

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

RAFAELA GOULARTE AMARAL

Engenheira Agrônoma

**COMPETIÇÃO INTERGENOTÍPICA EM CLONES COMERCIAIS DE *Eucalyptus* spp.
E SELEÇÃO PARA PLANTIOS MULTICLONAIS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia – UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Especialidade: Sistemas de produção.

Prof. Dr. Bruno Ettore Pavan

Orientador

Prof. Dr. Rinaldo Cesar de Paula

Coorientador

Ilha Solteira

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

A485c Amaral, Rafaela Goularte.
Competição intergenotípica em clones comerciais de *Eucalyptus* spp. e seleção para plantios multiclonais / Rafaela Goularte Amaral. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016
56 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistema de Produção, 2016

Orientador: Bruno Ettore Pavan
Co-orientador: Rinaldo Cesar de Paula
Inclui bibliografia

1. Competição. 2. *Eucalyptus*. 3. Mistura clonal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Competição intergenotípica em clones comerciais de *Eucalyptus spp.* e seleção para plantios multiclonais

AUTORA: RAFAELA GOULARTE AMARAL

ORIENTADOR: BRUNO ETTORE PAVAN

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA, especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:



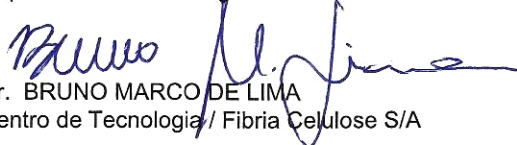
Prof. Dr. BRUNO ETTORE PAVAN

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE

Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Dr. BRUNO MARCO DE LIMA

Centro de Tecnologia / Fibria Celulose S/A

Ilha Solteira, 28 de outubro de 2016

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Bruno Ettore Pavan, pela paciência, pelos conhecimentos repassados, pela orientação e pela importante contribuição no meu processo de formação.

Ao Prof. Dr. Rinaldo Cesar de Paula, pelas contribuições no trabalho e pela coorientação.

A Unesp de Ilha Solteira e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de estudar em uma excelente instituição e adquirir novos conhecimentos.

Aos membros da banca examinadora do exame geral de qualificação Prof. Dr. Alan Rodrigo Panosso e Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes, e da banca de defesa da dissertação Dr. Bruno Marco de Lima e Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade, pelas considerações feitas, as quais foram de grande valia, enriquecendo o trabalho e contribuição na minha formação.

A empresa FIBRIA S/A, pelo projeto e dados fornecidos.

A CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

Aos amigos e colegas, que fizeram parte desta jornada, em especial à Maria Elisa e Izabela, pelo companheirismo e pela amizade.

Aos meus irmãos Marcio e Jeorgia, por tornarem os meus dias mais alegres e mais esperançosos.

Ao meu namorado Marcio, pelo carinho e pela paciência.

A minha avó Ilda, pelo exemplo de generosidade, pelas orações a mim dedicadas e pelos sábios conselhos.

Aos meus pais Jorge e Marcia, pelo exemplo de vida, pelo amor incondicional, pelo incentivo e por sempre apoiarem as minhas decisões.

A Deus Todo Poderoso, por guiar meus passos, por sempre me abençoar e por permitir a concretização de mais este objetivo.

Eu agradeço!

RESUMO

Os plantios clonais são comumente utilizados para obter ganhos na produtividade. No entanto, a uniformidade genética, quando em extensas áreas, pode comprometer o desempenho silvicultural do eucalipto. Uma alternativa seria o emprego da mistura de clones em áreas comerciais. Este trabalho foi realizado com o objetivo de comparar a auto e alocompetição entre clones comerciais de *Eucalyptus* spp., e estimar as capacidades de exercer ou sofrer competição. O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados, com 12 clones comerciais no espaçamento de 3,6 m x 2,5 m, com 5 plantas por parcela e 3 repetições. Foram avaliados aos 3 e 5 anos os caracteres altura de planta, diâmetro à altura do peito, volume e incremento médio anual. Com os dados médios da parcela foram efetuadas as análises estatísticas e estimados os parâmetros de competição. Houve diferenças entre a auto e a alocompetição para incremento médio anual e volume em ambas as idades avaliadas. O desempenho médio dos clones em auto e alocompetição foram semelhantes, não ocasionando prejuízos para a produção de madeira. A mistura clonal pode ser empregada sempre que for vantajosa do ponto de vista de manejo ou industrial. Os clones diferiram quanto à sua capacidade de exercer ou sofrer competição.

Palavras-chave: Autocompetição. *Eucalyptus*. Mistura clonal.

ABSTRACT

Clonal plantations are commonly used for gains in productivity. However, the genetic uniformity when in extensive areas, can compromise the silvicultural performance of *Eucalyptus*. An alternative would be the use a mixture of clones in commercial areas. This study was conducted in order to compare auto and allocompetition between commercial clones of *Eucalyptus* spp., and estimate the capacity to exercise or tolerate competition. The experiment was established in a randomized block design, with 12 commercial clones in the spacing of 3.6 m x 2.5 m, and consists of 5 plants per experimental plot in 3 repetitions. Each clone was evaluated exercising and tolerating competition in all the others, at 3 and 5 years. With the average data were performed statistical analysis and estimated parameters of competition. There were differences between auto and allocompetition the two ages evaluated for annual volume and average increment. The average performance of clones auto and allocompetition were similar, not causing damage to the production of the timber could be used to mix clonal whenever advantageous from the standpoint of handling or manufacturing. Clones differed in their ability to tolerate or exercise competition.

Keywords: Competition. *Eucalyptus*. Mixture clonal.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO I: CONSIDERAÇÕES GERAIS	6
1	INTRODUÇÃO	6
2	REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1	O GÊNERO <i>EUCALYPTUS</i>	7
2.2	MELHORAMENTO FLORESTAL	9
2.3	PLANTIO CLONAL	10
2.4	COMPETIÇÃO ENTRE PLANTAS	11
	CAPÍTULO II: AUTO E ALOCOMPETIÇÃO EM CLONES COMERCIAIS DE EUCALIPTO NO MATO GROSSO DO SUL	14
3	INTRODUÇÃO	16
4	MATERIAL E MÉTODOS	17
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6	CONCLUSÕES	28
	CAPÍTULO III: CAPACIDADE DE COMPETIÇÃO EM CLONES COMERCIAIS DE <i>Eucalyptus</i> spp. NO MATO GROSSO DO SUL	29
7	INTRODUÇÃO	31
8	MATERIAL E MÉTODOS	32
9	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
10	CONCLUSÕES	42
	REFERÊNCIAS	46
	APÊNDICE A - Croqui do experimento implantado	58

CAPÍTULO I: CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

Originário do continente australiano, da Indonésia e ilhas adjacentes, o gênero *Eucalyptus* foi introduzido comercialmente no Brasil no início do século XIX, pelo pesquisador Edmundo Navarro de Andrade, e se adaptou bem às condições climáticas do país (ELDRIDGE et al., 1993). Com área ocupada de 5,56 milhões de hectares, atualmente o eucalipto representa 71,9% do total de árvores plantadas para fins industriais, ocupando lugar de destaque no cenário florestal brasileiro (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ, 2015).

Esse protagonismo da cultura, com obtenção de incrementos na produtividade e melhoria da qualidade da madeira, só foi possível devido ao melhoramento genético da espécie. O aperfeiçoamento das técnicas de propagação vegetativa para produzir mudas melhoradas colaborou para o estabelecimento de clones na produção de matéria-prima para fins industriais, contribuindo significativamente para o êxito da cultura do eucalipto no Brasil. A adoção dessa tecnologia em áreas comerciais favoreceu o aumento da produtividade e facilitou o manejo da cultura (SILVA; BARRICHELO, 2006; FOELKEL, 2007).

Os plantios comerciais geralmente são compostos de extensas áreas monoclonais, logo, grandes unidades de plantios dispõem de pouca ou nenhuma variabilidade genética. Alguns autores (MARTINS et al., 2014; MOURA, 2009) questionam se os plantios não poderiam ser realizados adotando misturas clonais, rompendo assim a uniformidade genética.

Essa mistura poderia beneficiar indivíduos frente a adversidades climáticas, pois se um determinado clone não apresenta desempenho satisfatório em um ambiente, o outro pode compensar e, em média, o comportamento da mistura seria melhor (HELLAND; HOLLAND, 2001). Outro relevante argumento é que devido a diferenças na resistência a pragas e/ou doenças, o emprego de diferentes clones pode diminuir a vulnerabilidade genética (BRUZI et al., 2007).

Ao adotar o uso de misturas clonais, deve-se levar em consideração a competição entre plantas, sendo que a competição influencia o desempenho dos clones

de maneira diferenciada entre os mesmos (PAVAN et al., 2012; MARTINS et al., 2014). A mistura de clones altera a competição existente entre as plantas, visto que talhões monoclonais apresentam autocompetição e, em áreas compostas de unidades multiclonais, a competição passa a ser descrita como alocompetição.

Ao competir com outras plantas, se os prejuízos que um genótipo ocasiona sobre si mesmo são maiores que os danos que ele provoca em outro, ambos podem existir conjuntamente em uma mesma área (McNAUGHTON; WOLF, 1973). O sucesso do emprego de mistura depende da escolha adequada dos clones que irão ser empregados. Logo, a estimação de parâmetros associados à capacidade dos genótipos em exercer, ou sofrer competição, é importante para identificar os possíveis efeitos ocasionados sobre a produtividade dos clones.

Entretanto, a dificuldade de estimar a competição entre plantas faz com que as análises rotineiras não incluam esse parâmetro e, que, na literatura, apesar das vantagens apresentadas, não sejam observados muitos relatos de pesquisas com misturas clonais em eucalipto (LEONARDECZ NETO et al., 2003).

Esse tipo de estudo já foi realizado para outras espécies com feijoeiro e com sintéticos de milho (SILVA, 2007; PERECIN et al., 1997), e no eucalipto destacam-se os trabalhos realizados por Moura (2009) e Martins et al. (2014). Tais estudos utilizam uma modelagem semelhante à análise de dialelos parciais para estimar as capacidades de exercer e tolerar a competição, capacidade geral de competição e as capacidades específicas de combinação para cada clone envolvido, possibilitando o estudo dos efeitos na produtividade devido a misturas clonais na cultura do eucalipto.

Nesse contexto, é de grande importância conhecer a empregabilidade do uso de mistura de clones comparando os efeitos da auto e alocompetição e, também, estimar os parâmetros associados à capacidade de exercer ou sofrer competição a fim de prever o sucesso da adoção de mistura clonal em plantios comerciais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O GÊNERO *EUCALYPTUS*

O gênero *Eucalyptus* é originário da Austrália e regiões próximas como Timor, Indonésia, Papua-Nova Guiné, Molucas, Papua Ocidental, sul das Filipinas e da Tasmânia, em uma faixa compreendida entre latitudes 9° N e 44° S e entre as altitudes de 30 m e 2.000 m (MORA; GARCIA, 2000; BARBOUR et al., 2008).

Pertencente à família Myrtaceae, o gênero possui muitas espécies, subespécies e alguns híbridos naturais, assim como são observadas variedades fenotípicas intraespecíficas decorrentes de condições ambientais ou hibridação (BROOKER; KLEINIG, 2006; NEVES et al., 2011; GRATTAPAGLIA et al., 2012).

O eucalipto possui flores hermafroditas e o sistema de reprodução é preferencialmente alógamo. No entanto, a taxa de autogamia pode variar de 10 a 35% (SILVERTOWN, 2004; FERRARI et al., 2004). A protandria então favorece a alogamia, já que o estigma encontra-se receptivo antes do período de viabilidade máxima dos grãos de pólen. Contudo, esse fenômeno não elimina a possibilidade da autopolinização, pois são encontradas flores em diferentes estágios de maturação em uma mesma planta (ELDRIDGE et al., 1993; MORAN et al., 2002).

Adaptadas às mais diferentes condições de clima e solo, as espécies de *Eucalyptus* são cultivadas em quase todos os continentes do mundo (LUNA, 2004; TOLFO et al., 2005; ROCHA et al., 2007). No Brasil, o gênero foi introduzido comercialmente no início do século XIX pelo pesquisador Edmundo Navarro de Andrade, que realizou os primeiros trabalhos com a cultura (TEIXEIRA et al., 2013).

Ao adaptar-se bem às condições climáticas brasileiras, o eucalipto se destacou como uma espécie promissora devido ao seu alto índice de crescimento e excelente qualidade da madeira (FONSECA et al., 2010). Com os avanços obtidos nos programas de melhoramento, a propagação desses materiais selecionados e o rápido crescimento alavancaram o cultivo comercial da cultura pelas empresas do segmento florestal (TOLFO et al., 2005; FONSECA et al., 2010; MORAES et al., 2014).

