

ARRANJO ESTRUTURAL E DINÂMICA DE CRESCIMENTO DE *Eucalyptus spp.*, EM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL NO CERRADO

Gabriel Corrêa Kruschewsky¹, Renato Luiz Grisi Macedo²,
Nelson Venturin², Tádario Kamel de Oliveira³

(recebido: 21 de novembro de 2006; aceito: 28 de setembro de 2007)

RESUMO: Objetivou-se neste trabalho avaliar o comportamento silvicultural e produtivo de *Eucalyptus spp.*, sob quatro diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril, no cerrado de Minas Gerais, em cinco épocas, até os 67 meses de idade. O experimento foi implantado em dezembro de 1999, em área de cerrado no noroeste de Minas Gerais, município de Paracatu, MG, Brasil. Realizou-se o plantio de mudas clonais de um híbrido natural de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh com *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, selecionado para a produção de madeira para serraria. O plantio foi feito em consórcio com arroz no primeiro ano, soja no segundo e *Brachiaria brizantha* nos anos seguintes. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, composto por 4 tratamentos (3,33 x 2m, 3,33 x 3m, 5 x 2m e 10 x 2m), com cinco repetições. As avaliações foram efetuadas em cinco épocas: 18, 27, 38, 51 e 67 meses após o plantio. Constatou-se que, aos 18 meses de idade, o volume por planta não mostrou diferenças entre os distintos arranjos, sendo maior no arranjo mais amplo (10 x 2m), a partir dos 38 meses após o plantio. A partir do segundo ano, quanto maior a área útil maior foi o DAP. Com o passar do tempo, a taxa de crescimento diminuiu nos espaçamentos mais reduzidos. Verificou-se também que a produção individual foi maior no espaçamento mais amplo e, até os 67 meses a produtividade do povoamento foi mais influenciada pelo número de indivíduos por área do que pelo arranjo estrutural.

Palavras-chave: Sistema agroflorestal, espaçamento, eucalipto, produção.

STRUCTURAL ARRANGEMENT AND GROWTH DYNAMICS OF *Eucalyptus spp.*, IN AN AGROSILVIPASTORAL SYSTEM ON THE CERRADO-MG

ABSTRACT: This work evaluated the silvicultural and productive behavior of *Eucalyptus spp.* under four different structural arrangements of agrosilvipastoral system in cerrado of Minas Gerais in five points in time till 67 months of age. The experiment was established in December of 1999 in a cerrado area of Votorantim Metais, in the Northwestern of Minas Gerais (Paracatu, MG, Brazil). Clonal seedlings of a natural hybrid of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh with *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake were planted for lumber production. The mixing with rice in the first year, soybean in the second and *Brachiaria brizantha* for the following years was established. The utilized experimental design was randomized blocks, composed of 4 treatments (3.33 x 2m, 3.33 x 3m, 5 x 2m and 10 x 2m) with five replicates. The experiment was evaluated at 18, 27, 38, 51 and 67 months post-planting. It was found that till the 18 months of age, the volume per plant showed no differences among the distinct arrangements, but being higher in the widest arrangement (10 x 2m) from the 38 months post-planting. From the second year on, the larger the useful area the larger was the DAP. As time past by the growth rate decreased in the most reduced spacings. It was found also that the individual production was larger in the widest spacing and, till the 67 months, the stand yield was more influenced by the number of individuals per area than by the structural arrangement.

Key words: Agroforestry system, spacing, eucalyptus, production.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da atividade florestal no Brasil reflete a expansão da área plantada com eucalipto, em várias regiões do país, incluindo áreas de cerrado juntamente com a expansão da fronteira agrícola nacional (OLIVEIRA, 2005).

A utilização crescente da madeira proveniente de reflorestamentos para serraria é evidente nos últimos

anos, especialmente a dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (VALE et al., 2002). No entanto, a produção de madeira para serraria, está condicionada a ciclos de corte mais longo, tratamentos silviculturais específicos e espaçamentos mais amplos, o que excede os padrões de manejo da maioria das florestas de eucalipto plantadas na atualidade (OLIVEIRA, 2005).

