

## **Influência de arranjos espaciais sobre características silviculturais de três clones de eucalipto em sistemas de integração lavoura- pecuária-floresta**





**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Gado de Corte  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

## **Documentos 232**

### **Influência de arranjos espaciais sobre características silviculturais de três clones de eucalipto em sistemas de integração lavoura- pecuária-floresta**

André Dominghetti Ferreira  
Ademar Pereira Serra  
Valdemir Antônio Laura  
Alexandre Cassiano Batistela Ortiz  
Alexandre Romeiro de Araújo  
Denise Renata Pedrinho  
Alex Mendonça de Carvalho

Embrapa  
Brasília, DF  
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Gado de Corte**

Av. Rádio Maia, 830, Zona Rural, Campo Grande, MS, 79106-550

Fone: (67) 3368 2000

Fax: (67) 3368 2150

<http://www.embrapa.br/gado-de-corte>

<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *Thais Basso Amaral*

Secretário-Executivo: *Rodrigo Carvalho Alva*

Membros: *Alexandre Romeiro de Araújo, André Dominghetti Ferreira, Andréa Alves do Egito, Kadijah Suleiman Jaghub, Liana Jank, Lucimara Chiari, Marcelo Castro Pereira, Mariane de Mendonça Vilela, Rodney de Arruda Mauro, Wilson Werner Koller*

Supervisão editorial: *Rodrigo Carvalho Alva*

Revisão de texto e Editoração Eletrônica: *Rodrigo Carvalho Alva*

Imagens da capa: *André Dominghetti Ferreira*

**1ª edição**

Versão online (2017)

**Todos os direitos reservados.**

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

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Gado de Corte.**

---

Influência de arranjos espaciais sobre características silviculturais de três clones de eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta [recurso eletrônico] / André Dominghetti Ferreira... [et al]. – Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2017.

26 p. (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN1983-974X ; 232).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: <<http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/doc/DOC232.pdf>>

Título da página da Web (acesso em 20 de outubro de 2017).

Outros autores: Ademar Pereira Serra; Valdemir Antônio Laura; Alexandre Cassiano Batistela Ortiz; Alexandre Romeiro de Araújo; Denise Renata Pedrinho; Alex Mendonça de Carvalho.

1. ILPF. 2. Eucalyptus ssp.. 3. Espaçamento. I. Ferreira, André Dominghetti. II. Serra, Ademar Pereira. III. Laura, Valdemir Antônio. IV. Ortiz, Alexandre Cassiano Batistela. V. Araújo, Alexandre Romeiro de. VI. Pedrinho, Denise Renata. VII. Carvalho, Alex Mendonça de.

# **Autores**

## **André Dominghetti Ferreira**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária,  
Embrapa Gado de Corte, Av. Rádio Maia, 830, CEP  
79106-550, Campo Grande, MS, Brasil

## **Ademar Pereira Serra**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária,  
Embrapa Gado de Corte, Av. Rádio Maia, 830, CEP  
79106-550, Campo Grande, MS, Brasil

## **Valdemir Antônio Laura**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária,  
Embrapa Gado de Corte, Av. Rádio Maia, 830, CEP  
79106-550, Campo Grande, MS, Brasil

## **Alexandre Cassiano Batistela Ortiz**

Engenheiro Agrônomo, Rua da Divisão, 975, CEP  
79081-650, Campo Grande, MS, Brasil

## **Alexandre Romeiro de Araújo**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária,  
Embrapa Gado de Corte, Av. Rádio Maia, 830, CEP  
79106-550, Campo Grande, MS, Brasil

## **Denise Renata Pedrinho**

Universidade Anhanguera-Uniderp, Rua Alexandre  
Herculano, 1.400, CEP 79035-470, Campo  
Grande, MS, Brasil

## **Alex Mendonça de Carvalho**

Universidade Estadual Júlio de Mesquita, Av.  
Nelson Brihi Badur, 430, CEP 11900-000,  
Registro, SP, Brasil



# Sumário

Resumo .....	7
Introdução.....	8
Material e métodos.....	9
Descrição da área experimental.....	9
Implantação da área experimental .....	10
Delineamento experimental e tratamentos .....	11
Variáveis analisadas .....	11
Análise estatística .....	12
Resultados e discussão .....	12
Altura e diâmetro à altura do peito de clones de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais .....	12
Volume de madeira por árvore e volume por hectare.....	16
Controle.....	21
Agradecimentos .....	22
Referências bibliográficas .....	22



# Influência de arranjos espaciais sobre características silviculturais de três clones de eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta

*André Dominghetti Ferreira*

*Ademar Pereira Serra*

*Valdemir Antônio Laura*

*Alexandre Cassiano Batistela Ortiz*

*Alexandre Romeiro de Araújo*

*Denise Renata Pedrinho*

*Alex Mendonça de Carvalho*

## Resumo

O propósito na realização dessa pesquisa foi avaliar a influência de arranjos espaciais sobre o crescimento de três clones de eucalipto, bem como, algumas características que influenciam a qualidade da madeira. O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande-MS. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial (3 x 3), com parcelas subdivididas no tempo e quatro repetições. Foram utilizados três clones de eucalipto (Urocam VM1, Grancam 1277 e Urograndis I144) e três arranjos espaciais (linha simples, dupla e tripla). Foram avaliadas aos 20 e 32 meses após o plantio, as variáveis: altura total de planta, diâmetro à altura do peito (DAP), volume de madeira por árvore, volume de madeira por hectare, retidão e bifurcação e cilíndricidade. Os arranjos espaciais influenciam o comportamento dos materiais genéticos, sendo observadas as maiores alturas nos arranjos espaciais com linhas triplas. O arranjo de linhas simples proporcionou maiores incrementos de DAP. O clone Grancam sobressaiu em relação aos demais nas características de retidão e bifurcação, independente do arranjo espacial e época de avaliação. Em síntese, conclui-se que quanto menor a densidade de árvores por hectare, maior o volume de madeira por árvore e menor o volume de madeira por área.