Segundo a Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ (2015), o setor de florestas plantadas com eucalipto contribui significativamente para o desenvolvimento da economia brasileira. Ainda segundo relatório divulgado (IBÁ, 2015), atualmente a cultura ocupa 5,56 dos 7,74 milhões de hectares da área de árvores plantadas no Brasil, e os principais estados produtores são Minas Gerais (25,2%), São Paulo (17,6%) e Mato Grosso do Sul (14,5%). A produtividade média brasileira ($39 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$) está acima da média dos principais países produtores, como Austrália, China e Estados Unidos (IBÁ, 2015).

2.2 MELHORAMENTO FLORESTAL

O objetivo básico do melhoramento florestal é a obtenção de materiais geneticamente superiores que promovam o aumento da produtividade e da qualidade da madeira. Isso requer métodos que possibilitem obter ganhos contínuos, ao longo de vários ciclos de seleção, sem comprometer a base genética da população. Desta forma, é possível garantir programas de melhoramento a médio e longo prazos (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Segundo Cruz e Carneiro (2003), o sucesso do melhoramento genético está ligado à capacidade de escolher os melhores indivíduos que serão os genitores das próximas gerações.

Várias espécies de *Eucalyptus* têm sido estudadas nos programas de melhoramento com o intuito de obter materiais com características específicas. As espécies *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla* se destacam como espécies promissoras (PERREIRA et al., 2000; MOURA et al., 2012).

No início da década de 1970, os programas de melhoramento florestal começaram a utilizar metodologias de clonagem e hibridação como ferramentas para obter ganhos genéticos, assim como o uso da divergência genética entre e dentro de espécies, e procedências, associada à manifestação heterótica de híbridos (RESENDE, 2002).

A clonagem, ou propagação vegetativa, é uma técnica utilizada nos programas de melhoramento de plantas com a finalidade de gerar indivíduos geneticamente idênticos ao genitor (FERRARI et al., 2004).

O uso de materiais genéticos melhorados associado ao emprego de novas tecnologias, promoveu aumento na produtividade média, que nas últimas décadas passou de $15 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para aproximadamente $50 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (SILVA; BARRICHELO, 2006; BASSA et al., 2007; GOMIDE et al., 2010) em áreas comerciais com elevado nível tecnológico.

Para obtenção de plantios florestais capazes de suprir as demandas do mercado, é necessário o desenvolvimento de novas técnicas de manejo aliado aos aspectos genéticos, uma vez que a floresta é o resultado das ações e interações de seus genótipos com o ambiente (ROSADO et al., 2009). Para isso a identificação de genótipos superiores é fundamental, visando maximizar o ganho genético em relação às características de interesse e gerar florestas mais produtivas (ODA et al., 2007; ROSADO et al., 2012).

As diferenças existentes no comportamento dos materiais genéticos identificados, nos diferentes tipos de ambientes, ressaltam a importância da realização de estudos para avaliar a capacidade de interação dos genótipos além das condições edafoclimáticas, a fim de selecionar indivíduos nas diversas situações desejadas.

2.3 PLANTIO CLONAL

Segundo Ferreira e Santos (1997), a utilização da propagação vegetativa nos sistemas florestais se justifica para genótipos de alta produtividade e qualidade, pois permite a multiplicação de genótipos superiores obtidos em programas de melhoramento. No entanto, a multiplicação por clonagem não se classifica como um método de melhoramento, mas sim como um instrumento que acelera os ganhos genéticos aditivos e não aditivos (FERREIRA; SANTOS, 1997).

A silvicultura clonal do *Eucalyptus*, por meio da seleção e propagação vegetativa de materiais selecionados, proporcionou o estabelecimento de florestas clonais com matéria-prima mais uniforme. Clones mais adaptados aos diferentes ambientes de

plantio promoveram incrementos na produção de madeira por unidade de área, bem como a otimização do manejo operacional e redução na idade de corte (SANTOS et al., 2006; ODA et al., 2007). Desta forma, os clones foram definitivamente empregados nos sistemas de produção das empresas florestais, sendo que a empresa FRIBRIA S.A., antes Aracruz Celulose S.A., em 1979 foi pioneira ao adotar clones de eucalipto em uma área comercial de 1000ha (MARTINS et al., 2014).

A expansão dos plantios comerciais com eucalipto no Brasil está diretamente ligada ao aprimoramento das técnicas de propagação vegetativa, devido ao uso de clones com altas performances em determinadas regiões (GONÇALVES et al., 2001; FONSECA et al., 2010).

Atualmente as empresas florestais têm utilizado clones em extensas áreas comerciais. Porém, a uniformidade genética observada implica redução imediata na diversidade e aumento da vulnerabilidade genética, ocasionando maiores riscos de perdas na produção devido ao ataque severo de pragas e/ou doenças e adversidades climáticas (MOURA, 2009).

Visando a quebra da monotonia genética nas áreas de plantio a fim de diminuir a vulnerabilidade genética de uma população, o uso de misturas clonais nos sistemas de produção pode ser uma alternativa interessante (MARTINS et al., 2014). Esse mesmo autor destaca que na literatura não há muitos relatos sobre a adoção de misturas com espécies florestais, porém, são vários os trabalhos com a cultura da soja, feijão, aveia e cevada que utilizam misturas.

Na cultura da soja, foi observado que o uso de misturas promoveu aumentos no rendimento em relação à média, e que determinados genótipos foram beneficiados pela competição intergenotípica (BISOGNIN et al., 1995).

O uso de misturas na cultura do feijão só é viável se, além de apresentar produtividade média superior, for observado homogeneidade dos grãos a serem comercializados (MASTRANTONIO et al., 2004). Essa homogeneidade não é requisito para o emprego de misturas na cultura do eucalipto, visto que misturar madeiras com diferentes propriedades é prática comum adotada por algumas indústrias (BASSA et al., 2007), favorecendo a operacionalidade da cultura.

O uso de misturas genotípicas de *Eucalyptus* pode apresentar como vantagem potencial a diminuição da vulnerabilidade genética e, quando o desempenho em mistura for semelhante ao plantio clonal convencional, essa pode ser adotada sem prejuízo no volume de madeira produzida (MARTINS et al., 2014).

2.4 COMPETIÇÃO ENTRE PLANTAS

A competição entre plantas pode ser definida como a interação biológica que ocorre entre dois ou mais indivíduos quando os recursos são limitados (McNAUGHTON; WOLF, 1973). Uma planta passa a competir com outra quando os recursos disponíveis não são capazes de suprir as necessidades de ambas (LEONARDECZ NETO et al., 2003).

Durante a fase de crescimento, a competição por recursos não ocorre entre todas as plantas na população, mas sim entre o indivíduo em questão e as plantas que estão em seu entorno (FLORENTINE; FOX, 2003). Ao considerar duas plantas potenciais competidoras em um dado ambiente, se os recursos ambientais disponíveis suprem as necessidades de ambas, elas não irão competir. Entretanto, quando os recursos necessários para seu crescimento decrescem abaixo de sua demanda, afetando o crescimento das plantas, a competição entre plantas tem início (WEBER et al., 2008).

Na área florestal a competição pode ser definida como habilidade que uma árvore tem para interagir com outras e produzir uma maior ou menor quantidade de volume de madeira (MORI, 1993).

A competição pode ser classificada quanto ao modo que as plantas competidoras interagem (FUTUYAMA, 1992). A competição por exploração ocorre quando um indivíduo utiliza um determinado recurso, tornando-o indisponível para os demais indivíduos, e os que competem podem realmente nunca se encontrarem. Já na competição por interferência, dois indivíduos interagem e um sai prejudicado pelo outro.

Ao competir de maneira diferenciada pelos recursos ambientais disponíveis, as plantas competidoras podem expressar maior capacidade de aproveitamento do ambiente, resultando em incrementos na produtividade (SCARPINATI et al., 2009). A

competição pela luminosidade, por exemplo, estimula o crescimento em altura de árvores do centro de um talhão, as quais apresentam maior altura quando comparadas com plantas localizadas nas extremidades desse mesmo talhão (SGRILLO; KÁTIA, 2006).

Existem diversas formas de competição entre as árvores, a competição denominada intraespecífica, por exemplo, é observada entre indivíduos de mesma espécie. Dentro dessa classificação há duas divisões: a competição intragenotípica, ou autocompetição, onde os indivíduos possuem a mesma constituição genética; e a competição intergenotípica, também denominada de alocompetição, na qual as plantas são geneticamente diferentes (FUTUYMA, 1992).

A maioria das espécies de rápido crescimento, como o eucalipto, é sensível à competição, e os efeitos que ela pode provocar são variáveis de acordo com o estágio de desenvolvimento das plantas (CASTRO; GARCIA, 1996; KUVA et al., 2003).

Martins et al. (2014), trabalhando com *Eucalyptus* spp., concluíram que os clones diferem na capacidade de exercer e sofrer competição, fato esse esperado visto que a competição influencia no desempenho dos genótipos de maneira diferenciada entre eles (PAVAN et al., 2012), interferindo diretamente na produtividade final. A interação decorrente da competição entre plantas pode ser vantajosa para a população, se os efeitos competitivos beneficiarem os diferentes genótipos coexistentes em uma mesma área.

Apesar dos grandes avanços no melhoramento do eucalipto, ainda são escassas as informações sobre o efeito da competição e a viabilidade do emprego de florestas multiclonais em sistemas produtivos comerciais. Para saber mais sobre essa relação, são imprescindíveis estudos envolvendo a competição.

CAPÍTULO II: AUTO E ALOCOMPETIÇÃO EM CLONES COMERCIAIS DE EUCALIPTO NO MATO GROSSO DO SUL

RESUMO

A adoção de clones altamente produtivos em plantios comerciais tem favorecido o manejo operacional da cultura do eucalipto devido a uniformidade de crescimento. No entanto, tais clones acarretam em uniformidade genética podendo comprometer a produção, neste sentido o uso de plantios multiclonais pode ser uma solução para este problema. O objetivo do trabalho foi identificar os possíveis efeitos da competição no desempenho silvicultural de clones comerciais de *Eucalyptus* spp.. O experimento foi implantado em delineamento de blocos casualizados, com três repetições e cinco plantas por parcela, no espaçamento de 3,6 x 2,5 m. Clones de *Eucalyptus* spp. foram avaliados em dois níveis de competição, intra e intergenotípica, aos 3 e 5 anos. Os caracteres avaliados foram volume de madeira, diâmetro à altura do peito, altura de plantas e incremento médio anual. Parâmetros de competição foram estimados a partir das análises realizadas. Houve diferenças entre os níveis de competição nas duas idades avaliadas para os caracteres incremento médio anual e volume. Os clones 8 e 9 se sobressaíram aos demais, tanto sob competição auto quanto em alocompetição.

Palavras chave: Competição. *Eucalyptus* spp. Modelos estatísticos.

ABSTRACT

The adoption of clones of highly productive in commercial plantations has favoured the operational management of the culture of the *Eucalyptus*, due to the uniformity of growth. However, such clones involve genetic uniformity and can compromise the production, in this sense, the use of plantations multiclonais can be a solution to this problem. This study aimed to identify the possible effects of competition on silvicultural performance in commercial of *Eucalyptus* spp. clones. The experiment was deployed in experimental design of randomized blocks, with three repetitions and five plants per plot, in the spacing of 3,6 x 2,5 m. *Eucalyptus* spp. clones were tested at two levels of competition, intra and intergenotypic, at 3 and 5 years. The traits evaluated were volume, diameter at breast height, plant height and mean annual increment. Competition parameters were estimated as from made analyzes. There were differences between the levels of competition in the two ages evaluated for characteristics the volume and mean annual increment. The 8 and 9 clones were better than others both in auto and allocompetition.

Key words: Competition. *Eucalyptus* spp. Statistical models.

3 INTRODUÇÃO

O *Eucalyptus* é um gênero de grande importância econômica, ambiental e social para o Brasil, sendo responsável por fornecer cerca de 90% de toda a madeira produzida para fins industriais e cuja área ocupada com a cultura totalizou 5,56 milhões de hectares em 2014, representando 71,9% da área total cultivada com florestas no país (IBÁ, 2015). A adoção de novas tecnologias nos programas de melhoramento genético aliada a fatores como crescimento rápido, alta produtividade e diversidade genética, contribuíram significativamente para o sucesso da cultura do eucalipto no país (LUNA, 2004).

A seleção de genótipos superiores em programas de melhoramento visa características silviculturais de interesse, que possam beneficiar e promover o aumento de produtividade (MARTINS et al., 2014). O desenvolvimento de híbridos entre espécies e a seleção de clones superiores aliados aos programas de melhoramento genético do eucalipto, aumentaram a produtividade e a qualidade da madeira (XAVIER; COMÉRIO, 1996). Com o aprimoramento das técnicas de propagação vegetativa a multiplicação desses genótipos selecionados permitiu a obtenção de plantios mais homogêneos, contribuindo para a adoção de clones em escala comercial na cultura do eucalipto (FERREIRA et al., 2004; FONSECA et al., 2010).