¹Engenheiro Florestal, Mestrando em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Santa Catarina – Rua Roberto Sampaio Gonzaga – Campus Universitário – 88040-900 – Florianópolis, SC – gabrielflorestal@yahoo.com.br

²Professores do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx.P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – rlgisi@ufla.br, venturim@ufla.br

³Engenheiro Florestal, Pesquisador da Embrapa/Acre – BR 364, km 14 – Cx. P. 321 – 69.908-970 – Rio Branco, AC – tadario@cpafac.embrapa.br

Os espaçamentos mais amplos permitem o consórcio com espécies agrícolas e/ ou pastagem em sistemas agrossilvipastoris seqüenciais. Esses sistemas podem permitir a amortização dos custos de implantação da floresta, com a comercialização dos grãos produzidos e dos produtos originados da pecuária inseridos nos plantios florestais, além da geração de empregos na região (OLIVEIRA, 2005).

Os sistemas agroflorestais são formas de uso e manejo dos recursos naturais nos quais espécies lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras) são utilizadas em consorciação com cultivos agrícolas e/ou com animais em uma mesma área, de forma simultânea ou em uma seqüência temporal (MONTAGNINI et al., 1992).

Em função dos componentes básicos manejados pelo homem, os SAFs podem ser classificados como sistemas silviagrícolas ou agrossilviculturais, sistemas silvipastoris e sistemas agrossilvipastoris.

Nos sistemas agrossilvipastoris a característica que mais se sobressai, além das árvores, é a presença de animais e de forragem necessária para alimentação. O que os difere dos sistemas silvipastoris é a presença dos cultivos agrícolas (MONTAGNINI et al., 1992).

Devem ser destacadas as diversas interações que podem ocorrer entre os componentes, entre elas o fato das árvores favorecerem o aumento da qualidade da forragem das gramíneas em sombreamento (CARVALHO, 1998) e proporcionarem um microclima favorável para os animais (SILVA et al., 1998).

A decisão de quantas árvores plantar depende de vários fatores, devendo-se levar em consideração o uso final da madeira e a qualidade do sítio. Para a região do cerrado, que apresenta solos com baixa fertilidade e restrições hídricas, os espaçamentos para reflorestamento deverão ser mais amplos (SILVA, 1984, citado por GOMES, 1994). Além de considerar esses fatores mencionados é também importante levar em conta as condições de mercado, tratos silviculturais, tipos de equipamentos disponíveis, métodos de colheita da madeira e/ou outros produtos (BOTELHO, 1998).

Com a finalidade de obter-se produtos florestais com maior valor agregado, principalmente por meio da exploração de madeira de reflorestamento para serraria, torna-se necessário aumentar convenientemente o espaçamento entre as linhas de plantio de eucalipto. O consórcio com cultivos agrícolas nos anos iniciais, seguido da formação de pastagens para engorda de gado de corte, apresenta-se como uma alternativa potencial para amortizar

os custos de implantação e manutenção inicial da floresta (MACEDO et al., 2000).

Objetivou-se aqui avaliar o comportamento silvicultural e produtivo de *Eucalyptus spp.*, submetido a quatro diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoris, em cinco idades, no cerrado de Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e caracterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se na Fazenda Bom Sucesso, de propriedade da Votorantim Metais, em área de cerrado, no noroeste de Minas Gerais, município de Paracatu, situada a 17°36' de latitude Sul e 46°42' de longitude Oeste, com altitude de 550 metros.

O clima da região é tropical úmido de savana, tipo Aw, com inverno seco e verão chuvoso, conforme a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 22,6°C, tendo uma média mensal de 18°C na estação mais fria e 29,1°C na mais quente. A precipitação média anual é de 1.450mm, concentrada principalmente nos meses de novembro a fevereiro, apresentando precipitações médias mensais inferiores a 60 mm, nos meses mais secos (ANTUNES, 1986; BRASIL, 1992).

A vegetação natural é constituída por cerrados, representada por seus vários tipos, desde campos a cerradões e florestas ciliares subperenifólias, principalmente nas proximidades dos rios, desenvolvidas sobre solos derivados de basalto (GOLFARI, 1975). O solo predominante na área é do tipo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.

2.2 Implantação e descrição do experimento

O experimento foi instalado em dezembro de 1999, em um sistema agrossilvipastoris seqüencial, constituído pelo plantio de mudas clonais de um híbrido natural de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh com *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, selecionado para produção de madeira para serraria. Foi estabelecido o consórcio com arroz no primeiro ano, seguido de soja no segundo e, após a colheita, realizou-se a formação de pastagem de *Brachiaria brizantha* para os anos consecutivos.

Os tratos culturais e silviculturais necessários para cada cultura foram realizados respeitando-se as suas respectivas recomendações técnicas, propostas por Macedo & Oliveira (1996).