**Palavras-chave:** ILPF; *Eucalyptus* spp.; espaçamento; qualidade da madeira.

## Introdução

A busca pelo aumento da sustentabilidade dos sistemas de produção agrícolas tem despertado a atenção para os modelos de produção integrados, com cultivo de várias espécies na mesma área. Para a adoção dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), há a necessidade de instalar os diferentes componentes do sistema de maneira correta, de modo a maximizar a produtividade de cada um deles.

A árvore exerce grande influência sobre os demais componentes, uma vez que possui elevada capacidade de competição por água, luz e nutrientes. Diante deste fato, a utilização da espécie arbórea correta é fundamental, bem como, a correta disposição das árvores na área a ser cultivada.

Resultados de pesquisas recentes permitem recomendar a maior utilização de espécies do gênero *Eucalyptus* nos sistemas de ILPF em virtude de sua alta adaptabilidade às distintas condições edafoclimáticas, crescimento vigoroso, eficiência quanto ao uso de recursos hídricos e minerais, tolerância a solos de baixa fertilidade, moderado índice de infestação de pragas, doenças e plantas daninhas e por possuir madeira de qualidade para múltiplos usos, inclusive na indústria moveleira (Del Quiqui et al., 2001; Silva et al., 2015).

Contudo, Oliveira et al. (2009) destacam que a produção de madeira de eucalipto para serraria exige ciclo de corte mais longo, tratos silviculturais específicos e maior distância entre as árvores, o que altera os padrões de manejo da maioria dos povoamentos florestais existentes.

A disposição e quantidade corretas do componente arbóreo no sistema são de extrema importância, podendo ser em linhas simples, duplas ou grupos com mais de duas linhas, com diferentes espaçamentos entre

plantas, linhas e renques. Entretanto, o número de árvores por área e os espaçamentos entre elas serão definidos em função do objetivo do sistema, considerando a produção de madeira, largura dos implementos agrícolas da propriedade, implantação de culturas de ciclo curto, intervenção pecuária, facilidade nos processos de desbaste e colheita da madeira (Balbino et al., 2011). Assim, a associação de árvores, pastagem e cultivos agrícolas deve ser dimensionada para se obter o máximo proveito da produção animal, agrícola e florestal (Montoya et al., 2000).

Estudos sobre o comportamento de plantas de eucalipto em sistemas de ILPF são escassos, visto que a maioria dos estudos com esta espécie é concentrada no espaçamento de povoamentos florestais puros, ou seja, de dois a três metros entre plantas e entre linhas de plantio. E, segundo Oliveira et al. (2009), mesmo mantendo-se a mesma área útil por planta, há influência do arranjo espacial das árvores sobre suas características de crescimento e conseqüentemente, de produtividade.

O objetivo deste trabalho foi, portanto avaliar a influência de diferentes arranjos espaciais de árvores de eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta sobre o crescimento e produtividade inicial de três clones de eucalipto em condições do bioma Cerrado.

## **Material e métodos**

### **Descrição da área experimental**

As parcelas dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta foram instaladas em janeiro de 2012, em Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), (Santos et al., 2013), na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS, entre as coordenadas geográficas: 20°27'04" S e 54°42'57" W, 930 metros acima do nível do mar. O padrão climático da região é descrito, segundo Köppen (1948), como pertencente à faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido. A precipitação média anual é de 1.560 mm, com verão chuvoso e inverno seco.

## Implantação da área experimental

A acidez do solo na área experimental foi corrigida com aplicação superficial de calcário ( $3,5 \text{ t ha}^{-1}$ ), sendo incorporado por meio de grade com 18 discos e 32 polegadas de diâmetro. Foi utilizado calcário dolomítico com PRNT de 75% (25% de óxido de cálcio e 11% de óxido de magnésio). Devido à complexidade do sistema integrado de lavoura-pecuária-floresta, foi tomada a decisão para a correção da acidez do solo para atender a cultura mais exigente, objetivando-se elevar a saturação por bases do solo para 60%, para atender o requerimento nutricional da cultura da soja.

A soja (*Glycine max* cv. BRS 285) foi semeada em novembro de 2011 em sistema de plantio convencional, sendo anteriormente marcadas as linhas onde seria realizado o preparo dos sulcos de plantio de eucalipto com as devidas definições de arranjo espacial.

O plantio dos clones de eucalipto foi realizado após a implantação da soja. O preparo e plantio foram realizados em janeiro de 2012, sendo o preparo dos sulcos de plantio realizado com subsolador adubador onde foram aplicados 200 gramas por metro de sulco do formulado NPK 06-30-06 com 0,5% de zinco e 0,5% de boro. A adubação de cobertura nas plantas de eucalipto foi realizada em duas parcelas (três e nove meses após o plantio), com aplicação do formulado NPK 20-00-20 com 0,5% de boro e 0,5% de zinco, sendo aplicados  $120 \text{ gramas planta}^{-1}$  em cada cobertura, seguindo recomendações propostas por Gonçalves (1995).

Para o plantio, foi utilizado o próprio tubete da muda para abrir a cova de plantio com a mesma dimensão que o sistema radicular da muda. As mudas de eucalipto tinham em média 30 cm de altura e foram irrigadas, 2 litros de água por muda, no dia do plantio. O espaçamento entre os renques de eucalipto foi de 14 metros, espaço ocupado no primeiro ano com a soja (*Glycine max* cv. BRS 285), e logo após a colheita da soja foi realizada a semeadura do milheto (*Pennisetum americanum*) como cobertura do solo para o posterior plantio em sistema de plantio direto.

