênies e procedências de essências florestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 63, p. 136-149, jun. 2003.

LIMA, J. L. et al. Early selection of parents and trees in *Eucalyptus* full sib progeny tests. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 10-16, Jan./Feb. 2011.

MAGNUSSEN, S. Minimum age-to-age correlations in early selections. **Forest Science**, Bethesda, v. 34, n. 4, p. 928-938, Dec. 1988.

MARQUES JÚNIOR, O. G.; ANDRADE, H. B.; RAMALHO, M. A. P. Assessment of the early selection efficiency in *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. in the northwest of Minas Gerais State, Brazil. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 45, n. 5/6, p. 359-361, 1996.

MARSHALL, D. R.; BROWN, A. H. D. Stability of performance of mixtures and multilines. **Euphytica**, Wageningen, v. 22, n. 2, p. 405-412, 1973.

MASSARO, R. A. M. et al. Viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 597-609, out./dez. 2010.

MASTRANTONIO, J. J. S. et al. Interferência em misturas de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 373-377, mar./abr. 2004.

MILLE, B.; JOUAN, B. Influence of varietal associations on the development of leaf and glume blotch and brown leaf rust in winter bread wheat. **Agronomie**, Paris, v. 17, n. 4, p. 247-251, May 1997.

MOURA, G. P. L. **Estimação de parâmetros de competição entre clones de eucalipto**. 2009. 71 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

MOURA, V. P. G.; MELO, J. T. de; SILVA, M. A. Comportamento de procedências de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. aos nove e meio ano de idade, em Planaltina, DF, área de cerrado. **IPEF**, Piracicaba, v. 46, n. 1, p. 52-62, 1993.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Genetic vulnerability of major crops**. Washington, 1972. 307 p.

OTEGBEYE, G. O. Age trends in the genetic control of stem diameter of *Eucalyptus tereticornis* and the implication for selection. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 40, n. 2, p. 85-87, 1991.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. **Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas.** Colombo: EMBRAPA Florestas, 2011. 66 p.

PAULA, R. C. de et al. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 159-165, jan. 2002.

PENDELTON, J. W.; SEIF, R. D. Role of height in competition. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 154-156, 1962.

PEREIRA, A. B. et al. Eficiência da seleção precoce em famílias de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, na região noroeste do Estado de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 67-81, jan./jun. 1997.

PFAHLER, P. L. Environmental variability and genetic diversity within populations of oats (cultivated species of *Avena*) and rye (*Secale cereale* L.). **Crop Science**, Madison, v. 5, p. 271-275, 1965.

PHILLIPS, M. A.; BROWN, A. H. D. Mating system and hybridity in *Eucalyptus pauciflora*. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, v. 30, p. 337-344, 1977.

PINK, D. A. C. Strategies using genes for non-durable disease resistance. **Euphytica**, Wageningen, v. 124, n. 2, p. 227-236, Mar. 2002.

QUALSET, C. O.; GRANGER, R. M. Frequency dependent stability of performance in oats. **Crop Science**, Madison, v. 10, p. 386-389, 1970.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing.** Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2010. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 mar. 2012.



RESENDE, R. R. et al. Emprego de um modelo de crescimento e produção para determinação da rotação em povoamentos de eucalipto. **Revista árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 219-225, mar./abr. 2004.

REZENDE, G. D. S. P.; BERTOLUCCI, F. L. G. Uso da seleção combinada na determinação da eficiência da seleção precoce em progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus urophylla*. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1993. p. 158-160.

REZENDE, G. D. S. P.; BERTOLUCCI, F. L. G.; RAMALHO, M. A. P. Eficiência da seleção precoce na recomendação de clones de eucalipto avaliados no norte do Espírito Santo e sul da Bahia. **Cerne**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 45-50, 1994.

RIEMENSCHNEIDER, D. E. Heritability, age-age correlations, and inferences regarding juvenile selection in Jack Pine. **Forest Science**, Bethesda, v. 34, n. 4, p. 1076-1082, Dec. 1988.

SAMPAIO, A. N. **O eucalipto**. 2. ed. São Paulo: Cia Paulista de Estradas de Ferro, 1961. 667 p.

SCHUTZ, W. M.; BRIM, C. A.; USANIS, S. A. Inter-genotypic competition in plant populations: I., feedback systems with stable equilibria in populations of autogamous homozygous lines. **Crop Science**, Madison, v. 8, n. 1, p. 61-66, 1968.