2.2.1 Delineamento, tratamentos e parcelas experimentais

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram-se nos arranjos ou espaçamentos 3,33 x 2m, 3,33 x 3m, 5 x 2m e 10 x 2m. As parcelas experimentais permanentes foram definidas por linhas de 10 plantas. O número de linhas, por parcela, variou de 2 a 6 em função dos espaçamentos. Também variaram em função dos espaçamentos a área útil das parcelas, a área útil por planta e o número de árvores por hectare, como evidencia-se na Tabela 1. Foram adotadas bordaduras que consistiram em uma linha de planta na cabeceira e duas linhas de plantas nas laterais.

2.3 Avaliações

As variáveis, diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total da planta (HT) foram avaliadas aos 18, 27, 38, 51 e 67 meses após o plantio das mudas clonais de eucalipto. Foram calculadas a área basal por planta e por hectare, o volume por planta e por hectare (utilizando-se o fator de forma de 0,40¹) e o incremento médio anual do volume por hectare. Somente para as quatro últimas épocas de avaliação foi possível calcular o incremento corrente anual do volume por hectare.

2.4 Análises estatísticas

Os dados obtidos nas avaliações dos itens anteriores foram submetidos à análise de variância, e para os efeitos significativos de tratamento foi aplicado às médias o teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade. O programa utilizado para as análises foi o software estatístico de sistema de análise de variância (SISVAR).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados, para as variáveis analisadas aos 18 meses após o plantio, são apresentados na Tabela 2. Os

maiores valores em DAP foram observados para os arranjos 3,33 x 3m, 5 x 2m e 10 x 2m.

A altura de plantas foi maior nos arranjos 3,33 x 2m, 3,33 x 3m e 5 x 2m. Esse resultado confirma as constatações de Bernardo (1995), Oliveira (2005) e Patiño-Valera (1986), a respeito do maior crescimento inicial em altura das plantas em espaçamentos menores. A área basal por planta, definida pelo diâmetro, apresentou o mesmo comportamento da variável DAP. Já a área basal/ha foi superior nos arranjos 3,33 x 2m, 3,33 x 3m e 5 x 2m, em função do número de árvores/ha ser maior nesses tratamentos.

Aos 18 meses após o plantio, os arranjos estruturais não influenciaram o desempenho produtivo das plantas individualmente, considerando que não houve diferença significativa no volume/planta (tabela 2). Contudo, assim como para área basal/ha, o incremento médio anual em volume por hectare (IMA Vol/ha) e o volume/ha foram influenciados pelo número de árvores de maneira que, para os arranjos mais adensados (3,33 x 2m, 3,33 x 3m e 5 x 2m), foram encontradas as maiores produtividades em volume, por volta de 16,95 a 20,22 m³/ha, comparada com 7,33 m³/ha no tratamento mais amplo (Tabela 2). Segundo Botelho (1998), Oliveira (2005) e Oliveira Neto et al. (2003), ocorre maior produção por unidade de área nos espaçamentos mais reduzidos em função do maior número de indivíduos. Os arranjos mais adensados apresentaram incrementos da ordem de 11,30 a 13,48 m³/ha ano.

Aos 27 meses após o plantio (Tabela 3), verificou-se o maior DAP nas plantas cultivadas no arranjo 10 x 2m. O menor valor em DAP foi observado no tratamento 3,33 x 2m, demonstrando a influência da área útil por planta no crescimento em diâmetro do eucalipto, em função do espaçamento, já por volta de dois anos de idade.

Para a variável altura de plantas, os maiores valores foram observados nos tratamentos 3,33 x 3m e 5 x 2m.

Tabela 1 – Número de árvores e linhas da parcela útil, área útil por planta e número de árvores por hectare, para diferentes arranjos.

Table 1 – Number of trees and rows of the useful plot, useful area per plant and number of trees per hectare for different structural arrangements.

Arranjos estruturais	Parcela útil	Área útil/planta	Nº de ár/ha
3,33 x 2 m	6 linhas de 10 plantas: 60 plantas avaliadas	6,67 m ²	1500
3,33 x 3 m	4 linhas de 10 plantas: 40 plantas avaliadas	10,00 m ²	1000
5 x 2 m	4 linhas de 10 plantas: 40 plantas avaliadas	10,00 m ²	1000
10 x 2 m	2 linhas de 10 plantas: 20 plantas avaliadas	20,00 m ²	500

Tabela 2 – Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), área basal por planta (G/plt), área basal por hectare (G/ha), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha) e incremento médio anual em volume por hectare (IMAVol/ha) de *Eucalyptus* sp., em diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril, aos 18 meses de idade.