Em novembro de 2012, os espaços entre os renques de eucalipto foram novamente utilizados para o cultivo da soja no verão, sendo realizado o plantio direto. Após a colheita da soja foi semeada a forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em março de 2013. A entrada dos animais ocorreu após o estabelecimento da forrageira, em junho de 2013, sendo realizado o primeiro pastejo na área, ocasião em que as árvores de eucalipto apresentavam diâmetro a altura do peito (DAP) acima de seis centímetros, parâmetro que indica maturidade para a realização da operação de desrama e posterior entrada dos animais.

### **Delineamento experimental e tratamentos**

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial (3 x 3), com parcelas subdivididas no tempo e quatro repetições. Na parcela, foram utilizados três clones de eucalipto: Urocam VM1 (*Eucalyptus urophylla* x *E. camaldulensis*), Grancam 1277 (*E. grandis* x *E. camaldulensis*) e Urograndis 1144 (*E. urophylla* x *E. grandis*) e três arranjos espaciais (linha simples, dupla e tripla). Cada parcela experimental contou com 10 plantas no arranjo de linhas simples, 20 plantas no arranjo de linhas duplas e 30 plantas no arranjo de linhas triplas.

No arranjo de linhas simples utilizou-se o espaçamento de 14 metros entre renques e de 2 metros entre árvores na linha (14 m x 2 m), totalizando 357 árvores ha<sup>-1</sup>. No arranjo de linhas duplas, foi utilizado o espaçamento de 14 metros entre renques de árvores, três metros entre as linhas dentro do renque e dois metros entre árvores na linha (3 m x 2 m) + 14 m, totalizando 588 árvores ha<sup>-1</sup>. As linhas triplas foram implantadas no espaçamento de 14 metros entre renques, 3 metros entre linhas dentro do renque e dois metros entre árvores na linha [(3 m + 3 m) x 2 m] + 14 m, totalizando 750 plantas ha<sup>-1</sup>. As áreas ocupadas pelo componente arbóreo foram de 14,3%, 29,4% e 40,0% nos arranjos de linhas simples, duplas e triplas, respectivamente.

### **Variáveis analisadas**

Com o objetivo de obter madeira de melhor qualidade, foram realizadas desramas nas árvores, sendo a primeira desrama realizada quando o diâmetro à altura do peito (DAP) atingiu seis centímetros.

As avaliações de altura total da planta, diâmetro à altura do peito (DAP), e notas para retidão, bifurcação e cilindricidade, conforme escala proposta por Malinovski et al. (2006) foram realizadas aos 20 e 32 meses após o plantio das árvores. A partir dos dados de altura e diâmetro à altura do peito, foi calculado o volume de madeira por planta (utilizando o fator de forma igual a 0,45) (Porfírio da Silva et al., 2009) e o volume de madeira por hectare.

### **Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente, em caso de diferenças entre variâncias, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR (Ferreira, 2008).

## **Resultados e discussão**

### **Altura e diâmetro à altura do peito de clones de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais**

Os dados relativos à altura e diâmetro à altura do peito dos clones de eucalipto em três arranjos espaciais e em duas épocas de avaliação, bem como os incrementos destas características entre os períodos avaliados, estão apresentados na Figura 1. Verifica-se que houve efeito da interação ( $p \leq 0,01$ ) arranjo espacial  $\times$  clone de eucalipto nas duas épocas de avaliação, bem como para os incrementos.

Nota-se inferioridade do clone Urocam em relação aos demais clones nos três arranjos espaciais, independente da época de avaliação. Verifica-se diferença significativa para os incrementos de altura, ocorrido entre os 20 e 32 meses, entre os clones de eucalipto nos arranjos espaciais com linhas simples e tripla, sem diferenças para o arranjo de linhas duplas. O crescimento em altura das árvores de eucalipto está atrelado à constituição genética de cada material, à sua tolerância à competição e à eficiência quanto ao uso de recursos do ambiente (Binkley, 2004; Macedo et al., 2006; Magalhães et al., 2007; Boyden et al. 2008), o que explica a possível influência do tipo de arranjo espacial das árvores sobre seu crescimento em altura.