SHORTER, R.; FREY, K. J. Relative yields of mixtures and monocultures of oat genotypes. **Crop Science**, Madison, v. 19, p. 548-553, 1979.

SILVA, F. B. **Multilinhas visando atenuação dos estresses bióticos e maior estabilidade fenotípica no feijoeiro**. 2008. 85 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SILVA, V. M. P. et al. Estimation of competition parameters in common bean plants. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 7, n. 4, p. 360-366, 2007.

SMITHSON, J. B.; LENNE, J. M. Varietal mixtures: a viable strategy for sustainable productivity in subsistence agriculture. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 128, n. 1, p. 127-158, 1996.

SOLLIMAN, K. M.; ALLARD, R. W. Grain yield of composite cross populations of barley: effects of natural selection. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 3, p. 705-708, May/June 1991.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill Book, 1997. 666 p.

STRINGFIELD, G. H. Performance of corn hybrids in mixtures. **Agronomy Journal**, Madison, v. 51, n. 8, p. 472-473, 1959.

TOLFO, A. L. T. **Estudos da viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. e qualidade da madeira para polpa celulósica**. 2003. 50 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

TOLFO, A. L. T. et al. Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento, de produção e tecnológicos da madeira em clones de *Eucalyptus* spp. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 67, p. 101-110, abr. 2005.

TOMAZELLO, M. **Estudos sobre o cancro causado por *Diaporthe cubensis*: etiologia e resistência de *Eucalyptus grandis* na região de Lençóis Paulista, SP**. 1989. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1989.

WALKER, A. K.; FEHR, W. R. Yield stability of soybean mixtures and multiple pure stands. **Crop Science**, Madison, v. 18, n. 5, p. 719-723, Sept./Oct. 1987.

## ANEXOS

Tabela 1A Resumos das análises de variância, por experimento, para a circunferência à altura do peito, em centímetros (CAP); altura total, em metros (HT) e volume, em decímetros cúbicos (VOL). Dados obtidos aos 36 meses de idade

		LOCAIS												
		1				2				3				
		QM												
Espaçamento	Clones	FV	GL	CAP	HT	VOL	GL	CAP	HT	VOL	GL	CAP	HT	VOL
<b>3,0 X 1,5</b>	A	Entre clones	5	35,12**	3,757**	783,11**	5	134,55**	9,842**	2418,1**	5	54,64**	3,498**	1455,3**
		Dentro	42	7,580	0,368(41)	121,68(41)	42	26,22	1,585	448,98	42	10,10	0,945	234,00
	B	Entre clones	5	77,02**	13,89**	1326,9**	5	52,42*	29,58*	1393,1**	5	195,64**	28,94**	3913,6**
		Dentro	41	5,510	0,880	84,87	41	17,73	11,24	297,66	42	45,76	8,096	608,21
	C	Entre clones	5	36,55**	22,39**	1186,2**	5	74,69**	10,86**	1178,5**	5	190,47**	35,97**	5050,8**
		Dentro	42	5,760	0,789	96,16	41	18,33	2,246	263,32	42	15,61	1,456	375,34
	D	Entre clones	5	37,95**	21,64**	625,26**	5	122,30**	21,01*	1674,9**	5	93,16**	15,00**	2650,1**
		Dentro	41	5,651	0,486	80,50	42	23,25	6,366	328,62	41	14,88	1,159	387,63
	E	Entre clones	5	4,450 <sup>ns</sup>	12,17**	222,43 <sup>ns</sup>	5	89,34**	18,53*	1449,43**	5	147,30**	41,67**	3466,7**
		Dentro	42	5,232	0,680	91,59	40	21,79	6,614	299,46	42	15,93	1,951	319,25
	F	Entre clones	5	63,41**	13,70**	1320,6**	5	97,50*	28,65*	1791,37**	5	60,88 <sup>ns</sup>	13,04 <sup>ns</sup>	1307,13 <sup>ns</sup>
		Dentro	42	9,870	0,840	178,27	40	37,81	11,71	482,36	41	63,38	10,04	1055,1
<b>3,0 X 3,0</b>	A	Entre clones	5	45,81**	3,657**	1187,1**	5	181,43**	9,626**	4427,7**	5	13,33 <sup>ns</sup>	5,165 <sup>ns</sup>	820,30 <sup>ns</sup>
		Dentro	41	6,870	0,673	129,01	42	6,53	0,415	166,62	42	9,41	2,176	517,77
	B	Entre clones	5	21,11*	0,318 <sup>ns</sup>	418,75*	5	166,41**	13,52**	6365,5**	5	68,54**	4,953**	2739,7**
		Dentro	42	7,045	0,414	139,68	42	6,42	0,383	212,45	42	17,89	1,017	642,65
	C	Entre clones	5	19,45*	2,337**	512,66*	5	132,06**	9,083**	4983,6**	5	61,25 <sup>ns</sup>	2,572 <sup>ns</sup>	1569,7 <sup>ns</sup>
		Dentro	42	7,972	0,286	189,38	42	9,86	0,583	317,06	41	35,93	3,423	655,03
	D	Entre clones	5	49,48**	3,842**	1232,5**	5	54,52**	3,712**	2095,7**	5	39,05**	11,03**	1693,4**
		Dentro	41	6,318	0,245	137,69	42	7,41	0,299	248,75	42	6,00	1,875	249,78
	E	Entre clones	5	78,60**	5,648**	1821,7**	5	57,78 <sup>ns</sup>	10,32**	2290,1**	5	53,50**	14,41**	2229,9**
		Dentro	42	2,824	0,763	147,52	42	35,24	0,945	477,94	42	13,40	1,349	349,99
	F	Entre clones	5	35,92*	7,661**	997,61*	5	65,02**	9,433**	2031,4**	5	57,20*	4,564*	1808,57*
		Dentro	42	12,42	0,482	313,28	41	9,24	0,806	235,76	42	22,71	1,835	554,72