A introdução da clonagem em áreas comerciais possibilitou a uniformização dos plantios e facilitou o manejo operacional da cultura. Grandes áreas passaram a dispor de unidades monoclonais. Entretanto, quando observada em extensas áreas, a ausência de variabilidade genética pode acarretar prejuízos, como populações geneticamente vulneráveis do ponto de vista fitossanitário, aumentando assim a incidência e a severidade de doenças e pragas na cultura (BRUZI et al., 2007; MOURA, 2009; ROSADO et al., 2012). O uso de misturas clonais para romper essa monotonia genética poderia apresentar maior produção e beneficiar indivíduos frente a adversidades bióticas e abióticas, devido a interações desconhecidas entre os genótipos (MARTINS et al., 2014). Ao competir por recursos ambientais, como água e nutrientes, a planta pode expressar sua capacidade genotípica em exercer ou tolerar essa competição (BISOGNIN et al., 1995).

Segundo Pavan et al. (2012) a competição influencia no desempenho dos genótipos de maneira diferenciada entre os mesmos. Quando o evento competitivo se dá entre indivíduos de mesmo genótipo o fenômeno observado é a autocompetição, ou competição intragenotípica, e quando entre diferentes genótipos a alocompetição, ou competição intergenotípica. Ao verificar o fenômeno de competição, se os prejuízos que um genótipo ocasiona sobre si mesmo são maiores que os danos que ele provoca em outro, ambos podem coexistir em uma mesma área (McNAUGHTON; WOLF, 1973). Logo, a combinação ideal deve apresentar o menor índice de competição entre clones ou que esses se complementem possibilitando uma maior produtividade. Para identificar clones com boa capacidade de combinação é necessário comparar o efeito da auto e alocompetição, empregando ferramentas estatísticas para reconhecer misturas clonais promissoras.

Em experimentos florestais, as análises rotineiras não incluem a competição devido à dificuldade de estimar esse parâmetro (LEONARDECZ NETO et al., 2003). Sendo assim, ainda são poucas as informações encontradas sobre os efeitos da competição intra e intergenotípica no eucalipto, em função do pequeno número de trabalhos publicados sobre o assunto.

O objetivo deste trabalho foi identificar os possíveis efeitos da auto e alocompetição em clones comerciais de *Eucalyptus* spp. aos 3 e 5 anos de idade.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo os ensaios experimentais, instalados em setembro de 2007, foram conduzidos na unidade de plantio da FIBRIA S.A., no município de Três Lagoas – MS. A área está localizada nas coordenadas 20°53'40" de latitude Sul e 51°48'01" de longitude Oeste e altura de 362 m acima do nível do mar. O solo é latossolo vermelho distroférico e o relevo é moderadamente plano e ondulado. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw (clima tropical com estação seca de inverno), apresentando média anual de temperatura de 26 °C, umidade relativa média anual de 66% e precipitação média anual de 1.330 mm (CENTURION, 1982).

O delineamento experimental utilizado obedece a recomendação de PERECIN et al. (1997), no qual os 12 tratamentos implantados, clones de *Eucalyptus* spp. (Tabela 1), estão sujeitos a competição com todos e consigo mesmo (Tabela 2). O esquema de plantio dispôs de três repetições com cinco plantas por parcela experimental, no espaçamento de 3,6 x 2,5 m, totalizando 4860 indivíduos em uma área de 4,37 ha. As adubações foram feitas em filete contínuo no plantio, aplicando-se 306 kg.ha⁻¹ da formulação de 8-32-16 de NPK com 0,5% de zinco e 0,3% de cobre.

As avaliações se deram aos 3 e 5 anos de idade, com a coleta de dados da altura e circunferência à altura do peito (CAP) das árvores sobreviventes, sendo este transformado em diâmetro à altura do peito (DAP), pela equação:

$$DAP = \left(\frac{CAP}{\Pi} \right)$$

O volume (m³) e o incremento médio anual (IMA) foram obtidos de acordo com as recomendações da companhia, sendo considerado o fator de forma por classe diamétrica para cada clone testado. Para todos os dados utilizados foram considerados os dados de média de produção por parcela, ou seja, as árvores sobreviventes foram avaliadas e a soma delas dividida pelo número de árvores plantadas (5 plantas por parcela). Com o conjunto de dados experimentais, computou-se os efeitos da auto e alocompetição nas duas idades de avaliação, sobre essas características.

Os dados foram submetidos à abordagem estatística conforme Percin et al. (1997), em que mensurou-se o efeito da auto e alocompetição geral dentro de parcelas

a partir da produção média das linhas, considerando o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + b_j + v_i + b_j v_i + a_k + v_i a_k + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} é fenótipo do i -ésimo vizinho (parcela) no j -ésimo bloco na k -ésima subparcela;

μ é a média geral do experimento;

b_j é o efeito do j -ésimo bloco;

v_i é o efeito do i -ésimo vizinho (parcela);

$b_j v_i$ é o efeito da interação entre o j -ésimo bloco com o i -ésimo vizinho (erro a);

a_k é o efeito do k -ésimo arranjo competicional (auto ou alocompetição) subparcela;

$v_i a_k$ é o efeito da interação da competição k -ésima subparcela com o i -ésimo vizinho;

e_{ijk} é o erro experimental associado a observação do i -ésimo vizinho (parcela) no j -ésimo bloco na k -ésima subparcela.

Para verificar a significância dos parâmetros v_i , b_j e $v_i b_j$, utilizou-se o teste “t” de Student, testando a significância dos parâmetros quanto a zero, a 5% de probabilidade. Procedeu-se os desdobramentos das análises quando a interação arranjo competicional por vizinho foi significativa. As médias dos clones (vizinhos) assim como da forma de competição, auto ou alocompetição, e suas possíveis interações foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. A partir da análise de variância foram obtidas as seguintes estimativas:

Coeficiente de variação genotípica (CVg%)

$$CVg = \left[\left(\frac{\sqrt{\phi_g^2}}{m} \right) \cdot 100 \right]$$

Sendo que:

ϕ_g^2 = variância genotípica;

m = média geral do experimento;

Coeficiente de variação competicional (CVc%)

$$CVc = \left[\left(\frac{\sqrt{\phi_c^2}}{m} \right) \cdot 100 \right]$$

ϕ_c^2 = variância da competição;

m = média geral do experimento;

E os coeficientes de variação experimentais (CVe) sendo coeficiente de variação ambiental entre parcelas (CVa) e coeficiente de variação ambiental entre subparcelas (CVb). Todas as análises estatísticas foram efetuadas pelo *software* R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).

Tabela 1 - Descrição dos clones comerciais utilizados no teste de auto e alocompetição.

Clone nº	Espécies	Origem	Procedência
01	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Zimbabwe x Camaquã	Luís Antônio - SP
02	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Zimbabwe x Camaquã	Luís Antônio - SP
03	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Zimbabwe X Camaquã	Jacareí - SP
04	<i>E. grandis</i> X <i>E. urophylla</i>	Coffs Harbour x Timor	Itirapina - SP
05	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Desconhecida	Mogi-Guaçu – SP
06	<i>Eucalyptus saligna</i>	Desconhecida	Mogi-Guaçu – SP
07	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Desconhecida	Mogi-Guaçu – SP
08	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Coffs Harbour x Timor	Boa Esperança do Sul – SP
09	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Desconhecida	Três Lagoas - MS
10	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Desconhecida	Três Lagoas - MS
11	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Desconhecida	Três Lagoas - MS
12	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Desconhecida	Três Lagoas - MS

Fonte: FIBRIA S/A.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento foi avaliado aos 3 e aos 5 anos de idade, e apresentou bons índices de precisão experimental (Tabelas 2 e 3), com coeficientes de variação ambiental menores que os observados em outros trabalhos (GARCIA; NOGUEIRA, 2005; ROSADO et al., 2009), variando entre 3,4 a 6,0% aos 3 anos e 3,6 a 7,0% aos 5 anos, indicando pequena variação nos dados em nível de tratamentos nas diferentes repetições (PIMENTEL-GOMES, 1985).

Avaliando o desempenho de clones de *E. grandis* aos sete anos, Santos et al. (2006) observaram coeficientes de variação ambiental de 8,5% para DAP, 9% para ALT, 19% para VOL e 19,9% para IMA, e em análise conjunta Vellini et al. (2008) apresentaram CV_e de 27,24% para altura de clones de *Eucalyptus* spp.. Os coeficientes de variação ambientais obtidos foram menores que os demais trabalhos pormenorizados, sendo considerados baixos, o que pode estar correlacionado ao uso de parcelas menores as quais apresentam aumento no nível de competição entre os indivíduos (SCARPINATI et al., 2009). Os trabalhos aqui citados desconsideraram o efeito da competição, visto que, quando esta é considerada, apresenta uma redução nos valores de CV_e . Ao comparar os valores observados com valores encontrados na literatura, as proporções são quase sempre as mesmas entre as características avaliadas, o que demonstra que ao considerar a competição o erro experimental é minimizado.

Os caracteres VOL e o IMA apresentaram maiores CV_e do que as demais, fato esperado, pois os mesmos são compostos por outras variáveis como DAP e ALT, concordando com outros resultados na literatura (SCARPINATI et al., 2009; PAVAN et al. 2011; PAVAN et al. 2012; PUPIN et al. 2015).

Houve um pequeno aumento dos CV_e na idade de 5 anos em relação a idade de 3 anos, devido à permanência do experimento em campo, devido a incidência de fatores não controláveis com o avançar da idade, resultando no aumento do erro (PAVAN et al., 2014).

O coeficiente de variação genética (CV_g) é um parâmetro importante para avaliar a existência de variação genética. Quanto maior o valor do CV_g maiores as

chances de se obterem ganhos genéticos na seleção (KAGEYAMA; VENCOVSKY, 1983). Houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os clones para todos os caracteres avaliados, nas duas idades de avaliação (Tabelas 2 e 3), demonstrando a ocorrência de variação genética entre os mesmos, possibilitando ganhos com a seleção. Os CVg variaram de 19% a 51%, aproximadamente, entre os caracteres, demonstrando alta variação genética, de forma que os caracteres VOL e IMA favorecem a discriminação dos clones, por apresentarem maiores estimativas de CVg que os demais caracteres. Rosado et al. (2012), trabalhando com clones de *Eucalyptus* spp. aos 3 anos, obtiveram CVg de 9,76% para DAP, 5,74% para ALT e 22,16% para VOL, e Tolfo et al. (2005) com *Eucalyptus* spp. aos 6 anos e meio, encontraram CVg de 6,4%, 3,92% e 16,07% para DAP, ALT e VOL. Observa-se que há uma tendência de que o volume apresente os maiores coeficientes, sendo que a mesma proporção entre os caracteres foi observada como nos demais trabalhos.

Tabela 2 - Resultados da análise de variância para diâmetro à altura do peito (DAP, cm), altura (ALT, m), volume (VOL, $m^3 \cdot \text{árvore}^{-1}$) e incremento médio anual (IMA, $m^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$) em clones de *Eucalyptus* spp., aos 3 anos de idade.

Fonte de Variação	Quadrados Médios				
	GL	DAP	ALT	VOL	IMA
Clone	11	5,11***	7,262***	0,00181***	247,47***
Bloco	2	0,004 ^{ns}	2,235**	0,000007 ^{ns}	0,99 ^{ns}
Erro a	22	0,232	0,382	0,000047	6,42
Competição	1	1,243*	6,142**	0,000412**	56,64**
Clone x Competição	11	0,439 ^{ns}	0,694 ^{ns}	0,000145**	19,83**
Erro b	24	0,242	0,569	0,000039	5,35
CVa (%)		3,82	3,47	6,05	6,05
CVb (%)		3,91	4,24	5,52	5,52
CVg (%)		23,74	19,98	50,20	50,18
CVc (%)		1,32	2,21	2,85	2,85
Média		12,59	17,78	0,113	41,89

Nota: ***significativo a 0,001; **significativo a 0,01; *significativo a 0,05; ^{ns} não-significativo, pelo teste F; CVg= coeficiente de variação genética; CVc= coeficiente de variação de competição.

Fonte: Próprio autor.

Tabela 3 - Resultados da análise de variância para diâmetro à altura do peito (DAP, cm), altura (ALT, m), volume (VOL, m³.árvore⁻¹) e incremento médio anual (IMA, m³.ha⁻¹.ano⁻¹) em clones de *Eucalyptus* spp., aos 5 anos de idade.