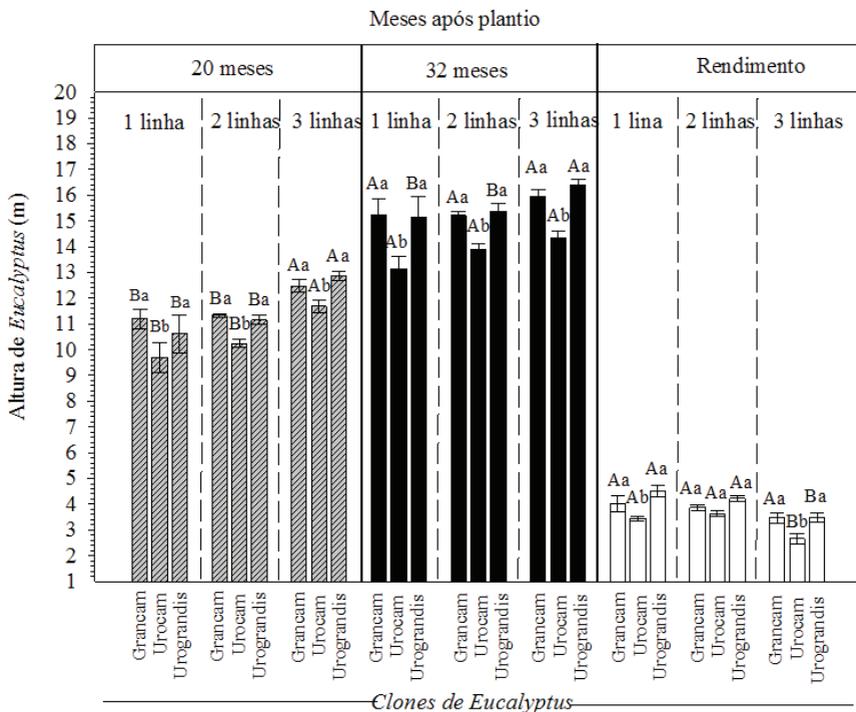


Figura 1. Altura dos clones de eucalipto nos arranjos espaciais aos 20 e 32 meses após o plantio e o incremento entre as avaliações. Diferentes letras minúsculas indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os diferentes clones dentro do mesmo arranjo espacial, enquanto diferentes letras maiúsculas indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os diferentes arranjos espaciais pelo teste de Scott-Knott. As barras de erro indicam o erro-padrão.

Ao observar a influência do arranjo espacial sobre a altura dos clones de eucalipto, verifica-se, aos 20 meses de idade, que todos os materiais genéticos apresentaram maior altura quando implantados no arranjo de linhas triplas. Contudo, aos 32 meses de idade apenas o clone Urograndis foi influenciado pelo arranjo espacial, apresentando maior altura quando implantado em linhas triplas. Conforme pode ser verificado (Figura 1), o incremento em altura dos clones de Urocam e Urograndis, quando em linhas triplas, foi inferior em relação aos arranjos de linhas simples e linhas duplas, possivelmente pela maior competição por água, luz e nutrientes.

Segundo Bernardo (1995) e Kruschewsky et al. (2007), embora em arranjos mais adensados existam maiores alturas de plantas, verifica-se uma diminuição nos índices de altura média das árvores com o passar do tempo em virtude da maior concentração de árvores dominadas, em função da competição pelos recursos ambientais. Dessa forma, os autores ressaltam que há situações onde ocorre aumento de altura em densidades menores.

Em avaliação de clones de eucalipto, Silva (2005) verificou que as variações no crescimento em altura das plantas são mais acentuadas após o terceiro ano do plantio, ocorrendo a partir desta idade respostas significativas em função do espaçamento utilizado e, segundo Garcia (2010), o aumento da área útil por planta proporciona menores taxas de crescimento em altura e maiores taxas de crescimento em diâmetro do caule. Contudo, no presente trabalho, as diferenças em altura dos clones em função do arranjo espacial foram mais acentuadas até o 20º mês após o plantio, havendo redução das amplitudes nos valores aos 32 meses de idade.

Para o DAP aos 20 meses após plantio, verifica-se que o clone Urocam apresentou DAP superior aos demais clones quando no arranjo de linhas triplas. Nos demais arranjos espaciais os clones não apresentaram diferenças significativas (Figura 2). Aos 32 meses, observa-se menor DAP do clone Urograndis em relação aos demais clones no arranjo de linha simples. Ao analisar os incrementos em DAP dos diferentes materiais genéticos dentro de cada arranjo espacial, nota-se diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ) apenas no arranjo de linhas simples, em que o clone Urocam apresentou incremento superior aos demais clones.

Os diferentes arranjos espaciais não influenciaram o DAP dos materiais genéticos aos 20 meses após o plantio. Entretanto, aos 32 meses de idade verifica-se influência dos arranjos espaciais sobre o DAP dos diferentes clones, sendo que os maiores valores de diâmetro à altura do peito, independente do material genético, foram encontrados no arranjo de linhas simples (Figura 2). O maior incremento em DAP foi observado no clone Urocam quando implantado no arranjo de linhas simples.

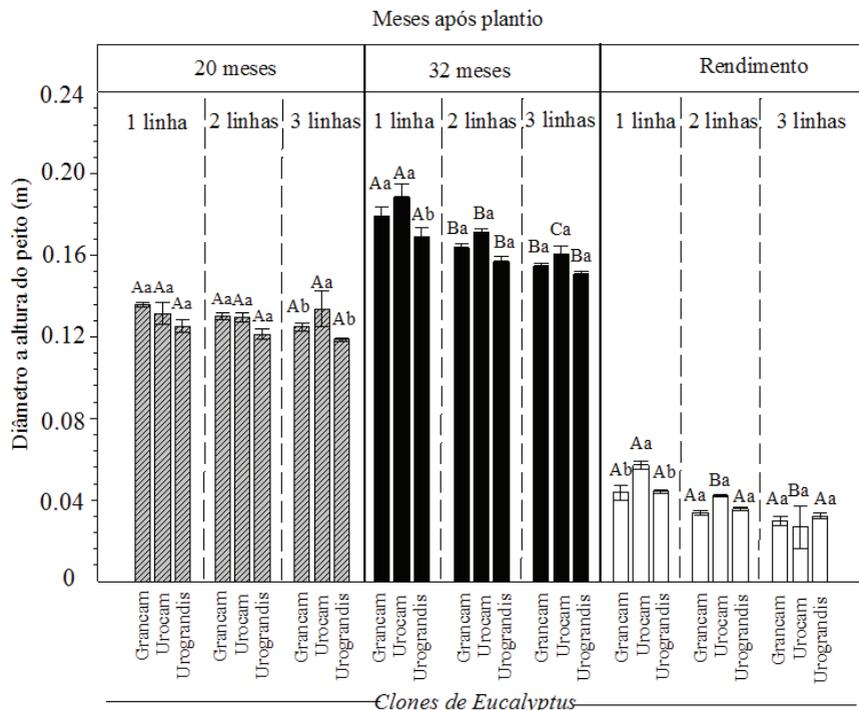


Figura 2. Diâmetro à altura do peito (m) de clones dos clones de eucalipto nos arranjos espaciais aos 20 e 32 meses após o plantio e o incremento entre avaliações. Diferentes letras minúsculas indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os diferentes clones dentro do mesmo arranjo espacial, enquanto diferentes letras maiúsculas indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os diferentes arranjos espaciais pelo teste de Scott-Knott. As barras de erro indicam o erro-padrão.