\* significativo, a 5%, \*\* significativo, a 1%, <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F. (41) 41 graus de liberdade. Locais: 1-Meleiro; 2- Buritit; 3- Lagoa do Capim

Tabela 2A Médias de volume, em decímetros cúbicos, obtidas nos experimentos de avaliação de clones de eucalipto, exercendo e sofrendo competição. Valores obtidos aos 36 meses de idade, nos espaçamentos de 3,0 m x 1,5 m e 3,0 m x 3,0 m

Locais	3,0 x 1,5								3,0 x 3,0								Média geral i	Média geral j
	i/j	A	B	C	D	E	F	Média i	i/j	A	B	C	D	E	F	Média i		
1	A	49,8	70,0	67,0	67,6	67,1	80,6	67,0	A	70,4	95,7	79,6	101,5	98,3	83,6	88,2	77,6	64,4
	B	30,6	49,4	50,9	59,9	64,7	64,8	53,4	B	76,4	87,2	79,8	86,5	91,2	96,1	86,2	69,8	78,5
	C	43,1	63,5	45,4	71,9	66,9	66,5	59,5	C	87,1	90,6	85,8	90,6	102,0	104,9	93,5	76,5	71,5
	D	39,7	63,6	54,2	64,4	57,6	55,2	55,8	D	78,6	80,1	79,1	76,2	96,1	108,3	86,4	71,1	77,7
	E	52,5	63,8	57,1	48,4	56,4	52,5	55,1	E	127,6	109,9	109,2	109,4	135,2	143,5	122,5	88,8	84,9
	F	37,7	71,4	62,5	68,9	71,7	65,0	62,9	F	80,0	97,3	87,2	86,6	111,9	95,2	93,0	78,0	84,7
	Média j	42,2	63,6	56,2	63,5	64,1	64,1	59,0	Média j	86,7	93,5	86,8	91,8	105,8	105,3	95,0	77,0	77,0
2	A	62,4	66,1	39,5	80,6	79,4	87,7	69,3	A	53,7	91,5	82,9	105,6	107,7	120,3	93,6	81,5	52,9
	B	33,7	45,0	49,3	70,2	59,6	40,4	49,7	B	65,5	95,0	96,3	87,1	147,1	119,4	101,7	75,7	71,4
	C	39,0	49,5	57,3	64,3	74,2	60,4	57,4	C	76,6	101,6	87,7	73,7	138,9	114,8	98,9	78,2	63,2
	D	27,8	43,3	34,4	52,8	65,9	57,6	47,0	D	86,9	98,6	96,2	92,4	125,4	122,3	103,6	75,3	73,2
	E	36,0	57,2	32,9	41,4	68,6	45,9	47,0	E	72,3	85,8	72,4	77,5	116,9	78,2	83,9	65,4	96,0
	F	23,3	46,1	37,7	55,9	66,8	43,6	45,6	F	57,2	77,3	72,0	77,5	101,8	94,0	80,0	62,8	82,1
	Média j	37,0	51,2	41,9	60,9	69,1	55,9	52,7	Média j	68,7	91,6	84,6	85,6	123,0	108,2	93,6	73,1	73,1
3	A	62,5	87,9	68,2	82,2	99,5	84,3	80,8	A	116,5	122,6	121,0	124,6	144,4	133,2	127,0	103,9	69,6
	B	38,6	73,8	51,8	59,7	100,5	80,8	67,5	B	98,2	127,5	111,9	101,0	132,4	144,6	119,3	93,4	97,6
	C	31,8	95,8	61,3	91,6	91,3	61,7	72,3	C	109,9	97,7	93,3	108,2	131,1	121,8	110,3	91,3	80,9
	D	49,0	99,3	68,5	79,5	75,3	95,8	77,9	D	80,9	99,7	80,5	104,8	118,4	96,6	96,8	87,4	92,9
	E	33,7	76,6	56,4	76,9	93,1	76,6	68,9	E	74,9	114,5	86,9	105,2	118,9	100,8	100,2	84,5	109,9
	F	52,9	81,1	78,2	81,9	91,8	85,7	78,6	F	86,8	94,4	93,3	98,8	121,9	121,1	102,7	90,6	100,2
	Média j	44,7	85,8	64,1	78,6	91,9	80,8	74,3	Média j	94,5	109,4	97,8	107,1	127,8	119,7	109,4	91,9	91,9
Média Geral i	72,4	56,9	63,1	60,2	57,0	62,3	62,0		102,9	102,4	100,9	95,6	102,2	91,9	99,3	80,65		
Média Geral j	41,3	66,9	54,0	67,7	75,0	66,9	62,0		83,3	98,2	89,7	94,8	118,9	111,0	99,3			