Fonte de Variação	Quadrados Médios				
	GL	DAP	ALT	VOL	IMA
Clone	11	6,13***	11,40***	0,0057***	282,03***
Bloco	2	0,646 ^{ns}	5,397**	0,00018 ^{ns}	8,76 ^{ns}
Erro a	22	0,33	0,68	0,00019	9,36
Competição	1	2,56*	2,43 ^{ns}	0,00064*	31,83*
Clone x Competição	11	1,05*	1,56 ^{ns}	0,00066**	32,52**
Erro b	24	0,44	1,03	0,00015	7,26
CVa(%)		3,96	3,65	7,08	7,08
CVb (%)		4,57	4,46	6,23	6,23
CVg (%)		22,46	19,53	51,73	51,72
CVc (%)		1,67	0,87	1,91	1,91
Média		14,52	22,70	0,195	43,22

Nota: ***significativo a 0,001; **significativo a 0,01; *significativo a 0,05; ^{ns} não-significativo, pelo teste F; CVg= coeficiente de variação genética; CVc= coeficiente de variação de competição.

Fonte: Próprio autor.

Ao avaliar clones de eucalipto aos 3 anos de idade sob diferentes situações de competição, Scarpinati et al. (2009) obtiveram CVg para IMA de 6,96%, 9,60% e 15,10% e observaram que houve uma tendência no aumento da variância genotípica com o aumento da competição intergenotípica, ou seja, parcelas experimentais de menor tamanho podem favorecer o aumento no nível de competição. Tendo em vista que o presente trabalho foi desenvolvido com a maioria das parcelas dos genótipos em alto nível de competição, a discriminação dos clones pode ter sido favorecida.

Entre as idades estudadas houve pouca diferença entre os CVg, demonstrando que tanto aos 3, quanto aos 5 anos, há a possibilidade de efetuar a seleção. Massaro et al. (2010) avaliando a seleção precoce em *Eucalyptus* spp. descreveram boas correlações entre a seleção aos 25, 50 e 72 meses. Beltrame et al. (2012a) identificaram correlações altas e positivas entre as idades de 3 e 7 anos em clones interespecíficos de eucalipto. Para Pavan et al. (2014) as correlações positivas entre as idades são maiores quanto mais próximas forem as idades.

O efeito da competição foi significativo ($p < 0,05$) para todos os caracteres avaliados, exceto para ALT aos 5 anos de idade, sugerindo diferentes comportamentos dos clones quando submetidos a auto ou alocompetição e expressando mudanças no desempenho silvicultural de um clone quando submetido a diferentes tipos de

competição, tolerando ou não a mistura genotípica. Segundo Moura (2009) só ocorre diferenças entre o desempenho silvicultural dos clones em situações de auto e alocompetição, quando estes são genotipicamente diferentes e apresentam interação genótipo por competição.

O caractere ALT sofre influência da competição enquanto a floresta não atinge o fechamento do dossel, sendo que a alocompetição favorece o crescimento em altura mais precocemente que quando em autocompetição (Tabela 3). No entanto, não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) em altura aos 5 anos. Uma vez atingida a altura máxima determinada pelo valor genotípico do clone, esse reduz seu crescimento para este caractere, sendo assim, a competição intergenotípica parece não favorecer o crescimento em altura ao final do ciclo.

O caráter DAP teve o comportamento inverso ao ALT, tendo dobrado o seu quadrado médio de competição dos 3 para 5 anos, enquanto que para a ALT houve redução expressiva; outro parâmetro que corrobora com esta indicação é o coeficiente de variação de competição (CVC) que aumentou para DAP e diminuiu para ALT conforme o avanço da idade. Ao atingir a altura máxima, a planta começa a investir em crescimento do diâmetro, o que pode explicar o fato de aos 5 anos de idade a altura não ser significativa, demonstrando que a competição influencia em maior intensidade o desempenho em DAP dos clones com o fechamento do dossel. O caráter volume foi mais afetado devido à auto ou alocompetição, pois neste caractere computam-se os efeitos que ocorrem em praticamente todos os demais caracteres da planta (MARTINS et al., 2014), de forma que para volume e IMA houve interação clones por nível de competição.

Aos 3 anos, o desdobramento da interação para os caracteres DAP, ALT, VOL e IMA permitiu inferir que os clones, de modo geral, apresentaram as maiores médias quando em alocompetição (Tabela 3 e 4). Alguns autores, trabalhando com competição entre árvores de *Eucalyptus* spp., observaram que, ao ponto que, a homogeneidade genética entre os indivíduos aumenta, as plantas reduzem seu crescimento, devido a intensificação das interações competitivas por recursos limitados, e que, alternativamente, plantios com indivíduos geneticamente heterogêneos podem resultar em maior partilha de recursos, pois são capazes de explorar melhor os recursos

disponíveis (CHESSON, 2000; SILVERTOWN, 2004; BOYDEN et al., 2008), e as diferenças entre clones no crescimento, arquitetura de folhas, ramos e raízes, podem incrementar a produtividade em função das diferentes necessidades das plantas (MARTINS et al., 2014).

Tabela 4 - Médias para diâmetro (DAP, cm) e altura (ALT, m) em clones de *Eucalyptus* spp., aos 3 e 5 anos de idade.

Clone	3 Anos		5 Anos
	DAP	ALT	ALT
1	12,51 c	17,11 c	22,08 b
2	12,35 b	18,04 c	23,10 b
3	11,53 c	17,10 d	21,47 c
4	11,70 c	16,89 d	21,65 c
5	12,42 b	17,99 c	22,92 b
6	11,58 d	15,74 d	20,15 d
7	13,15 b	18,41 b	23,34 b
8	14,02 a	19,45 a	25,19 a
9	14,52 a	19,14 a	24,77 a
10	12,67 a	18,77 c	22,79 b
11	12,55 b	18,03 c	22,74 b
12	12,10 c	16,66 c	22,18 b
Médias			
Auto	12,46 b	17,48 b	22,51 a
Alo	12,72 a	18,07 a	22,88 a

Nota: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, a 5% de probabilidade.

Fonte: Próprio autor.

Todos os caracteres foram influenciados pelo nível competitivo, proporcionando melhores desempenhos quando em alocompetição. No entanto, o desempenho não foi semelhante para todos os clones. Nota-se que para VOL e IMA, aos 3 anos, quase todos os clones obtiveram desempenho melhor ou igual na situação de alocompetição, portanto a mistura clonal pode ser incorporada no sistema de plantio sem prejuízo à produção, além de ser vantajoso do ponto de vista industrial (MARTINS et al., 2014). Apesar disso, o clone 5 apresentou menor produção em alocompetição, outros clones apresentaram valores numericamente inferiores a exemplo dos clones 3 e 4, fazendo com que estes clones fossem classificados como medianos em situação de autocompetição e inferiores na presença de mistura clonal. Desta forma, apesar da mistura clonal ser vantajosa globalmente, ela pode prejudicar o desempenho silvicultural de alguns clones em particular. Assim, a escolha de clones que se adaptam a esse sistema de plantio pode trazer ganhos significativos à produção florestal, devendo-se eliminar clones que não se adaptam ao novo sistema de plantio.

Aos 5 anos, a alocompetição proporcionou melhora significativa na produtividade dos clones, fato observado para DAP, VOL e IMA. Porém, a competição não afetou da mesma forma os clones, sendo que uns foram prejudicados e outros beneficiados.

Os clones prejudicados pela competição intergenotípica foram os mesmos aos 3 anos. No entanto, aos 5 anos, a influência ficou mais evidente tornando as diferenças significativas.

O clone 9 diferiu estatisticamente dos demais clones em auto e alocompetição, com boa capacidade de exercer competição, o que pode significar incrementos na produtividade, visto que aos 5 anos, idade em que foi realizado o corte, o material obteve IMA de 57 m³ para autocompetição e de 63 m³ para alocompetição. O clone 5, aos 3 anos já apresentava baixa capacidade de tolerar competição, fato esse que se confirmou aos 5 anos de idade, com IMA de 42,55 m³ e 36,41 m³ para auto e alocompetição, respectivamente. O clone 4 não apresentou diferenças entre as médias aos 3 anos, contudo, aos 5 anos o clone foi superior quando em autocompetição com IMA de 39,79 m³.

Os clones mantiveram quase que as mesmas posições nas duas idades para todos os caracteres avaliados, o que permite inferir que aos 3 anos os clones já demonstram a capacidade de exercer ou sofrer competição. Alguns autores concluem que a avaliação precoce do eucalipto no Brasil, aos 2 anos, pode refletir o comportamento em idades mais avançadas (REZENDE et al., 1994; BELTRAME et al., 2012b). Entretanto, Moura (2009) concluiu que com o tempo as interações podem influenciar o comportamento e alterar o desempenho relativo dos clones submetidos a competição.

Ao observar o comportamento geral dos clones, pode-se inferir que o emprego de mistura de genótipos, a princípio, não implicou em nenhuma desvantagem para a produtividade, pelo contrário. O uso de misturas de clones poderia ser utilizado para incrementar a produtividade, através de boas combinações, com diferentes densidades da madeira ou até mesmo diferentes níveis de resistência ao ataque de pragas e doenças.

De modo geral, observa-se que os genótipos apresentaram comportamento superior, pois quando submetidos a competição intergenotípica houve incremento na produtividade da cultura, com exceção dos clones 3, 4, 5 e 6 que ao competir com genótipos diferentes diminuíram sua produção, diferindo significativamente ou não. Os melhores genótipos em autocompetição foram melhores também em alocompetição, já os de piores desempenhos não tiveram o mesmo comportamento, logo, um genótipo considerado de baixo desempenho quando submetido a autocompetição pode ser mais produtivo ao interagir com diferentes genótipos. Assim, combinações clonais que maximizem os ganhos devem ser empregadas nos plantios a fim de obter aumento na produtividade final da madeira, sendo assim, deve-se estimar as capacidades combinatórias dos materiais para encontrar as melhores combinações.

Tabela 5 - Médias para volume (VOL, m³.árvore⁻¹) e incremento médio anual (IMA, m³.ha⁻¹.ano⁻¹) em clones de *Eucalyptus* spp., aos 3 anos de idade.

Clone	VOL		IMA	
	Auto	Alo	Auto	Alo
1	0,112 Ac	0,120 Ac	41,30 Ac	44,62 Ac
2	0,099 Bd	0,113 Ac	36,81 Bd	42,03 Ac
3	0,103 Ad	0,098 Ad	38,06 Ad	36,15 Ad
4	0,101 Ad	0,092 Ad	37,47 Ad	34,14 Ad
5	0,109 Ac	0,098 Bd	40,53 Ac	36,41 Bd
6	0,098 Ad	0,099 Ad	36,18 Ad	36,61 Ad
7	0,114 Ac	0,114 Ac	42,13 Ac	42,07 Ac
8	0,135 Ab	0,145 Ab	49,85 Ab	53,54 Ab
9	0,149 Ba	0,161 Aa	55,23 Ba	59,59 Aa
10	0,101 Bd	0,123 Ac	37,47 Bd	45,44 Ac
11	0,104 Ad	0,113 Ac	38,37 Ad	41,71 Ac
12	0,105 Ad	0,111 Ac	38,71 Ad	41,09 Ac
Média	0,1107	0,1155	41,01	42,78

Nota: Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Próprio autor.

Tabela 6 - Médias para diâmetro (DAP, cm), volume (VOL, m³.árvore⁻¹) e incremento médio anual (IMA, m³.ha⁻¹.ano⁻¹) em clones de *Eucalyptus* spp., aos 5 anos de idade.

Clone	DAP		VOL		IMA	
	Auto	Alo	Auto	Alo	Auto	Alo
1	14,19 Ab	14,79 Ab	0,199 Ac	0,200 Ac	44,23 Ac	44,52 Ac
2	14,30 Ab	15,30 Ab	0,186 Ac	0,203 Ac	41,31 Ac	45,16 Ac
3	13,32 Ab	13,40 Ac	0,180 Ad	0,170 Ad	39,94 Ad	37,70 Ad
4	14,01 Ab	13,30 Ac	0,179 Ad	0,158 Bd	39,79 Ad	35,02 Bd
5	14,93 Aa	13,80 Bc	0,191 Ac	0,164 Bd	42,55 Ac	36,41 Bd
6	12,89 Ab	13,36 Ac	0,175 Ad	0,168 Ad	38,93 Ad	37,35 Ad
7	15,08 Aa	14,42 Ab	0,192 Ac	0,186 Ac	42,72 Ac	41,22 Ac
8	15,47 Ba	16,67 Aa	0,222 Bb	0,258 Ab	49,31 Bb	57,41 Ab
9	15,96 Ba	17,32 Aa	0,257 Ba	0,284 Aa	57,02 Ba	63,00 Aa
10	13,90 Ab	14,95 Ab	0,159 Bd	0,191 Ac	35,44 Bd	42,40 Ac
11	14,18 Ab	14,41 Ab	0,168 Ad	0,183 Ac	37,42 Ad	40,69 Ac
12	13,74 Ab	14,79 Ab	0,189 Ac	0,206 Ac	42,08 Ac	45,82 Ac
Média	14,33	14,71	0,192	0,198	42,56	43,89

Nota: Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Próprio autor.