Table 2 – *Breast Height Diameter (BHD), plant height (H), basal area per plant (G/plt), basal area per hectare (G/ha), volume per plant (Vol/plt), volume per hectare (Vol/ha) and annual average increase in volume per hectare (IMAVol/ha) of Eucalyptus sp., in different structural arrangements of agrossilvipastoral system, at 18 months of age.*

Arranjos estruturais	DAP (cm)	H (m)	G/plt (m ² /plt)	G/ha (m ² /ha)	Vol/plt (m ³ /plt)	Vol/ha (m ³ /ha)	IMAVol/ha (m ³ /ha/ano)	ICAVol/ha (m ³ /ha/ano)
3,33 x 2 m	9,01 c	12,48 b	0,0064 c	9,65 a	0,0321 b	48,18 a	21,41 a	27,96 a
3,33 x 3 m	10,55 b	13,23 a	0,0089 b	8,89 a	0,0475 a	47,52 a	21,12 a	30,03 a
5 x 2 m	10,37 b	13,16 a	0,0085 b	8,53 a	0,0453 a	45,30 a	20,13 a	28,35 a
10 x 2 m	11,55 a	12,27 b	0,0107 a	5,33 b	0,0532 a	26,61 b	11,82 b	19,27 b

*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Tabela 3 – Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), área basal por planta (G/plt), área basal por hectare (G/ha), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), incremento médio anual em volume por hectare (IMAVol/ha) e incremento corrente anual por hectare (ICAVol/ha), de *Eucalyptus* sp, em diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril, aos 27 meses de idade.

Table 3 – *Diameter at Breast Height (DBH), plant height (H), basal area per plant (G/plt), basal area per hectare (G/ha), volume per plant (Vol/plt), volume per hectare (Vol/ha), mean annual increment in volume per hectare (IMAVol/ha) and current annual increment per hectare (ICAVol/ha) of Eucalyptus sp., in different structural arrangements of agrossilvipastoral system, at 27 months of age.*

Arranjos estruturais	DAP (cm)	H (m)	G/plt (m ² /plt)	G/ha (m ² /ha)	Vol/plt (m ³ /plt)	Vol/ha (m ³ /ha)	IMAVol/ha (m ³ /ha/ano)	ICAVol/ha (m ³ /ha/ano)
3,33 x 2 m	9,01 c	12,48 b	0,0064 c	9,65 a	0,0321 b	48,18 a	21,41 a	27,96 a
3,33 x 3 m	10,55 b	13,23 a	0,0089 b	8,89 a	0,0475 a	47,52 a	21,12 a	30,03 a
5 x 2 m	10,37 b	13,16 a	0,0085 b	8,53 a	0,0453 a	45,30 a	20,13 a	28,35 a
10 x 2 m	11,55 a	12,27 b	0,0107 a	5,33 b	0,0532 a	26,61 b	11,82 b	19,27 b

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ((P<0,05).

Como na variável DAP, a área basal por planta foi superior nas plantas cultivadas no arranjo 10 x 2m. O menor valor foi observado no tratamento 3,33 x 2m.

Por apresentar maior número de árvores por hectare, os tratamentos 3,33 x 2m, 3,33 x 3m e 5 x 2m, apresentaram maior G/ha.

O menor volume por planta foi observado no arranjo com menor área útil por planta (3,33 x 2m), os demais arranjos não demonstraram diferença significativa entre eles para volume por planta.

Com relação ao volume por hectare, IMA Vol/ha e ICA Vol/ha, o tratamento 10 x 2m apresentou os menores valores, mesmo tendo o melhor desempenho em volume

por planta, confirmando as conclusões de Pinkard & Neilsen (2003), em que o efeito do número de plantas por unidade de área é fundamental na determinação da produtividade em volume/ha. Os melhores tratamentos (3,33 x 2m, 3,33 x 3m e 5 x 2m) para a variável volume por hectare apresentaram variação entre 45,30 a 48,18 m³/ha, comparada com 26,61 m³/ha para o tratamento 10 X 2m.

Pelos dados de ICA Vol/ha (Tabela 3), verifica-se que a floresta produziu de 27,96 a 30,03 m³/ha nos arranjos 3,33 x 2m, 3,33 x 3m e 5 x 2 m, do primeiro para o segundo ano e apenas 19,27 m³/ha no arranjo 10 x 2, enquanto que para o arranjo 10 x 2m, o valor observado para essa variável foi de 19,27 m³/ha.