O resultado do DAP foi influenciado pelo arranjo espacial, tendo em vista que, o arranjo de fileiras simples onde há maior área útil por planta apresentou maiores valores de diâmetro à altura do peito. Como relatado por Berger et al. (2002), Sanquetta et al. (2003) e Lima (2010), quanto maior a área disponível para o crescimento da árvore, maior será seu diâmetro do caule. O aumento da área útil por planta resulta em maior disponibilidade de fatores produtivos do ambiente, como água, luz e nutrientes.

## **Volume de madeira por árvore e volume por hectare**

Na Figura 3 são apresentados os valores médios de volume de madeira por planta e de volume de madeira por hectare dos três clones de eucalipto para os três arranjos espaciais.

Considerando o desdobramento de clones dentro de arranjos para a característica volume de madeira por árvore (Figura 3), nota-se que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os clones. Todavia, ao observar o desdobramento de arranjos espaciais dentro de clones, verifica-se aos 32 meses superioridade dos clones Grancam e Urocam quando em arranjo de linhas simples sobre os demais arranjos. Nota-se que o incremento no volume de madeira por planta acompanhou a tendência observada aos 32 meses, em que os maiores incrementos para os clones Grancam e Urocam foram obtidos no arranjo de linhas simples.

Segundo Berger (2002), arranjos espaciais que proporcionam maior área útil por planta promovem aumento da densidade básica da madeira, o que é desejável em árvores de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, visto que a madeira produzida nestes sistemas deve ser comercializada, preferencialmente, como madeira para serraria.

O parâmetro volume de madeira por planta apresentou comportamento semelhante ao parâmetro diâmetro na altura do peito, onde espaçamentos mais amplos proporcionaram maiores valores para as duas características, fato que pode ser explicado pela influência direta do DAP no cálculo do volume de madeira por planta.

O arranjo de linhas triplas apresentou o menor volume individual, podendo ser justificado pela maior competição das plantas por água, luz e nutrientes, pois o aumento da densidade populacional de árvores implica diretamente na redução do volume individual das árvores (Martins et al., 2009; Reiner et al., 2011). Contudo, a redução do espaçamento de plantio proporciona aumento na produção de madeira por área (Reiner et al., 2011).

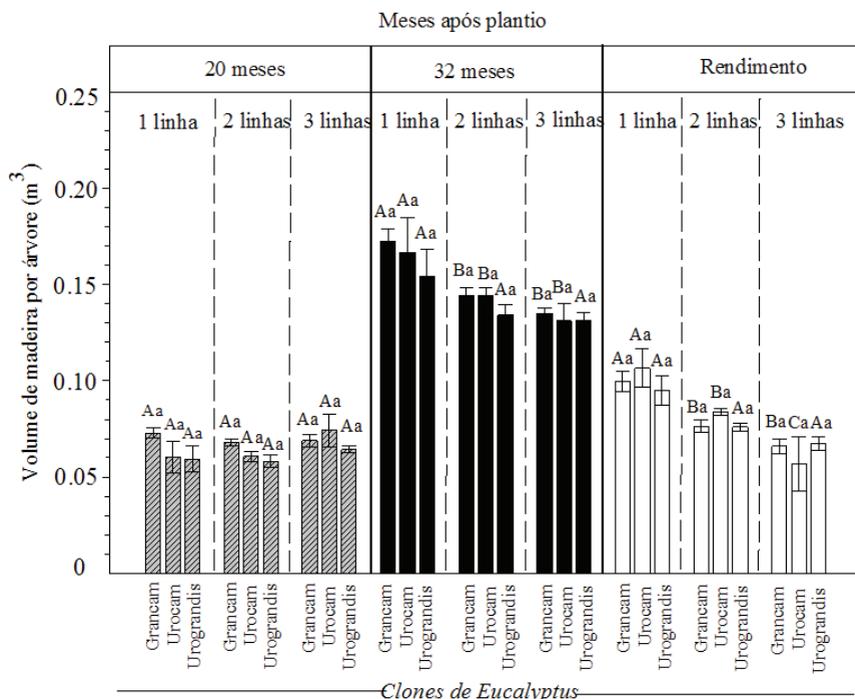


Figura 3. Volume de madeira por árvore (m<sup>3</sup>) dos clones de eucalipto nos arranjos espaciais aos 20 e 32 meses após o plantio e o incremento entre as avaliações. Diferentes letras minúsculas indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os diferentes clones dentro do mesmo arranjo espacial, enquanto diferentes letras maiúsculas indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os diferentes arranjos espaciais pelo teste de Scott-Knott. As barras de erro indicam o erro-padrão.

Ao observar a resposta dos clones em relação ao volume de madeira por hectare dentro dos arranjos (Figura 4), nota-se que os clones apresentaram valores médios estatisticamente iguais entre si nas duas épocas de avaliação e quando foi calculado o incremento entre estas épocas. Por outro lado, ao analisar o desdobramento de arranjos espaciais dentro de clones, verifica-se que o arranjo de linhas triplas proporcionou maiores produtividades de madeira por hectare nas duas épocas de avaliação, corroborando os resultados obtidos por Leles et al. (2001), Gonçalves e Mello (2004), e Muller et al. (2005).