6 CONCLUSÕES

O nível de competição influenciou o comportamento dos clones de eucalipto. O desempenho geral em alocompetição favoreceu a produtividade, porém os genótipos diferem na capacidade de exercerem ou tolerarem competição, podendo ser beneficiados ou não. O caractere altura em idades mais avançadas não foi influenciado pelo nível de competição, bem como o caractere diâmetro à altura do peito quando avaliado em idade precoce.

A competição intergenotípica pode beneficiar tanto genótipos superiores quanto inferiores, proporcionando aumento na produtividade.

CAPÍTULO III: CAPACIDADE DE COMPETIÇÃO EM CLONES COMERCIAIS DE *Eucalyptus* spp. NO MATO GROSSO DO SUL

RESUMO

O melhoramento do *Eucalyptus* spp. no Brasil visa, principalmente, ganhos na produtividade da madeira. Os esquemas dialélicos são comumente utilizados em programas de melhoramento de plantas. No entanto, no melhoramento florestal, dialelos parciais não são frequentemente encontrados na literatura. Os objetivos deste trabalho foram estimar as capacidades de competição por meio de análise de clones de *Eucalyptus* spp., para encontrar as melhores combinações, bem como comparar metodologias de análise. O presente trabalho dispôs de 12 clones em esquema experimental de delineamento de blocos casualizados, com 3 repetições e 5 plantas por parcela. Os dados de incremento médio anual (IMA) obtidos aos 5 anos de idade foram submetidos duas abordagens estatísticas. Posteriormente, os grupos foram classificados de acordo com a capacidade específica e a capacidade geral de competição. Houve diferenças nas capacidades dos materiais em sofrer e exercer competição. Os resultados obtidos evidenciaram que a utilização conjunta da análise dialélica e a abordagem estatística recomendada por Perecin et al. (1997) pode ser útil em programas de melhoramento de *Eucalyptus* spp., em especial na orientação das melhores combinações para plantios, quando o objetivo é obter ganhos na produtividade da cultura.

Palavras chave: Capacidade de competição. Dialelos parciais. *Eucalyptus* spp.

ABSTRACT

The improvement of *Eucalyptus* spp. in Brazil aims mainly gains in productivity of the wood. The half-diallel are commonly used in plant breeding programs. However, in forest improvement, half-diallel are often not found in the literature. The objectives of this study were to estimate the combination of capabilities by means of multivariate analysis of clones of *Eucalyptus* spp., to find the best combinations and compare the analysis methodologies. Were used 12 clones in design randomized blocks, with 3 repetitions and 5 plants per plot. The data of mean annual increment ($m^3.tree^{-1}.ano^{-1}$) obtained at 5 years of age were subjected to analysis of variance and partial diallels analysis. Posteriorly, the groups were ranked according to specific capacity and specific combining ability. The results showed that the combined use of diallel analysis and statistical analysis of Perecin et al (1997) in the be useful in *Eucalyptus* spp, breeding programs, in particular the guidance of the best combinations for planting when the goal is to achieve gains in productivity culture.

Key words: Competition ability. *Eucalyptus* spp. Half-diallel.

7 INTRODUÇÃO

Segundo a classificação de Brooker (2000), o gênero *Eucalyptus* possui mais de 600 espécies, híbridos e variedades catalogadas, desse total são empregadas comercialmente cerca de 20 espécies e alguns híbridos interespecíficos (FLYNN, 1999). No Brasil, os plantios comerciais da espécie começaram a partir do início do século XX.

O eucalipto se destaca entre as principais culturas de interesse para a produção industrial de madeira (GARCIA; MORA, 2000). TOLFO et al. (2005) relatam que os avanços florestais no Brasil se mostraram significativos em relação à produtividade. Entretanto, os plantios comerciais estão longe de suprir a demanda industrial de madeira, sendo indispensável a melhoria contínua dos sistemas de cultivo.

O melhoramento da espécie promoveu ganhos expressivos no rendimento da madeira, os quais contribuíram para que a cultura ganhasse destaque no cenário nacional de produção florestal (GONÇALVES et al., 2001). Desde a década de 1970, metodologias de hibridação e clonagem têm sido empregadas dentro dos programas de melhoramento genético para a obtenção de genótipos superiores visando incrementos na produtividade (ROCHA et al., 2007). A clonagem de indivíduos superiores facilitou a uniformização dos plantios florestais, nos quais os clones passaram a compor extensas áreas comerciais (FERREIRA et al., 2004; FONSECA et al., 2010).

Atualmente, os plantios clonais de híbridos prevalecem no país, de forma que grandes áreas dispõem de pouca ou nenhuma variabilidade genética. Essa monotonia genética nem sempre é vantajosa, pois pode oferecer riscos fitossanitários para a cultura (BRUZI et al., 2007; ROSADO et al., 2012). Introduzir diferentes genótipos em um mesmo talhão de plantio poderia amenizar os efeitos das adversidades bióticas e abióticas sobre as plantas, as quais podem interagir entre si, e promover incrementos na produtividade devido a essas interações, além de expressarem sua capacidade de exercer ou tolerar competição (PAVAN et al., 2012; MARTINS et al., 2014).

Segundo Martins et al. (2011), a competição é uma variável quantitativa importante em modelos de crescimento e produção florestal. As causas desconhecidas da competição, assim como a ligação entre ela, a redução dos recursos disponíveis e a redução da taxa de crescimento dificultam a sua mensuração.

Diversos autores utilizam na área florestal índices de competição para estimar e quantificar o nível competitivo de uma árvore em relação ao de suas competidoras (DAVIS et al., 2005; MARTINS et al., 2011; PAVAN et al., 2012). Segundo Scarpinati et al. (2009), esses índices estimam a competição total de árvores adjacentes que influenciam o desenvolvimento de outro indivíduo. Esse mesmo autor destaca que os dados ajustados pelas covariáveis de competição podem ser feitos por diversas metodologias para estimar o efeito competitivo.

Para obter combinações clonais que sejam capazes de maximizar a produtividade da cultura, é importante verificar a capacidade de competição dos clones que serão empregados. O ideal para um sistema de plantio multiclonal é dispor de boas combinações a fim de que as plantas produzam mais ao competir com indivíduos geneticamente diferentes.

Uma das formas de estimar boas combinações híbridas é por meio dos dialelos parciais. Ainda pouco utilizada no melhoramento florestal, a adoção dos delineamentos dialélicos permite inferir sobre a capacidade de competição dos clones envolvidos (MIRANDA FILHO, 1988; CRUZ et al., 2004; GERALDI). Martins et al. (2014) adotaram uma modelagem semelhante à análise de dialelos parciais como estratégia para estimar parâmetros associados à capacidade de exercer e tolerar competição em clones de eucalipto.

Outras abordagens estatísticas podem ser utilizadas para estimar as capacidades de competição. Perecin et al. (1997) sugerem dois diferentes modelos: a análise de variância com dados subdivididos, a fim de estimar as capacidades gerais e específicas de competição; e outro modelo capaz de avaliar os efeitos da competição para cada combinação de clones. Dessa forma é possível verificar o comportamento dos clones quando sofrem ou exercem competição.

Ao identificar os efeitos de competição, pode-se inferir simultaneamente a capacidade de produção per se de cada clone e sua capacidade como competidor.

Os objetivos deste trabalho foram identificar as melhores combinações entre clones comerciais, e comparar as metodologias utilizadas para estimar os parâmetros das capacidades de competição entre os clones.

8 MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios experimentais foram instalados na unidade de plantio da FIBRIA S.A., ano de 2007, no município de Três Lagoas – MS. A área está situada nas coordenadas 20°53'40" de latitude Sul e 51°48'01" de longitude Oeste, e a uma altura de 362 m acima do nível do mar. O solo é classificado como latossolo vermelho distroférico, e o relevo moderadamente plano e ondulado. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw (clima tropical com estação seca de inverno), com temperatura média anual de 26 °C, umidade relativa média anual de 66% e 1.330 mm de precipitação média anual (CENTURION, 1982).

O delineamento competitivo foi de acordo com Perecin et al. (1997), com 12 tratamentos, clones de *Eucalyptus* spp. (Tabela 1), adotando-se o delineamento de blocos casualizados, com três repetições e cinco plantas por parcela experimental, no espaçamento de 3,6 x 2,5 m, totalizando 4860 indivíduos em uma área de 4,37 ha. As adubações foram feitas em filete contínuo no plantio, aplicando-se 306 kg.ha⁻¹ da formulação de 8-32-16 de NPK com 0,5% de zinco e 0,3% de cobre.

Foram avaliados aos cinco anos de idade os caracteres altura comercial e circunferência a altura do peito e partir deste foi obtido o volume das árvores da parcela e transformados em incremento volumétrico médio anual (IMA), obtido de acordo com as recomendações da companhia, para média da parcela. Os dados utilizados consideram a média de produção por parcela, ou seja, as árvores sobreviventes foram avaliadas e a soma delas dividida pelo número de árvores plantadas (5 plantas por parcela).

A primeira abordagem estatística submete os dados à análise de dialelos parciais no software Genes (Método 4 – Apenas os híbridos F1's), utilizando o modelo de Griffing (1956), adaptado por Geraldini e Miranda Filho (1988), no qual não são considerados os efeitos de blocos, pois esses estão presentes em igual magnitude, em todas as médias, visto que o experimento é equilibrado e sem parcelas perdidas. O modelo é descrito abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} é o valor médio do híbrido ij ($i, j=1, 2, \dots, p, i < j$);

μ é a média geral;

g_i, g_j são os efeitos da capacidade geral de combinação do i -ésimo e j -ésimo clone, respectivamente;

S_{ij} é o efeito da capacidade específica de combinação entre os clones de ordem i e j ;

e_{ij} é o erro experimental médio (média dos $r = 3$ erros experimentais contidos em Y_{ij}).

A adaptação do modelo de Griffing (1956) é comumente utilizada para estimar a capacidade geral de combinação (CGC), que expressa o comportamento médio de um genótipo em combinações híbridas, e a capacidade específica de combinação (CEC), na qual determinadas combinações híbridas são superiores ou inferiores em relação à média dos genótipos envolvidos (PATERNIANI et al., 2008), neste trabalho será estimada a capacidade geral de competição (CGC) e a capacidade específica de competição (CEC).

Na segunda análise estatística, os 12 tratamentos clones sofrem a competição de todos os clones tornando-se um fatorial 12 por 12 em esquema de parcelas subdividas. Os tratamentos foram abordados conforme as recomendações de Perecin et al. (1997), considerando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + b_j + v_i + b_j v_i + a_k + v_i a_k + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} é observado do i -ésimo vizinho (parcela) no j -ésimo bloco na k -ésima subparcela;

μ é a média geral do experimento;

b_j é o efeito do j -ésimo bloco;

v_i é o efeito do i -ésimo vizinho (parcela);

$b_j v_i$ é o efeito da interação entre o j -ésimo bloco com o i -ésimo vizinho (erro a);

a_k é o efeito do k -ésimo vizinho;

$v_i a_k$ é o efeito da interação da competição k -ésima subparcela com o i -ésimo vizinho;

e_{ijk} é o erro experimental associado a observação do i -ésimo vizinho (parcela) no j -ésimo bloco na k -ésima subparcela.

Por último a fim de facilitar a discriminação dos tratamentos procedeu-se análise complementar considerando cada interação como um tratamento, totalizando 144 tratamentos, com delineamento de blocos casualizados, seguindo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} é a observação que recebeu o i -ésimo tratamento no j -ésimo bloco;

μ é média geral comum a todas as observações;

b_j é o efeito do j -ésimo bloco;

t_i é efeito do i -ésimo tratamento;

e_{ij} é o efeito do erro aleatório.

Procedeu-se o agrupamento de médias tanto para vizinhos (exercendo competição) e clones (sofrendo competição), quanto para tratamentos pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. Os coeficientes de variação experimentais (CVe) são expressos de duas formas: coeficiente de variação ambiental entre parcelas (CVa) e coeficiente de variação ambiental entre subparcelas (CVb).

A primeira abordagem estatística procedeu-se com o auxílio do Programa Genes (CRUZ, 2006), e as demais análises estatísticas foram efetuadas pelo *software* R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).

Tabela 7 - Descrição dos clones comerciais utilizados no experimento.