Com relação aos resultados observados aos 38 meses após o plantio (Tabela 4), verificou-se que a área útil por planta continuou influenciando a variável DAP, em que o maior valor encontrado foi no arranjo 10 x 2m (arranjo com 20 m² de área útil), com 14,19 cm.

Para altura, aos três anos de idade, os maiores valores foram para os arranjos com menor área útil por planta (3,33 x 2m, 3,33 x 3m e 5 x 2m). Bernardo (1995) e Oliveira (2005) afirmam que, de modo geral, os resultados de pesquisa mostram que o crescimento em diâmetro é uma característica altamente responsiva aos espaçamentos. Contudo, existe certa controvérsia quanto aos reflexos sobre a altura das árvores, havendo casos em que ocorre aumento da altura em espaçamentos maiores e outros em que o resultado é o oposto.

A área basal/planta, por ser influenciada pelo DAP, foi maior no arranjo mais amplo, assim como a variável volume por planta, que também foi superior no arranjo 10 x 2m. Por apresentar mais árvores por hectare, o tratamento 3,33 x 2m foi superior em G/ha e Vol/ha.

Em função do maior Vol/ha, o arranjo 3,33 x 2m, também foi superior em IMA Vol/ha e ICA Vol/ha, com 27,25 e 38,20 m³/ha respectivamente (Tabela 4).

Aos 51 meses após o plantio (Tabela 5), a área útil por planta continuou tendo forte influência no DAP, em que o arranjo com maior área útil por planta (10 x 2m) obteve o maior DAP, e o arranjo com menor área útil por planta (3,33 x 2m) apresentou o menor DAP.

Apesar de o tratamento 3,33 x 2m estar entre os arranjos que apresentaram maior altura nos três primeiros anos, por volta do quarto ano (51 meses), foi observado o

pior desempenho em altura, ao contrário do arranjo 10 x 2m, que até 38 meses obteve o pior crescimento em altura e aos 51 meses de idade está relacionado entre os tratamentos com maior altura. Bernardo (1995) afirma que a diminuição da altura média das árvores com o passar do tempo à medida que se diminui o espaçamento, ocorre em razão do aumento do número de árvores dominadas.

Conforme Oliveira (2005), a maior altura nos espaçamentos mais amplos aos quatro anos deve-se ao efeito da competição por água e nutrientes, nos arranjos com menor área útil, com conseqüente diminuição da taxa de crescimento. Leite et al. (1997) constataram que, em períodos com menos água disponível no solo, houve maior restrição ao crescimento onde as plantas estavam mais adensadas.

A G/planta continuou sofrendo forte influência da variável DAP, onde o arranjo 10 x 2m apresentou o maior crescimento.

O Vol/planta também foi influenciado pelo DAP, apresentando resultado bastante semelhante estatisticamente ao DAP e G/planta.

Como nos anos anteriores (Tabelas 3, 4), o número de indivíduos por hectare continuou sendo decisivo para as variáveis G/ha e Vol/ha, uma vez que o tratamento com maior produção individual (10 x 2m) apresentou os piores resultados nessas variáveis, por ter menos árvores por hectare.

Os maiores valores para IMA Vol/ha foram encontrados nos tratamentos 3,33 x 2m, 3,33 x 3m e 5 x 2m, ficando entre 30,74 a 29,06 m³/ha e 23,81 m³/ha no espaçamento mais amplo (10 x 2m).

Tabela 4 – Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), área basal por planta (G/plt), área basal por hectare (G/ha), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), incremento médio anual em volume por hectare (IMAVol/ha) e incremento corrente anual por hectare (ICAVol/ha), de *Eucalyptus* sp, em diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril, aos 38 meses de idade.

Table 4 – Diameter Breast Height (DBH), plant height (H), basal area per plant (G/plt), basal area per hectare (G/ha), volume per plant (Vol/plt), volume per hectare (Vol/ha), mean annual increment in volume per hectare (IMAVol/ha) and current annual increment per hectare (ICAVol/ha) of *Eucalyptus* sp., in different structural arrangements of agrossilvipastoril system, at 38 months of age.