Tabela 3A Resumos das análises de variância conjunta por local e espaçamento, para a circunferência à altura do peito, em centímetros (CAP); altura total, em metros (HT) e volume, em decímetros cúbicos (VOL). Dados obtidos aos 36 meses de idade

		3,0 x 1,5						3,0 x 3,0							
Locais	FV	CAP		HT		VOL		FV	CAP		HT		VOL		
		GL	QM	GL	QM	GL	QM		GL	QM	GL	QM	GL	QM	
1	Tratamentos	35	50,11**	35	15,66**	35	968,54**	Tratamentos	35	45,80**	35	34,05**	35	2208,4**	
	CGC	5	94,90**	5	21,54**	5	1287,03**	CGC	5	71,43**	5	214,1**	5	9188,0**	
	CTC	5	180,4**	5	40,67**	5	3656,6**	CTC	5	128,2**	5	17,48**	5	3543,4**	
	CEC	25	14,99**	25	9,358**	25	364,42**	CEC	25	24,69**	25	1,200**	25	533,51**	
	Erro	250	6,609	249	0,675	249	109,0	Erro	250	7,246	250	0,477	250	176,44	
	<b>Média</b>		30,17		16,60		58,87				38,28		17,37		94,91
2	Tratamentos	35	109,0**	35	22,98**	35	1982,6**	Tratamentos	35	114,9**	35	11,49**	35	3814,8**	
	CGC	5	194,0**	5	42,65**	5	4011,2**	CGC	5	147,1**	5	24,73**	5	4518,7**	
	CTC	5	370,3**	5	77,11**	5	6733,2**	CTC	5	477,1**	5	46,88**	5	17685,6**	
	CEC	25	38,15*	25	8,09 <sup>ns</sup>	25	610,95*	CEC	25	35,91**	25	1,762**	25	897,78**	
	Erro	246	24,15	246	6,586	246	353,0	Erro	251	12,46	251	0,571	251	276,59	
	<b>Média</b>		28,97		15,08		52,70				38,27		16,88		93,66
3	Tratamentos	35	124,7**	35	21,50**	35	2759,9**	Tratamentos	35	71,95**	35	7,428**	35	2507,8**	
	CGC	5	131,3**	5	12,60**	5	1457,5**	CGC	5	210,7**	5	9,289**	5	6685,6**	
	CTC	5	570,2**	5	110,4**	5	13991,7**	CTC	5	194,9**	5	31,06**	5	7706,9**	
	CEC	25	34,24 <sup>ns</sup>	25	5,45 <sup>ns</sup>	25	766,31 <sup>ns</sup>	CEC	25	19,70 <sup>ns</sup>	25	2,32 <sup>ns</sup>	25	635,52 <sup>ns</sup>	
	Erro	250	27,67	250	3,928	250	494,79	Erro	251	17,48	251	1,939	251	494,35	
	<b>Média</b>		32,54		17,35		74,31				40,26		17,95		109,43