Clone nº	Espécies	Origem	Procedência
01	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Zimbabwe x Camaquã	Luís Antônio - SP
02	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Zimbabwe x Camaquã	Luís Antônio - SP
03	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Zimbabwe X Camaquã	Jacareí - SP
04	<i>E. grandis</i> X <i>E. urophylla</i>	Coffs Harbour x Timor	Itirapina - SP
05	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Desconhecida	Mogi-Guaçu – SP
06	<i>Eucalyptus saligna</i>	Desconhecida	Mogi-Guaçu – SP
07	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Desconhecida	Mogi-Guaçu – SP
08	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Coffs Harbour x Timor	Boa Esperança do Sul – SP
09	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Desconhecida	Três Lagoas - MS
10	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Desconhecida	Três Lagoas - MS
11	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Desconhecida	Três Lagoas - MS
12	<i>E. urophylla</i> X <i>E. grandis</i>	Desconhecida	Três Lagoas - MS

Fonte: FIBRIA S/A.

9 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O incremento médio anual computa os efeitos que ocorrem nas demais características (diâmetro à altura do peito, altura de planta, volume), que por sua vez dependem de outros caracteres (TOLFO et al., 2005; MARTINS et al., 2014). Devido a isso, o comportamento observado dos clones para IMA é capaz de refletir os efeitos da competição sobre os demais caracteres, fato esse que justifica o uso dessa característica para predizer as melhores combinações clonais para plantio.

Os resumos das análises de variância para a avaliação das capacidades de competição entre clones são apresentados na Tabela 9. Em todas as abordagens estatísticas houve significância entre os tratamentos ($p \leq 0,01$) pelo teste F para incremento médio anual (IMA).

O coeficiente de variação experimental observado foi de 20,69, e os coeficientes de variação ambiental entre parcelas (CVa) e subparcelas (CVb) foram de 26,99 e 20,08%, respectivamente. Os coeficientes de variação encontrados são considerados valores baixos ou médios e indicam uma boa precisão experimental (SCAPIM et al., 1999), fato comumente observado por outros autores para o IMA na cultura do eucalipto (ROCHA et al., 2005; SCARPINATI et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2009).

A análise de dialelos parciais considera dois grupos distintos: o grupo 1 que representa os vizinhos (exercendo competição) e o grupo 2 os clones (sofrendo competição). A partir dessa análise, foram estimadas as capacidades gerais e específicas de competição para cada genótipo envolvido. Outros autores (MOURA, 2009; MARTINS et al., 2014) também adotaram essa metodologia para estimar e predizer os efeitos do emprego de mistura clonal na cultura do eucalipto.

A capacidade geral de competição de um genótipo reflete o desvio de seu desempenho médio em combinações clonais (TEIXEIRA et al., 2013). A análise de variância de dialelos parciais (GRIFFING, 1956) revelou efeitos significativos ($p \leq 0,01$) para a capacidade geral (CGC) em ambos os grupos (Tabela 9). A heterogeneidade observada entre os clones evidencia a existência de combinações específicas, concordando com relatos para clones de eucalipto encontrados na literatura (MOURA, 2009; MARTINS et al., 2014).

Tabela 8 - Resultados das análises de variância do dialelo parcial e análise de variância de acordo com Perecin et al. (1997) (12trat) para incremento médio anual de volume de madeira (IMA, m³.árvore⁻¹.ano⁻¹), obtidos na avaliação de competição entre clones de *Eucalyptus* spp. aos 5 anos de idade.

Fonte de Variação	Dialelo parcial		Fonte de Variação	Perecin et al.	
	GL	QM		GL	QM
Tratamentos	143	302,02**	Vizinho	11	728,64***
Bloco	-	-	Bloco	2	56,55 ^{ns}
C.G.C. ¹	11	8015,09**	Erro a	22	120,24
C.G.C. ²	11	25724,88**	Clone	11	2338,63***
C.E.C.	121	9448,49**	V x C	121	78,09 ^{ns}
Erro	264	70,69	Erro b	264	66,56
CV(%)	-	20,69	CVa(%)	-	26,99
-	-	-	CVb(%)	-	20,08
Média		40,63			40,63

Nota: ***significativo a 0,001; **significativo a 0,01; ^{ns} não-significativo, pelo teste F; C.G.C.¹= capacidade geral de competição do grupo 1 (exercendo); C.G.C.²= capacidade geral de competição do grupo 2 (sofrendo); C.E.C.= capacidade específica de competição.

Fonte: Próprio autor.

Seguindo as recomendações de Perecin et al. (1997), o efeito de vizinho e clone foi altamente significativo ($p \leq 0,01$), indicando comportamento coincidente dos vizinhos e clones frente a competição. Entretanto, não houve interação entre vizinho e clone, sugerindo que a habilidade competitiva do clone independe do vizinho, sendo acentuada pelo seu valor genotípico (PAVAN et al., 2012).

A competição pode ter diferentes efeitos sobre o desempenho de alguns materiais, dependendo dos competidores que estão a sua volta, fazendo com que os clones se beneficiem da mistura clonal apresentando melhores desempenhos. Logo, genótipos mais competitivos podem se beneficiar da competitividade de seus vizinhos, assim como genótipos com menor capacidade de competição também podem apresentar incrementos na produtividade ou não (MARTINS et al., 2014; PAVAN et al., 2014). Presume-se que as diferenças existentes no desempenho dos clones ao sofrer ou exercer competição podem estar correlacionadas com a capacidade competitiva de cada material (SCARPINATI et al., 2009), e também com o modo que o genótipo não interfere ou não sofre interferência do vizinho.

Moura (2009) sugere que para identificar os clones a serem misturados visando incrementos na produtividade da mistura, sejam realizadas pesquisas prévias, e que se a mistura for realizada, quando um clone não vai bem o outro pode compensar.

A análise dialéctica é de fácil interpretação e pode ser utilizada para qualquer espécie (VIANA, 2000). Quando um genótipo apresenta uma alta capacidade geral de competição, sendo essa estimativa positiva, demonstra superioridade frente aos demais. As estimativas apresentadas para o grupo 1 expressam sua capacidade ao exercer competição e para o grupo 2 ao sofrer competição (Figura 1). Quanto maior a estimativa de determinado clone ou vizinho, sendo ela positiva, maior será a sua capacidade frente ao efeito competitivo e, conseqüentemente, sua superioridade. Quanto mais próxima de zero essa estimativa, o comportamento do indivíduo não se difere da média geral dos demais genótipos (CRUZ et al., 2012; VIANA, 2000; BISON et al., 2009).

Quando o objetivo é a identificação das melhores combinações clonais para plantio, as estimativas com melhor capacidade de competição devem ser consideradas (BENIN et al., 2009). Desta forma, a maior probabilidade de obtenção de combinações clonais desejáveis será pela escolha dos maiores valores (mais positivos) das capacidades de competição. Uma forma de observar o comportamento dos materiais submetidos a competição é agrupá-los de acordo com o desempenho obtido em mistura.

As estimativas da CGC observadas permitem inferir que os clones obtiveram melhores desempenhos quando na presença dos vizinhos 3, 4, 5 e 6. Esse grupo de genótipos quando em mistura podem influenciar positivamente no desempenho dos clones que estão ao seu redor, logo, é possível que a competição exercida sobre os clones por esse grupo de vizinhos beneficie as plantas competidoras promovendo incrementos na produtividade média (Figura 1 e 2). Entretanto, esses mesmos materiais não são bons competidores, pois as estimativas para a CGC como clones sempre foram negativas demonstrando que foram prejudicados pelos vizinhos e suas médias de IMA decresceram significativamente ao sofrer competição, chegando a valores mínimos de $30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ para produtividade média. Como sugerido por alguns autores (HELLAND; HOLLAND, 2001; MOURA, 2009), os genótipos ao interagir entre si

poderiam compensar em produtividade o desempenho de materiais menos produtivos em misturas, fato esse que não ocorreu, pois os clones desse grupo foram mais prejudicados do que beneficiaram os demais clones. Em trabalho realizado por Martins et al. (2014), comportamento semelhante foi observado, no qual genótipos que eram bons vizinhos não apresentaram o mesmo desempenho como competidores.

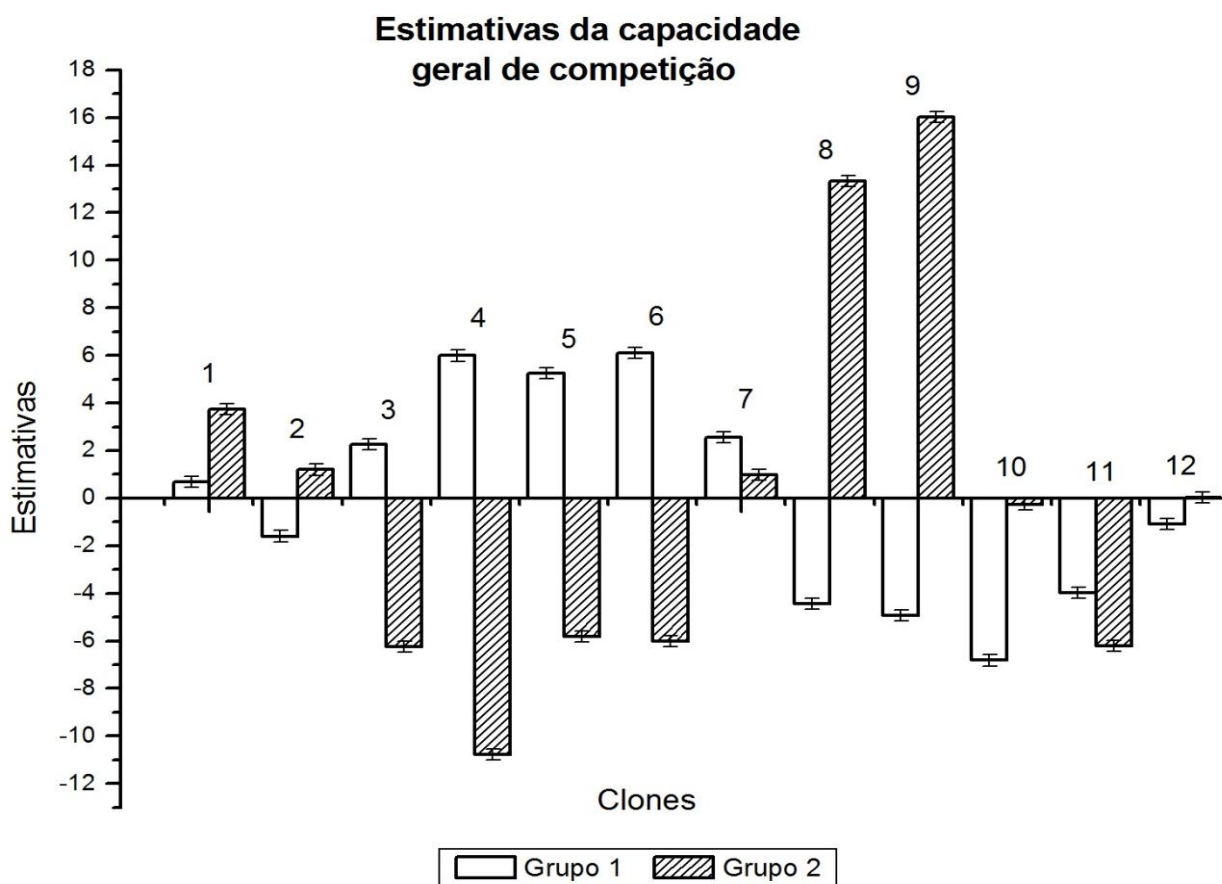
Observa-se que o grupo dos materiais 10, 11 e 12 obteve desempenho insatisfatório como competidor e vizinho, pois não se beneficia da mistura e não faz com que os clones ao seu redor sejam beneficiados. As estimativas da capacidade geral de competição para esses materiais, quase sempre negativas, e médias abaixo dos $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ para o IMA (Figura 2), evidenciam que tais genótipos não se sobressaem em competição intergenotípica, sendo estes não recomendados para plantios multiclonais. Considerando que dois dos três materiais desse grupo são os únicos *Eucalyptus urophylla*, o baixo desempenho frente a competição pode ser um indício de que os clones dessa espécie não devem ser empregados em arranjos multiclonais com multi-espécies, contrapondo o relatado por outros autores (MOURA, 2009; MARTINS et al., 2014).

A mistura clonal pode ser considerada vantajosa do ponto de vista comercial quando o resultado dos desempenhos dos clones somados resultar em uma produção superior ou igual a de qualquer um deles em estande puro. Na literatura há relatos com outras espécies em que a mistura foi vantajosa em relação ao monocultivo, como em Bisognin et al. (1995), com soja; Helland e Holand (2001), com aveia e Mastrantonio et al. (2004), com feijão.