Arranjos estruturais	DAP (cm)	H (m)	G/plt (m ² /plt)	G/ha (m ² /ha)	Vol/plt (m ³ /plt)	Vol/ha (m ³ /ha)	IMAVol/ha (m ³ /ha/ano)	ICAVol/ha (m ³ /ha/ano)
3,33 x 2 m	10,46 c	15,72 a	0,0087 c	13,02 a	0,0576 c	86,37 a	27,25 a	38,20 a
3,33 x 3 m	12,14 b	15,43 a	0,0117 b	11,68 b	0,0764 b	76,37 b	24,09 b	28,86 b
5 x 2 m	11,90 b	15,53 a	0,0112 b	11,22 b	0,0737 b	73,74 b	23,26 b	28,44 b
10 x 2 m	14,19 a	14,72 b	0,0161 a	8,06 c	0,1009 a	50,45 c	15,91 c	23,84 c

*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

O ICA Vol/ha aos 51 meses de idade, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, variando no pequeno intervalo de 49,75 m³/ha a 52,76 m³/ha. Nota-se que o arranjo 10 x 2m, dobrou a produção no período de 38 a 51 meses de idade (Tabelas 4 e 5 e Figura 3), passando de 23,84 para 50,76 m³/ha. Enquanto o arranjo 3,33 X 2m passou de 38,20 para 51,27 m³/ha, do terceiro para o quarto ano. Segundo Botelho (1998) e Oliveira (2005), o máximo ICA ocorre mais cedo em povoamentos menos espaçados, apresentando altos valores na fase inicial e um decréscimo acentuado após o máximo ICA.

Aos 67 meses após o plantio (Tabela 6), o maior DAP foi observado no espaçamento 10 x 2m,

demonstrando que a área útil por planta tem forte influência sobre o DAP, como nos anos anteriores (Tabelas 2, 3, 4 e 5).

A maior altura média foi observada no tratamento 10 x 2m, que diferiu estatisticamente dos demais, com valor de 25,26 m (Tabela 6).

Como nos anos anteriores, o DAP determinou o maior valor em área basal por planta e volume por planta (Tabelas 4 e 5), com o arranjo 10 x 2m apresentando o maior valor.

O tratamento com maior espaçamento, conferiu maior produtividade por planta (G/pl e Vol/pl) porém, menor produtividade por hectare (G/ha e Vol/ha).

Tabela 5 – Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), área basal por planta (G/plt), área basal por hectare (G/ha), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), incremento médio anual em volume por hectare (IMAVol/ha) e incremento corrente anual por hectare (ICAVol/ha), de *Eucalyptus* sp, em diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril, aos 51 meses de idade.

Table 5 – Diameter Breast Height (DBH), plant height (H), basal area per plant (G/plt), basal area per hectare (G/ha), volume per plant (Vol/plt), volume per hectare (Vol/ha), mean annual increment in volume per hectare (IMAVol/ha) and current annual increment per hectare (ICAVol/ha) of *Eucalyptus* sp in different structural arrangements of agrossilvipastoril system, at 51 months of age.

Arranjos estruturais	DAP (cm)	H (m)	G/plt (m ² /plt)	G/ha (m ² /ha)	Vol/plt (m ³ /plt)	Vol/ha (m ³ /ha)	IMAVol/ha (m ³ /ha/ano)	ICAVol/ha (m ³ /ha/ano)
3,33 x 2 m	11,83 c	19,27 b	0,0112 c	16,81 a	0,0871 c	130,65 a	30,74 a	51,27 a
3,33 x 3 m	14,00 b	20,59 a	0,0155 b	15,55 b	0,1293 b	129,33 a	30,43 a	52,96 a
5 x 2 m	13,58 b	20,93 a	0,0146 b	14,65 b	0,1235 b	123,50 a	29,06 a	49,75 a
10 x 2 m	16,95 a	21,55 a	0,0231 a	11,54 c	0,2024 a	101,21 b	23,81 b	50,76 a

*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Tabela 6 – Diâmetro à altura do peito (DAP), altura de plantas (H), área basal por planta (G/plt), área basal por hectare (G/ha), volume por planta (Vol/plt), volume por hectare (Vol/ha), incremento médio anual em volume por hectare (IMAVol/ha) e incremento corrente anual por hectare (ICAVol/ha), de *Eucalyptus* sp, em diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril, aos 67 meses de idade.

Table 6 – Diameter Breast Height (DBH), plant height (H), basal area per plant (G/plt), basal area per hectare (G/ha), volume per plant (Vol/plt), volume per hectare (Vol/ha), mean annual increment in volume per hectare (IMAVol/ha) and current annual increment per hectare (ICAVol/ha) of *Eucalyptus* sp., in different structural arrangements of agrossilvipastoril system, at 67 months of age.