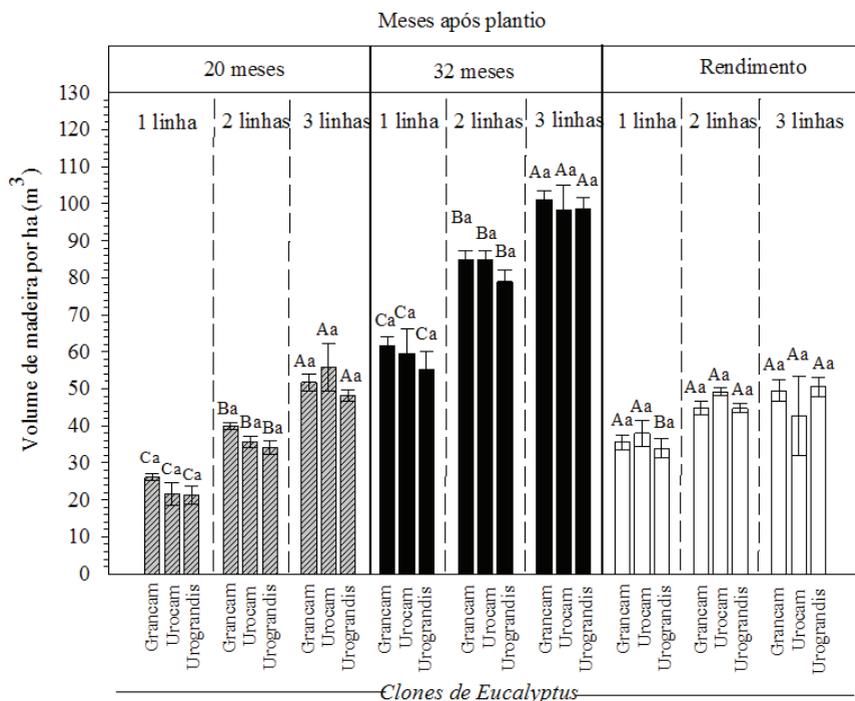


Figura 4. Volume de madeira por hectare (m<sup>3</sup>) dos clones de eucalipto nos arranjos espaciais aos 20 e 32 meses após o plantio e o incremento entre as avaliações. Diferentes letras minúsculas indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os diferentes clones dentro do mesmo arranjo espacial, enquanto diferentes letras maiúsculas indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os diferentes arranjos espaciais pelo teste de Scott-Knott. As barras de erro indicam o erro-padrão.

Apesar do diâmetro à altura do peito das árvores nos arranjos de linhas simples ter sido significativamente maior que o das árvores em linhas triplas, isto não foi suficiente para compensar o aumento do volume de madeira por área, conforme constatado por Schneider et al. (2000), Muller et al. (2005), Leite et al. (2006), Garcia (2010), Santos (2011) e Paulino (2012), evidenciando que há relação direta entre o número de plantas por área e a área basal.

Todavia, deve-se ressaltar que a diferença no volume de madeira por hectare entre arranjos espaciais menos e mais adensados tende a reduzir com o aumento da idade do povoamento, pois existe maior competição por água, luz e nutrientes entre os indivíduos nos povoamentos mais adensados, reduzindo, portanto sua taxa de crescimento.

Plantios com espaçamento mais adensados atingem a capacidade de sítio antes de plantios mais amplos, gerando a diminuição das dimensões dos produtos obtidos (Oliveira et al., 2009). Entretanto, com o passar dos anos as diferenças iniciais de produção diminuem, igualando-se quando as plantas mais espaçadas utilizam completamente os recursos naturais disponíveis, resultando numa produção equivalente por hectare em todos os espaçamentos (Berger et al. 2002).

## Retidão, bifurcação e cilindricidade

Na Figura 5 são apresentadas as notas médias de retidão e bifurcação do fuste dos três clones de eucalipto para os três arranjos espaciais.

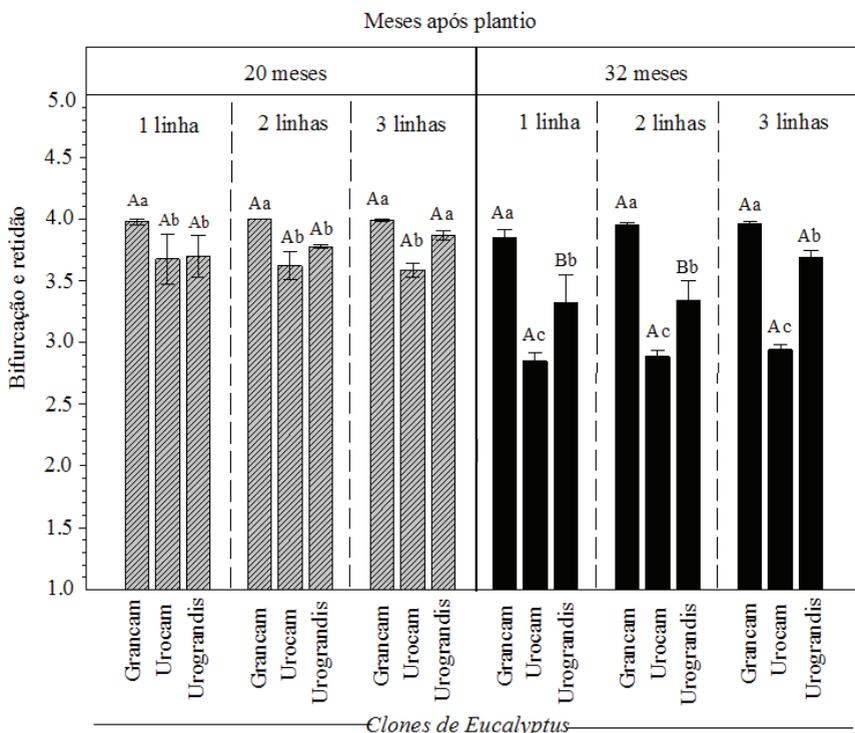


Figura 5. Notas de retidão e bifurcação dos clones de eucalipto nos arranjos espaciais aos 20 e 32 meses após o plantio e o incremento entre as avaliações. Diferentes letras minúsculas indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os diferentes clones dentro do mesmo arranjo espacial, enquanto diferentes letras maiúsculas indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os diferentes arranjos espaciais pelo teste de Scott-Knott. As barras de erro indicam o erro-padrão.