As estimativas da capacidade geral de competição foram sempre positivas para os clones 2, 8 e 9, indicando o bom desempenho desses materiais ao competir com os seus vizinhos. Observa-se nesse grupo aumento das médias para IMA, chegando a $56 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Apesar dos bons desempenhos como competidores, esses genótipos não são bons vizinhos visto que as estimativas da CGC foram sempre negativas, resultando em efeitos negativos sobre a produtividade dos demais clones (Figura 1). Contudo, as médias de produtividade permitem inferir que esses materiais se beneficiam mais do que prejudicam, justificando o emprego desses materiais em misturas clonais.

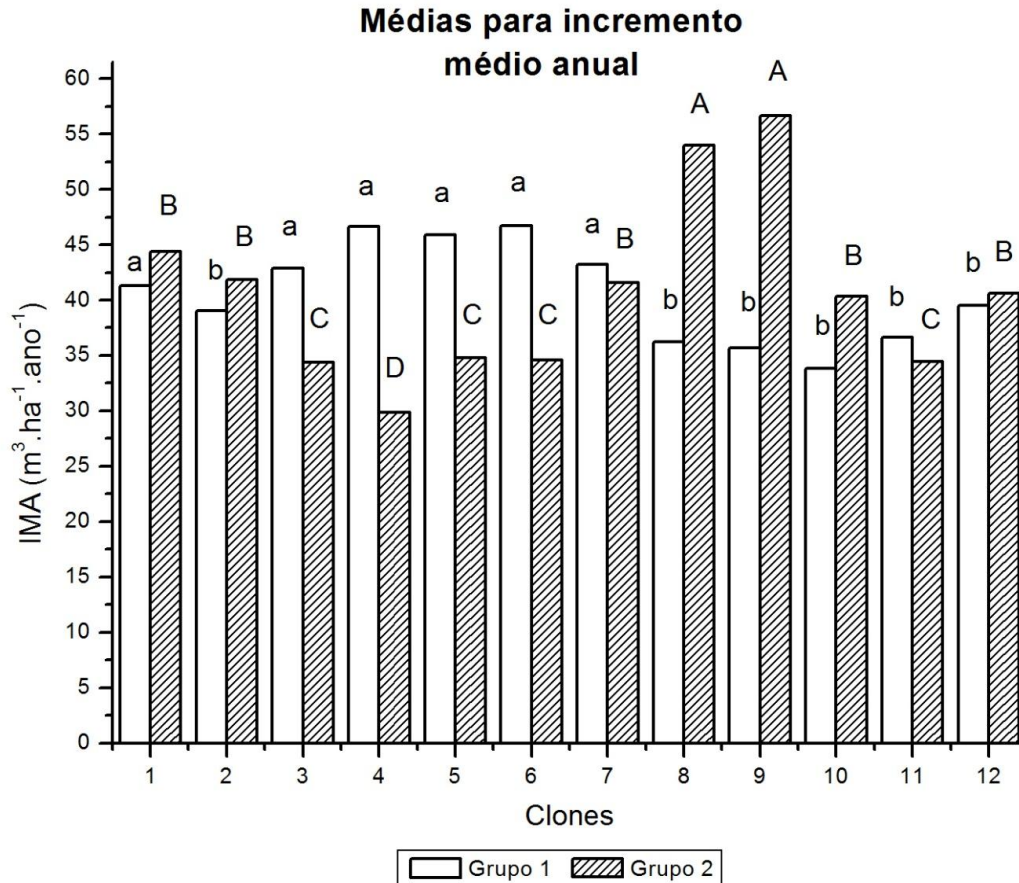
Ao agrupar os materiais 1 e 7 de acordo com o comportamento observado, nota-se que, quando vizinhos, as estimativas da CGC tiveram efeitos positivos no desempenho dos demais clones. O desempenho desses materiais como competidores apresenta aumentos na produtividade, com médias de produtividade sempre acima dos $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (Figura 2), e as estimativas da capacidade geral de competição positivas indicam boa aptidão dos clones para plantios multiclonais.

Figura 1 – Estimativas da capacidade geral de competição dos grupos 1 (exercendo) e 2 (sofrendo) para incremento médio anual (IMA, $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$) de clones de *Eucalyptus* spp., aos 5 anos de idade.



Fonte: Próprio autor.

Figura 2 - Médias dos grupos 1 (exercendo) e 2 (sofrendo) para incremento médio anual (IMA, $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) de clones de *Eucalyptus* spp., aos 5 anos de idade. Tratamentos com a mesma letra maiúscula, ou minúscula, pertencem ao mesmo grupo ($P \leq 0,05$), pelo teste de Scott e Knott (1974).



Fonte: Próprio autor.

A capacidade específica de competição (CEC) por sua vez permite identificar combinações com desempenhos superiores, ou inferiores, resultantes da combinação de clones e vizinhos. Logo, a combinação de melhor desempenho será aquela que apresentar maior estimativa da capacidade específica de competição. O cálculo da média das estimativas da CEC de uma determinada combinação é uma maneira de prever o comportamento do clone e de seu vizinho mutuamente.

Os materiais 1 e 4, 1 e 7, 7 e 9, 8 e 9 apresentam estimativas da capacidade específica de competição positivas (Tabela 9), demonstrando que são bons competidores e vizinhos. As médias dessas combinações para incremento médio anual variam de 45 a 55 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (Tabela 10), devido ao bom desempenho como vizinhos

associado a alta capacidade de competição como clones. Os clones 7 e 9 se destacam pela alta capacidade específica de competição, sendo que os efeitos dessa combinação resultaram em aumentos expressivos na produtividade final. Em termos de rendimento, são combinações que apresentam vantagens produtivas, pois ao interagirem entre si, os genótipos promovem ganhos e incrementam sua produtividade.

Podem ser consideradas combinações ruins aquelas que apresentam estimativas da capacidade específica de competição negativas e, conseqüentemente, quedas na produtividade. A combinação dos materiais 2 e 7, 3 e 12, 4 e 10, 5 e 12, 9 e 11 obteve estimativas negativas para CEC, e as médias observadas para o IMA (Tabela 10) confirmam que tais combinações não apresentam bons desempenhos ao competir ou sofrer competição. A princípio, a mistura de clones não foi vantajosa para essa combinação de genótipos, pois ao serem submetidos a competição intergenotípica, se observam efeitos negativos para competidores e vizinhos, indicando que não são recomendados para plantios multiclonais.

O efeito das combinações dos genótipos 1 e 12, 2 e 10, 4 e 8, pode ser classificado como nulo, visto que suas estimativas (positivas e negativas) se somadas anulam os efeitos positivos e negativos sobre clones e vizinhos (Tabela 9). Essas combinações também não apresentam vantagem ou desvantagem produtiva, já que as médias para IMA (Tabela 10) não apresentam incrementos significativos ou quedas expressivas. Martins et al. (2014) relatam comportamentos semelhantes ao trabalhar com competição em clones de eucalipto sobre diferentes espaçamentos e locais. Contudo, a produtividade média observada se manteve, e visando a quebra da monotonia genética de um talhão tal grupo poderia ser utilizado como alternativa para misturas clonais.

10 CONCLUSÕES

Os materiais genéticos se diferenciam entre si quanto a capacidade de sofrer ou exercer competição, permitindo inferir que o desempenho observado depende mais do material genético do que do ambiente.

A partir das diferenças observadas das capacidades genotípicas de competição é possível realizar a seleção de combinações superiores. A combinação 7 e 9 demonstra ser promissora para o emprego em plantios multiclonais.

A metodologia estatística recomendada por Perecin et al. (1997) foi de fácil interpretação, contudo, recomenda-se a adoção de ambas as metodologias em estudos de competição com eucalipto, visto que ambas são complementares.

Tabela 9 - Estimativas da capacidade específica de competição de clones (C) de *Eucalyptus* spp. nas colunas em combinação com diferentes vizinhos (V) nas linhas para incremento médio anual de volume de madeira (IMA, m³.ha⁻¹.ano⁻¹) de clones, aos 5 anos de idade.

Clones	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
V1	0,2331	-2,7197	0,5433	5,2641	-1,8066	1,7719	2,9783	-5,5523	-5,8949	2,0644	0,7558	2,3626
V2	2,2777	2,7752	3,8099	9,1030	-3,3483	2,7281	-0,1605	-12,9597	2,0987	-6,9960	1,8707	-1,1989
V3	-0,8675	1,1490	2,8254	0,5288	3,6824	2,8559	-1,0440	6,3981	-3,7922	-7,4655	3,6818	-7,9521
V4	5,6652	-5,8213	-4,1603	6,0335	-1,7749	4,5489	-2,1790	1,5921	2,1368	-5,4762	0,3342	-0,8991
V5	-2,3427	1,4895	5,6402	-1,2630	6,1576	-3,3349	3,0905	4,4766	-4,1777	-1,6013	-4,7520	-3,3829
V6	-1,0868	-0,2929	-4,9459	6,0462	0,0489	3,5240	1,5987	2,8888	-4,6041	0,8389	-3,3578	-0,6580
V7	2,6670	-4,2101	-7,0551	-6,8380	-1,9527	3,8391	2,4185	-5,8878	11,5303	1,2330	3,0474	1,2084
V8	-4,6843	-0,0374	-0,2714	-9,8403	0,2787	-6,0745	0,5906	11,0570	5,7454	-0,2453	-0,7506	4,2319
V9	-7,0591	-0,1072	-2,6915	-5,6881	10,2862	3,6357	3,4318	0,9302	3,7536	-1,1144	-1,8527	-3,5246
V10	-3,0641	7,0274	4,8598	-4,7094	-7,1751	-7,9560	0,8781	-0,1732	8,1569	5,5952	-5,8867	2,4470
V11	11,2072	-1,5670	2,5284	0,1742	-0,5085	-3,5034	-6,8597	2,9424	-12,9225	4,4712	6,3685	-2,3307
V12	-2,9458	2,3144	-1,0829	1,1889	-3,8878	-2,0350	-4,7433	-5,7122	-2,0301	8,6959	0,5413	9,6964

Fonte: Próprio autor.

Tabela 10 - Médias para incremento médio anual (IMA, $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$) de clones (C) de *Eucalyptus* spp. nas colunas em vizinhança (V) nas linhas, aos 5 anos de idade.

Clones	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
V1	45,277 B	39,785 C	35,614 C	35,801 C	33,687 C	37,061 C	45,268 B	49,091 B	51,437 B	43,105 B	35,858 C	43,686 B
V2	45,040 B	42,998 B	36,599 C	37,358 C	29,854 D	35,736 C	39,847 C	39,402 C	57,148 A	31,762 C	34,691 C	37,843 C
V3	45,757 B	45,234 B	39,476 C	32,646 C	40,747 C	39,726 C	42,826 B	62,622 A	55,119 A	35,155 C	40,365 C	34,952 C
V4	56,020 A	41,994 C	36,221 C	41,881 C	39,021 C	45,149 B	45,422 B	61,546 A	64,779 A	40,874 C	40,747 C	45,735 B
V5	47,269 B	48,562 B	45,279 B	33,842 C	46,209 B	36,523 C	49,948 B	63,688 A	57,722 A	44,007 B	34,918 C	42,509 B
V6	49,374 B	47,629 B	35,542 C	42,001 C	40,951 C	44,231 B	49,306 B	62,949 A	58,144 A	47,296 B	37,162 C	46,083 B
V7	49,594 B	40,178 C	29,899 D	25,582 D	35,415 C	41,012 C	46,592 B	50,639 B	70,450 A	44,156 B	40,033 C	44,415 B
V8	35,253 C	37,361 C	29,692 D	15,589 D	30,656 D	24,108 D	37,773 C	60,593 A	57,969 A	35,688 C	29,245 D	40,448 C
V9	32,372 C	36,785 C	26,766 D	19,236 D	40,157 C	33,312 C	40,109 C	49,961 B	55,472 A	34,313 C	27,637 D	32,186 C
V10	34,486 C	42,038 C	32,436 C	18,333 D	20,815 D	19,839 D	35,674 C	46,976 B	57,994 A	39,141 C	21,721 D	36,276 C
V11	51,599 B	36,285 C	32,946 C	26,059 D	30,323 D	27,134 D	30,778 D	52,933 B	39,756 C	40,859 C	36,818 C	34,340 C
V12	40,333 C	43,054 B	32,222 C	29,961 D	29,831 D	31,489 D	35,781 C	47,166 B	53,536 A	47,971 B	33,878 C	49,254 B

Nota: Tratamentos com a mesma letra pertencem ao mesmo grupo ($P < 0,05$), pelo teste de Scott e Knott (1974).

Fonte: Próprio autor.