Arranjos estruturais	DAP (cm)	H (m)	G/plt (m ² /plt)	G/ha (m ² /ha)	Vol/plt (m ³ /plt)	Vol/ha (m ³ /ha)	IMAVol/ha (m ³ /ha/ano)	ICAVol/ha (m ³ /ha/ano)
3,33 x 2 m	13,29 c	21,97 c	0,0134 c	20,11 a	0,1315 c	197,24 a	35,22 a	66,59 a
3,33 x 3 m	15,53 b	23,99 b	0,0188 b	18,84 a	0,1919 b	191,90 a	34,27 a	62,57 a
5 x 2 m	14,99 b	23,62 b	0,0177 b	17,75 a	0,1776 b	177,65 a	31,72 b	54,15 a
10 x 2 m	19,34 a	25,26 a	0,0302 a	15,09 b	0,3285 a	164,25 b	29,33 b	63,04 a

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Os espaçamentos 3,33 x 2m e 3,33 x 3m apresentaram o maior Vol/ha compreendidos entre 177,65 m³/ha a 197,24 m³/ha (Tabela 6 e Figura 1).

O maior crescimento em altura, DAP e produtividade individual (G/planta e Vol/planta), observados em plantas com maior área útil, não compensaram a produção obtida pelo maior número de árvores nos arranjos com espaçamentos menores, até os cinco anos de idade. O IMA Vol/ha foi maior nos espaçamentos 3,33 x 2m e 3,33 x 3m, com 35,22 m³/ha e 34,27 m³/ha respectivamente (Tabela 6 e Figura 2).

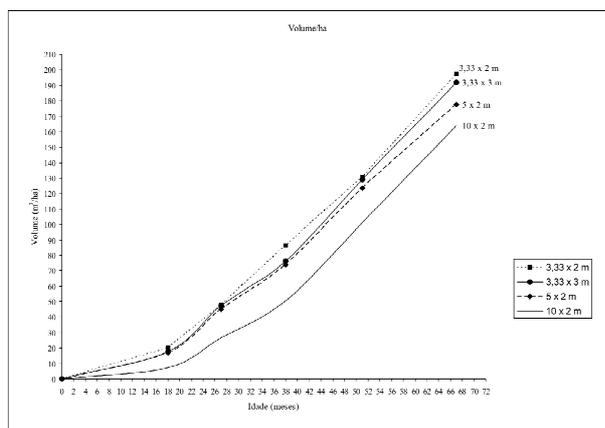


Figura 1 – Crescimento volumétrico em função da idade da floresta para cada arranjo.

Figure 1 – Volumetric increment as function of the forest age for each arrangement.

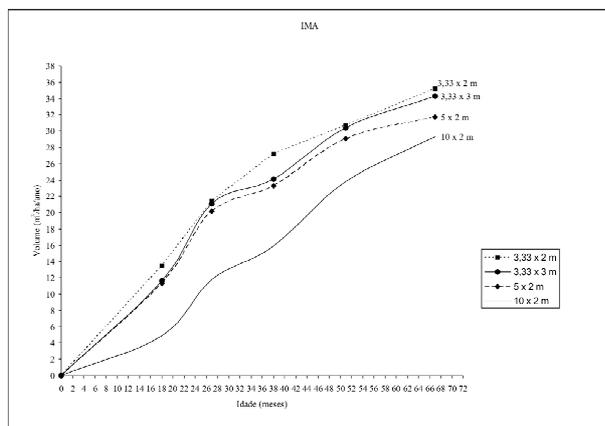


Figura 2 – Evolução do incremento médio anual no período experimental para cada arranjo.

Figure 2 – Evolution of annual average increment during the experimental period for each arrangement.

A variável ICA expressa pelo Vol/ha, não apresentou diferença significativa entre todos os arranjos, variando de 54,15 m³/ha a 66,59 m³/ha, aos cinco anos de idade (Tabela 6). Contudo observando-se a Figura 3, verifica-se que o maior ICA ocorreu no arranjo 3,33 x 2 e o menor no 5 x 2 com boa diferença visual, embora não diferentes estatisticamente.

O equilíbrio produtivo entre os povoamentos florestais em diferentes arranjos, com o passar do tempo, indica a possibilidade dos arranjos com espaços maiores entre plantas e entrelinhas superarem o volume de madeira por hectare de plantios mais adensados, com a vantagem da utilização da madeira para finalidades economicamente mais atrativas, Oliveira (2005), haja vista as dimensões diferenciadas do fuste e da árvore, no arranjo mais amplo (Tabela 6).