Dentre os parâmetros que definem a qualidade da madeira de determinada árvore, pode-se citar a retidão e a bifurcação, por determinarem o melhor aproveitamento tecnológico da madeira (Mattos et al., 2003). O clone Grancam apresentou superioridade em relação aos demais clones, independente da idade e do arranjo espacial, à exceção do arranjo de linhas triplas aos 20 meses de idade, quando foi igual estatisticamente ao clone Urograndis.

A influência dos arranjos sobre os clones não foi evidenciada aos 20 meses, porém aos 32 meses o clone Urograndis obteve nota superior quando implantado no arranjo de linhas triplas (Figura 5). Possivelmente, este resultado seja influência das notas provenientes das árvores das linhas centrais do renque, pois as árvores das linhas laterais exerceram efeito de competição por espaço e luminosidade, determinando o crescimento mais retilíneo em busca de espaço e exposição à luz solar.

Observa-se que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para a característica cilindridade do fuste nas duas épocas de avaliação (Figura 6). Entretanto, segundo Scolforo e Figueiredo Filho (1993), a característica cilindridade do fuste de uma espécie arbórea pode ser influenciada pela espécie e pela idade, sendo que quanto maior a idade da planta, há a tendência de maior cilindridade.

De acordo com Scanavaca Jr. e Garcia (2003), arranjos espaciais menos adensados possibilitam o desenvolvimento de troncos com menor cilindridade, contudo, no presente trabalho, até os 32 meses de idade das árvores, não foi detectada influência do arranjo espacial sobre esta característica.

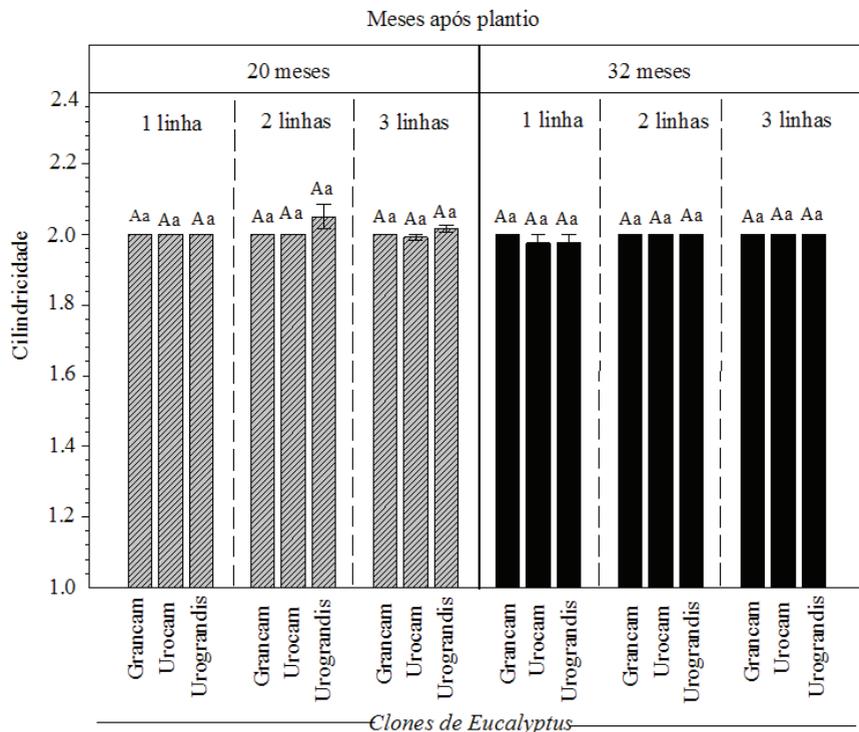


Figura 6. Cilindricidade dos clones de eucalipto nos arranjos espaciais aos 20 e 32 meses após o plantio e o incremento entre as avaliações. Diferentes letras minúsculas indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os diferentes clones dentro do mesmo arranjo espacial, enquanto diferentes letras maiúsculas indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os diferentes arranjos espaciais pelo teste de Scott-Knott. As barras de erro indicam o erro-padrão.

## Conclusões

Os arranjos espaciais exercem influência sobre o comportamento dos clones de eucalipto estudados.

Os clones Grancam e Urograndis apresentam maiores incrementos em altura total em relação ao clone Urocam, quando implantados em arranjos de linha simples e linhas triplas.

O arranjo espacial de linhas triplas proporciona maiores médias de altura de árvores.

Maiores índices de incremento de DAP são percebidos no arranjo de linha simples, com destaque para o clone Urocam.

O clone Grancam se destaca em relação aos demais nas características de retidão e bifurcação, independente do arranjo espacial e época de avaliação.

O volume de madeira por árvore e o volume de madeira por hectare associam-se intimamente à densidade de plantio.

Penso que seria importante mencionar que o clone Urograndis não sofre efeito de arranjo para volume de madeira por árvore, apresentando maior flexibilidade quanto a este quesito.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) e Financiadora de Estudos e Projeto (FINEP), pelo suporte financeiro.

## Referências bibliográficas

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.) (2011). **Marco referencial em integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica.

BERGER, R., SCHNEIDER, P.R., FINGER, C.A.G., HASELEIN, C.R. (2002). Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal** 12: 75-87.