\* significativo, a 5%, \*\* significativo, a 1%, <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F

Tabela 4A Resumos das análises de variância conjunta por local para a circunferência à altura do peito, em centímetros (CAP); altura total, em metros (HT) e volume, em decímetros cúbicos (VOL). Dados obtidos aos 36 meses de idade

Local	FV	CAP		HT		VOL	
		GL	QM	GL	QM	GL	QM
1	Espaçamentos (S)	1	9432,4**	1	81,97**	1	184884,6**
	Tratamentos (T)	35	64,06**	35	32,88**	35	1781,68**
	CGC	5	93,44**	5	152,4**	5	4343,46**
	CTC	5	237,5**	5	52,50**	5	5975,09**
	CEC	25	23,81**	25	4,850**	25	422,998**
	S x T	35	32,00**	35	16,75**	35	1394,86**
	S x CGC	5	72,27**	5	82,91**	5	6126,19**
	S x CTC	5	71,16**	5	5,739**	5	1227,04**
	S x CEC	25	16,05**	25	5,684**	25	477,413**
	Erro	500	6,928	499	0,576	499	142,79
<b>Média</b>			34,22		16,99		76,92
2	Espaçamentos (S)	1	12334,9**	1	466,76**	1	238224,6**
	Tratamentos (T)	35	176,32**	35	23,51**	35	4375,39**
	CGC	5	249,7**	5	29,08**	5	5126,51**
	CTC	5	782,8**	5	109,7**	5	21249,4**
	CEC	25	38,49**	25	4,942 <sup>ns</sup>	25	813,599**
	S x T	35	47,05**	35	11,08**	35	1408,37**
	S x CGC	5	90,66**	5	38,33**	5	3367,11**
	S x CTC	5	62,70**	5	14,25**	5	3062,65**
	S x CEC	25	35,36**	25	5,00 <sup>ns</sup>	25	689,611**
	Erro	497	18,25	497	3,54	497	314,43
<b>Média</b>			33,66		15,99		73,12
3	Espaçamentos (S)	1	8505,9**	1	50,92**	1	175939,8**
	Tratamentos (T)	35	148,01**	35	21,08**	35	3907,43**
	CGC	5	264,9**	5	0,829 <sup>ns</sup>	5	4274,97**
	CTC	5	635,4**	5	127,98**	5	19846,9**
	CEC	25	27,43 <sup>ns</sup>	25	3,713 <sup>ns</sup>	25	645,725 <sup>ns</sup>
	S x T	35	49,02**	35	7,961**	35	1366,43**
	S x CGC	5	76,71**	5	21,08**	5	3848,28**
	S x CTC	5	133,6**	5	14,30**	5	1940,81**
	S x CEC	25	26,55 <sup>ns</sup>	25	4,070 <sup>ns</sup>	25	758,75*
	Erro	501	22,56	501	2,931	501	494,57
<b>Média</b>			36,41		17,65		91,90

\* significativo, a 5%, \*\* significativo, a 1%, <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F. Locais: 1- Meleiro; 2- Buritis; 3- Lagoa do Capim

Tabela 5A Resumos das análises de variância conjunta por espaçamento para a circunferência à altura do peito, em centímetro (CAP); altura total, em metros (HT) e volume, em decímetros cúbicos (VOL). Dados obtidos aos 36 meses de idade