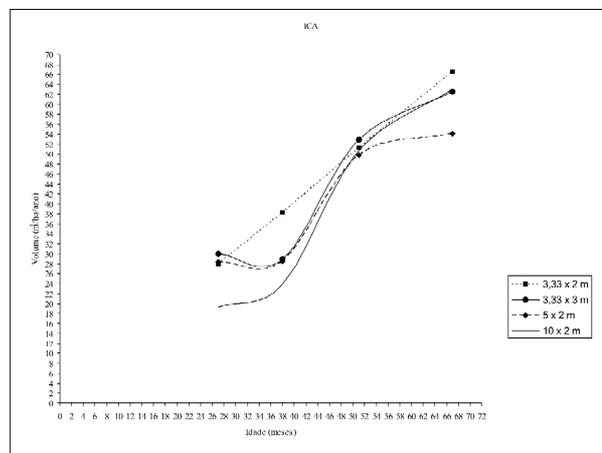


Figura 3 – Evolução do incremento corrente anual no período de 27 a 67 meses de idade para cada arranjo.

Figure 3 – Evolution of the annual current increment from 27 to 67 months of age for all arrangements.

4 CONCLUSÕES

Até os 18 meses de idade, o volume por planta não mostrou diferença entre os distintos arranjos, sendo maior no arranjo mais amplo (10 X 2 m) a partir dos 38 meses após o plantio.

A partir do segundo ano estabeleceu-se um gradiente de valores para DAP em função da área útil disponível; quanto maior a área útil, maior o DAP.

O incremento corrente anual (ICA) diminuiu nos espaçamentos mais reduzidos, com o passar do tempo.

O crescimento individual por árvore foi maior no espaçamento mais amplo.

Até os 67 meses, o incremento médio anual (IMA) foi mais influenciado pelo número de indivíduos por área do que pelo arranjo estrutural.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais: climatologia agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 9-13, jun. 1986.
- BERNARDO, A. L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. sob diferentes espaçamentos na região do cerrado de Minas Gerais**. 1995. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- BOTELHO, S. A. Espaçamento. In: SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p. 381-405.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas: 1961-1990**. Brasília, DF, 1992. 84 p.
- CARVALHO, M. M. **Arborização de pastagens cultivadas**. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1998. 37 p. (Documentos, 64).
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: PRODEPEF/PNUD/FAO/IBDF, 1975. 65 p. (Série técnica, 3).
- GOMES, R. T. **Efeito do espaçamento no crescimento e nas relações hídricas de *Eucalyptus* spp. na região de cerrado de Minas Gerais**. 1994. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.
- LEITE, F. P.; BARROS, N. F. de; NOVAIS, R. F. de; SANS, L. M. A.; FABRES, A. S. Crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 313-321, 1997.
- MACEDO, R. L. G.; FURTADO, S. C.; OLIVEIRA, T. K. de; GOMES, J. E. Caracterização e manejo dos principais sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris. In: MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. p. 90-137.
- MACEDO, R. L. G.; OLIVEIRA, A. D. de. **Sistemas agroflorestais: considerações técnicas e econômicas**. Lavras: DCF/UFLA, 1996. 117 p. Projeto de consultoria.
- MONTAGNINI, F. et al. **Sistemas agroflorestais: principios y aplicaciones en los trópicos**. 2. ed. San José: Organización para Estudios Tropicales, 1992. 622 p.
- OLIVEIRA NETO, S. N. de; REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F.; NEVES, J. C. L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 15-23, 2003.
- OLIVEIRA, T. K. de. **Sistema agrossilvipastoril com eucalipto e braquiária sob diferentes arranjos estruturais em área de Cerrado**. 2005. 150 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- PATIÑO-VALERA, F. **Variación genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com espaçamento**. 1986. 192 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1986.
- PINKARD, E. A.; NEILSEN, W. A. Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. **Forest Ecology and Management**, Oxford, v. 172, p. 215-227, 2003.
- SILVA, V. P. da; VIEIRA, A. R. R.; CARAMORI, P. H.; BAGGIO, J. A. Sombras e ventos em sistema silvipastoril no noroeste do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém, PA. **Resumos expandidos...** Belém: Embrapa-CPATU, 1998. p. 215-218.
- VALE, R. S. do; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; MORI, F. A.; MORAIS, A. R. de. Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto em sistema agrossilvipastoril. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 285-297, 2002.