BERNARDO, A. L. (1995). Crescimento e Eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. Sob Diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais. 192p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

BINKLEY, D. (2004). A hypothesis about the interaction of tree dominance and stand production through stand development. **Forest Ecology and Management** 190: 265–271. doi:10.1016/j.foreco.2003.10.018

BOYDEN, S.; BINKLEY, D.; STAPE, J. L. (2008). Competition among *Eucalyptus* trees depends on genetic variation and resource supply. **Ecology** 89: 2850–2859.

DEL QUIQUI, E. M.; MARTINS, S. S.; SHIMIZU, J. Y. (2001). Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* para o Noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum** 23: 1173-1177.

FERREIRA, D. F. (2008). SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium** 6: 36-41.

GARCIA, E. A. (2010). Caracterização física e química do solo e avaliação do desenvolvimento de plantas de eucalipto em função do espaçamento e da adubação, visando à colheita precoce para utilização em bioenergia. 98 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP.

GONÇALVES, J. L. M. (1995). Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies Típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**. IPEF: Piracicaba, 23 p.

GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. (2004). The root system of trees. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Forest Nutrition and fertilization**. Piracicaba, SP.

KÖPPEN, W. (1948). **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 478p.

KRUSCHEWSKY, G. C.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA, T. K. (2007). Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp., em sistema agrossilvipastoril no cerrado. **Cerne** 13: 360-367.

LEITE, H. G.; NOGUEIRA, G. S.; MOREIRA, A. M. (2006). Efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore** 30: 603-613. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000400013>

LELES, P. S. S.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MORAIS, E. J. (2001). Crescimento, produção e alocação de matéria seca de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado, MG. **Scientia Forestalis** 59: 77-87.

LIMA, R. (2010). Crescimento de *Pinus taeda* L. em diferentes espaçamentos. 120p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati-PR.

MACEDO, R. L. G.; BEZERRA, R. G.; VENTURIN, N.; VALE, R.S. do; OLIVEIRA, T. K. de. (2006). Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agrônômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista Árvore** 30: 701-709. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000500003>.

MAGALHÃES, W. M.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M.; JUNIOR, M. Y. (2007). Desempenho silvicultural de clones e espécies/procedências de *Eucalyptus* na região noroeste de Minas Gerais. **Cerne** 13: 368-375.

MALINOVSKI, R.A.; MALINOVSKI, J.R.; YAMAJI, F.M. (2006). Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal. **Floresta** 36: 169-182. <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v36i2.6459>.

MARTINS, R. J.; SEIXAS, F.; STAPE, J. L. (2009). Avaliação técnica e econômica de um harvester trabalhando em diferentes condições de espaçamento e arranjo de plantio em povoamento de eucalipto. **Scientia Forestalis** 37: 253-263.

MATTOS, R.B.; DURLO, M. A.; LÚCIO, A. D. (2003). Possibilidade de ganho de fuste em espécies euxilóforas nativas da Região Central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal** 13:111-120.

MONTOYA, V. L. J.; BAGGIO, A. J.; SOARES, A. D. O. (2000). **Guia prático sobre arborização de pastagens**. Colombo: Embrapa Florestas. 15p. (Embrapa Florestas. Documentos, 49).

MULLER, M. D.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; BRITO, J. O. (2005). Avaliação de um clone de eucalipto estabelecido em diferentes densidades de plantio para produção de biomassa e energia. **Biomassa & Energia** 2: 177-186.

OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M. (2009). Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira** 60: 01-09. doi:10.4336/2009.pfb.60.01

PAULINO, E. J. (2012). Influência do espaçamento e da idade na produção de biomassa e na rotação econômica em plantios de eucalipto. 59 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG.

PORFÍRIO DA SILVA, V.; MEDRADO, M.J.S.; NICODEMO, M.L.F. DERETI, R.M. (2009) **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas. 48p.

REINER, D. A.; SILVEIRA, E. R.; SZABO, M. S. (2011). O uso do eucalipto em diferentes espaçamentos como alternativa de renda e suprimento da pequena propriedade na região sudoeste do Paraná. **Synergismus scientifica** 6: 1-7.

SANQUETTA, C. R.; MORA, A. L.; BORSATO, R.; VIDAL, M. A. S.; PEIXOTO, A. M. CHIANDARA, R. (2003). Efeito do espaçamento de plantio em reflorestamentos II. *Pinus taeda* L. em Jaguariaíva – PR. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais** 1: 55-61.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. (ed.) (2013). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª edição revisada e ampliada. Brasília: Embrapa, 353 p.

SANTOS, M. D. (2011). Efeito do espaçamento de plantio na biomassa do fuste de um clone híbrido interespecífico de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*. 140 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP.

SCANAVACA JR., L.; GARCIA, J. N. (2003). Rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis** 63: 32-43.

SCHNEIDER, P. R.; FLEIG, F. D.; FINGER, C. A. G.; KLEIN, J. E. M. (2000). Crescimento da acácia negra, *Acacia mearnsii* de Wild em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal** 10: 101-112.

SCOLFORO, J. R.; FIGUEIREDO FILHO, A. (1993). Mensuração Florestal. Módulo 2: Volumetria. ESAL/FAEPE. 126 p.

SILVA, C. R. (2005). Efeito do espaçamento e arranjo de plantio na produtividade e uniformidade de clones de *Eucalyptus* na região nordeste do Estado de São Paulo. 51 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP.

SILVA, J. C.; CASTRO, V. R.; EVANGELISTA, W. V. (2015). Influência da idade na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, visando uso na indústria moveleira. **Scientia Forestalis** 43: 117-125.

**Embrapa**

---

*Gado de Corte*

CGPE 14003



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