REFERÊNCIAS

- BARBOUR, R. C.; OTAHAL, Y.; VAILLANCOURT, R. E.; POTTS, B. M. Assessing the risk of pollen-mediated gene flow from exotic *Eucalyptus globulus* plantation into native eucalypt populations of Australia. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 141, n. 4, p. 896-907, 2008.
- BASSA, A. G. M. C.; SILVA JUNIOR, F. G.; SACON, V. M. Misturas de madeira de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e *Pinus taeda* para produção de celulose Kraft através do Processo Lo-Solids®. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 75, p. 19-29, 2007.
- BELTRAME, R., BISOGNIN, D.A., MATTOS, B.D., CARGNELUTTI FILHO, A., HASELEIN, C.R., GATTO, D.A.; SANTOS, G.A. Desempenho silvicultural e seleção precoce de clones de híbridos de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 6, p. 791-796, 2012b.
- BELTRAME, R.; LAZAROTTO, M.; HASELEIN, C.R.; SANTINI, E. J.; SCHNEIDER, P.R.; AGUIAR, A.M. Determinação das deformações residuais longitudinais decorrentes das tensões de crescimento em *Eucalyptus* spp. **Ciência Florestal**, Piracicaba, v. 22, n. 2, p.343-351, 2012a.
- BISOGNIN, D.A.; VERNETTI, F.J.; GASTAL, M.F.C.; ZONTA, E.P. Competição intergenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 7, p. 947-955, 1995.
- BISON, O.; RAMALHO, M. A. P.; REZENDE, G. D. S. P.; AGUIAR, A. M.; RESENDE, M. D. V. Dialelo parcial entre clones de *Eucalyptus camaldulensis* e clones de *E. urophylla*, *E. grandis* e *E. saligna*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p. 395–402, 2009.
- BOYDEN, S.; BINKLEY, D.; STAPE, J.L. Competition among *Eucalyptus* trees depends on genetic variation and resource supply. **Ecology**, New York, v. 89, n. 10, p. 2850-2859, 2008.
- BROOKER, M. I. H.; KLEINING, D. A. **Field guide to eucalypts**. Melbourne: Bloomings Books. 2006. 356 p. v. 1.
- BROOKER, M. I. H. A new classification of the genus *Eucalyptus* L'Her.(*Myrtaceae*). **Australian Systematic Botany**, Clayton, v. 13, n. 1, p. 79-148, 2000.
- BRUZI, A. T.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, Â. D. F. B.; FERREIRA, D. F.; SENA, M. R. Homeostasis in vean population with different genetics structures. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 7, n. 2, p. 111-116, 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.

CENTURION, J. F. Balanço hídrico da região de Ilha Solteira. **Científica**. Jaboticabal, v. 10, n. 1, p. 57-61, 1982.

CHESSON, P. Mechanisms of maintenance of species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 31, p. 343-366, 2000.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2003. 585 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 480 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa, MG: UFV, 2012. v.1, 514p.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: Biometria. Editora UFV. Viçosa, MG, 382 p. 2006.

DAVIS, L.S.; JOHNSON, K.N.; BETTINGER, P.; HOWARD, T.E. **Forest management: to sustain ecological, economic, and social values**. 4. ed. Illinois: Waveland, 2005. 804p.

ELDRIDGE, K. G.; DAVIDSON, J.; HARWOOD, C. E.; WYK, G. **Eucalypt domestication and breeding**. New York: Oxford University, 1993. 288 p.

FERRARI, M.P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 22 p.

FERREIRA, E. M.; ALFENAS, A.C.; MAFIA, R. G.; LEITE, H.G.; SARTORIO, R. C.; PENCHEL FILHO, R. M. Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 183-187, 2004.

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

FLORENTINE, S.K.; FOX, J.E.D. Competition between *Eucalyptus victrix* seedlings and grass species. **Ecological Research**, Tokyo, v. 18, n. 1, p. 25-39, 2003.

FLYNN, R. *Eucalyptus*: **Progress in higher value utilization**: a global review. Washington: R. Flynn & Associates and Economic Forestry Associates, 1999. 212 p.

FOELKEL, C. As plantações de florestas no Brasil. BORÉM, A. **Biotecnologia florestal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 13-24.

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

FUTUYAMA, D. J. **Biologia evolutiva**. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.

GARCIA, C.; MORA, A. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000.

GARCIA, C. H.; NOGUEIRA, M. C. S. Utilização da metodologia REML/BLUP na seleção de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 68, p. 107-112, 2005.

GERALDI, I. O.; MIRANDA FILHO, J. B. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 2, p. 419-30, 1988.

GOMIDE, J. L.; FANTUZZI, N. H.; REGAZZI, A. J. Análise de critérios de qualidade da madeira de eucalipto para produção de celulose Kraft. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 339-344, 2010.

GONÇALVES, F.M.A.; REZENDE, G.D.S.P.; BERTOLUCCI, F.D.L.; RAMALHO, M.A.P. Progresso genético por meio da seleção de clones de eucalipto em plantios comerciais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 295-301, 2001.

GRATTAPAGLIA, D. et al. Progress in *Myrtaceae* genetics and genomics: Eucalyptus as the pivotal genus. **Tree Genetics & Genomes**, Heidelberg, v. 8, n. 3, p. 463-508, 2012.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. **Australian Journal of Biological Sciences**, Collingwood, v. 9, p. 463-493, 1956.

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.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório IBÁ: 2015**. Indicadores de desempenho do setor nacional de árvores plantadas referentes ao ano de 2014. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <http://www.iba.org/images/shared/iba_2015.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2016.

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

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III –

Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2003.

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

LUNA, L. M. **O eucalipto**. Minas gerais: Assembléia de Minas, 2004. 35 p.
MARTINS, F. B.; SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; SOUZA, A. D.; CASTRO, R. V. O. Índices de competição em árvores individuais de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 9, p. 1089-1098, 2011.

MARTINS, G.S.; MOURA, G.P.L.; RAMALHO, M.A.P.; GONÇALVES, F.M.A. Performance of *Eucalyptus* Clones in Auto and Allocompetition. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 63, n.1-2, p.9-15, 2014.

MASSARO, R. A. M.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. Viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 597-609, 2010.

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

McNAUGHTON, S. J.; WOLF, L. L. **General ecology**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1973. 710 p.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. The Eucalyptus culture in Brazil (A cultura do eucalipto no Brasil). **SBS**, São Paulo, v. 112, p. 317-326, 2000.

MORAES, C.B. et al. Estimativas dos parâmetros genéticos para seleção de árvores de *Eucalyptus*. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 104, p. 623-629, 2014.

MORAN, G.F. et al. Genomics of *Eucalyptus* wood traits. **Annals of Forest Science**, Les Ulis, v. 59, n. 5-6, p. 645-650, 2002.

MORI, E.S. **Variabilidade genética isoenzimática em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetida a diferentes intensidades de seleção**. 1993. 119 f. Tese (Doutorado em Genética). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba, 1993.

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

MOURA, J.C.M.S.; ARAÚJO, P.; BRITO, M.S.; SOUZA, U.R.; VIANA, J.O.F.; MAZZAFERA, P. Validation of reference genes from *Eucalyptus* spp. under different stress conditions. **BMC research notes**, London, v. 5, n. 1, p. 1, 2012.

NEVES, T.A. et al. Avaliação de clones de *Eucalyptus* em diferentes locais visando à produção de carvão vegetal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 68, p. 319-330, 2011.

ODA, S.; MELLO, E. J.; SILVA, J. F.; SOUZA, I. C. G.; BORÉM, A. Melhoramento florestal. **Biotecnologia Florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2007. p. 51-71.

OLIVEIRA, T. K. et al. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, DF, v. 1, p. 1-9, 2009.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; GUIMARÃES, P. D. S.; LÜDERS, R. R.; GALLO, P. B.; SOUZA, A. D.; LABORDA, P. R.; OLIVEIRA, K. M. Capacidade combinatória, divergência genética entre linhagens de milho e correlação com heterose. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 639-648, 2008.

PAVAN, B. E.; PAULA, R. C.; PERECIN, D.; CANDIDO, L. S.; SCARPINATI, E. A. Efeito competitivo em testes de progênies de eucalipto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 433-443, 2012.

PAVAN, B. E.; PAULA, R. C.; PERECIN, D.; CANDIDO, L. S.; SCARPINATI, E. A. Minimizing inter-genotypic competition effects to predict genetic values and selection in forestry genetic tests. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 68, p. 671-678, 2011.

PAVAN, B. E.; PAULA, R. C.; PERECIN, D.; SCARPINATI, E. A.; CANDIDO, L. S. Early selection in open-pollinated *Eucalyptus* families based on competition covariates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 49, p. 483-492, 2014.

PERECIN, D.; MALHEIROS, E. B.; FERREIRA, J. M.; MÔRO, J. B. Um delineamento para avaliações de auto e alocompetição em plantas. **Revista de Matemática e Estatística**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 195-200, 1997.

PEREIRA, J. C. D. et al. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113 p.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba-SP. ESALQ/USP, 1985. 468 p.

PUPIN, S. et al. Produtividade, estabilidade e adaptabilidade em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, p. 127-134, 2015.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2016. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <<http://www.R-project.org>> Acesso em: 30 mar. 2016.

- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 975 p.
- 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. **Revista Cerne**, Lavras, v. 1, p. 45-50, 1994.
- ROCHA, R. B. et al. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 255-266, 2005.
- ROCHA, M. D. G. B.; PIRES, I. E.; ROCHA, R. B.; XAVIER, A.; CRUZ, C. D. Seleção de genitores de *Eucalyptus grandis* e de *Eucalyptus urophylla* para produção de híbridos interespecíficos utilizando REML/BLUP e informações de divergência genética. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 977-987, 2007.
- ROSADO, A. M.; ROSADO, T. B.; ALVES, A. A.; LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 7, p. 966-973, 2012.
- ROSADO, A. M.; ROSADO, T. B.; RESENDE JÚNIOR, M. F. R.; BHERING, L. L.; CRUZ, C. D. Ganhos genéticos preditos por diferentes métodos de seleção em progênies de *Eucalyptus urophylla*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, p. 1653-1659, 2009.
- SANTOS, G. A.; XAVIER, A.; LEITE, H. G. Desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus grandis* em relação às árvores matrizes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 737-747, 2006.
- SCAPIM, C. A. et al. Avaliação da diversidade genética em *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, por meio da análise multivariada. **Ceres**, Viçosa, MG, v. 46, n. 266, 1999.
- SCARPINATI, E.A.; PERECIN, D.; PAULA, R.C.; BONINE, C.A.V.; PAVAN, B.E.; CANDIDO, L.S. Influência do modelo de análise estatística e da forma das parcelas experimentais na seleção de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, p. 769-776, 2009.
- SGRILLO, R. B.; KÁTIA, R. P. Modelagem de sistemas agroflorestais: conceitos e aplicações. In: _____. **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. [S. l.: s. n.], 2006. p. 291.
- SILVA, P. H. M.; BARRICHELO, L. E. G. Progressos recentes na área florestal. In: PATERNIANI, E. (Ed.) **Ciência, Agricultura e Sociedade**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 439-456.

- SILVA, V.M.P. **Estimação de parâmetros de competição entre plantas do feijoeiro**. 2007. 59 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- SILVERTONW, J. Plant coexistence and the niche. **Trends in Ecology and Evolution**, Oxford, v. 19, p. 605-611, 2004.
- TEIXEIRA, J. E. C.; BONINE, C. A. V.; DIAS, D. D. C.; SCARPINATI, E. A.; AGUIAR, A. M.; TOLEDO, F. H. R. B.; VENCOSKY, R. Cruzamentos dialélicos entre clones elite de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 100, p. 497-505, 2013.
- TOLFO, A. L. T.; PAULA, R. C.; BONINE, C. A. V.; BASSA, A.; VALLE, C. F. Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento, de produção e tecnológicos da madeira em clones de *Eucalyptus* spp. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 67, p. 101-110, 2005.
- VELLINI, A. L. T. T.; PAULA, N. F. D.; ALVES, P. L. D. C. A.; PAVANI, L. C.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. D. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, p. 651-663, 2008.
- VIANA, J. M. S. The parametric restrictions of the Griffing diallel analysis model: combining ability analysis. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirao Preto, v. 23, n. 4, p. 877-881, 2000.
- WEBER, P.; BUGMANN, H.; FONTI, P.; RIGLING, A. Using a retrospective dynamic competition index to reconstruct forest succession. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 254, p. 96-106, 2008.
- XAVIER, A.; SILVA, R.L.da. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomía Costarricense**, Amsterdam, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010.
- XAVIER, A.; COMÉRIO, J. Microestaquia: uma maximização da micropropagação de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 20, n. 1, p. 9-16, 1996.

APÊNDICE A – Croqui do experimento implantado na repetição um

Nº da Linha
de Plantio

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
19	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
21	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
23	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
24	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
27	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Nota: * – Cada parcela é composta por 5 plantas de cada clone.

Fonte: FIBRIA S/A.