Espaçamentos	FV	CAP		HT		VOL	
		GL	QM	GL	QM	GL	QM
<b>3,0 x 1,5</b>	Locais (L)	2	949,48**	2	385,31**	2	35302,6**
	Tratamentos (T)	35	210,06**	35	35,678**	35	4052,28**
	CGC	5	329,54**	5	24,350**	5	4645,55**
	CTC	5	1003,8**	5	189,02**	5	21067,4**
	CEC	25	27,06 <sup>ns</sup>	25	7,366**	25	526,90*
	L x T	70	36,572**	70	12,133**	70	820,82**
	L x CGC	10	45,466*	10	26,207**	10	1047,39**
	L x CTC	10	59,291**	10	19,838**	10	1673,93**
	L x CEC	50	30,245**	50	7,716**	50	606,86**
	Erro	746	19,45	746	3,718	746	319,04
<b>Média</b>			30,57		16,35		62,05
<b>3,0 x 3,0</b>	Locais (L)	2	369,84**	2	82,483**	2	21916,1**
	Tratamentos (T)	35	149,42**	35	24,872**	35	4464,69**
	CGC	5	221,08**	5	77,472**	5	2919,26**
	CTC	5	696,94**	5	88,141**	5	25556,3**
	CEC	25	25,940**	25	1,658*	25	555,24*
	L x T	70	41,737**	70	14,060**	70	2036,51**
	L x CGC	10	103,73**	10	85,598**	10	8742,10**
	L x CTC	10	51,698**	10	3,622**	10	1693,70**
	L x CEC	50	27,233**	50	1,815**	50	757,16**
	Erro	754	12,40	750	0,996	750	315,98
<b>Média</b>			38,94		17,40		99,34

\* significativo, a 5%, \*\* significativo, a 1%, <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F

Tabela 6A Parâmetros de competição para a variável volume, em decímetros cúbicos, de cada clone, nos diferentes espaçamentos e locais, aos 36 meses de idade

Clones	3,0 x 1,5											
	Local											
	1				2				3			
	c <sub>i</sub>	z <sub>j</sub>	a <sub>i</sub>	t <sub>i</sub>	c <sub>i</sub>	z <sub>j</sub>	a <sub>i</sub>	t <sub>i</sub>	c <sub>i</sub>	z <sub>j</sub>	a <sub>i</sub>	t <sub>i</sub>
A	8,06*	-16,72*	-5,28	-11,44	16,62*	-15,63*	7,42	-23,05	6,45*	-29,58*	-13,52	-16,06
B	-5,57*	4,64*	-5,71	10,35	-2,97	-1,45	-9,94	8,48	-6,79*	11,44*	-2,17	13,62
C	0,59	-2,76*	-9,64	6,88	4,78*	-10,80*	2,35	-13,15	-2,06	-10,24*	-14,66	4,42
D	-3,16*	4,58*	9,35	-4,77	-5,69*	8,19*	-2,15	10,35	3,58	4,31	3,54	0,77
E	-3,85*	5,11*	1,32	3,80	-5,65*	16,42*	13,69	2,74	-5,44*	17,60*	17,13	0,47
F	3,92*	5,15*	9,97	-4,82	-7,09*	3,27*	-11,37	14,64	4,27	6,47*	9,68	-3,21

Clones	3,0 x 3,0											
	Local											
	1				2				3			
	c <sub>i</sub>	z <sub>j</sub>	a <sub>i</sub>	t <sub>i</sub>	c <sub>i</sub>	z <sub>j</sub>	a <sub>i</sub>	t <sub>i</sub>	c <sub>i</sub>	z <sub>j</sub>	a <sub>i</sub>	t <sub>i</sub>
A	-6,77*	-8,29*	-21,28	12,99	0,02	-24,92*	-36,23	11,31	17,64*	-14,85*	2,79	-17,63
B	-8,78*	-1,49	-4,48	3,00	8,12*	-1,97	5,05	-7,02	9,87*	0,00	13,86	-13,86
C	-1,47	-8,20*	-5,87	-2,33	5,26*	-9,02*	-2,25	-6,77	0,93	-11,59*	-20,38	8,80
D	-8,59*	-3,16	-15,49	12,32	10,01*	-8,00*	2,40	-10,40	-12,56*	-2,30	-8,85	6,55
E	27,52*	10,81*	43,56	-32,74	-9,76*	29,35*	26,93	2,41	-9,20*	18,44*	5,20	13,24
F	-1,92	10,32*	3,56	6,76	-13,64*	14,56*	4,09	10,47	-6,69*	10,28*	7,38	2,90

\* Estimativa difere de 0, pelo teste t, a 5% de probabilidade. Locais: 1-Meleiro; 2- Buritis; 3- Lagoa do Capim