

**SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM  
EUCALIPTO, AMENDOIM, MAMONA E  
MANDIOCA NO NORTE DE MINAS GERAIS**

**WAGNER MASSOTE MAGALHÃES**

**2008**

**WAGNER MASSOTE MAGALHÃES**

**SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM EUCALIPTO,  
AMENDOIM, MAMONA E MANDIOCA NO NORTE  
DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência Florestal, área de concentração em Florestas de Produção, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:  
Prof. Dr. Renato Luiz Grisi Macedo

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2008**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Magalhães, Wagner Massote.

Sistemas Agroflorestais com eucalipto, amendoim, mamona e  
mandioca no norte de Minas Gerais / Wagner Massote Magalhães. –  
Lavras : UFLA, 2008.

47 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Renato Luiz Grisi Macedo.

Bibliografia.

1. Silvicultura. 2. Sistemas agroflorestais. 3. Eucalipto. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.95

**WAGNER MASSOTE MAGALHÃES**

**SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM EUCALIPTO,  
AMENDOIM, MAMONA E MANDIOCA NO NORTE  
DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência Florestal, área de concentração em Florestas de Produção, para obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 25 de janeiro de 2008

Prof. Dr. Nelson Venturin UFLA

Prof. José Márcio Rocha Faria (PhD) UFLA

Prof. Dr. Renato Luiz Grisi Macedo  
UFLA  
(Orientador)

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL**

Ao meu amor,

Vanessa,

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço aos meus pais, Waldir e Eleonora, meu irmão Daniel e minha amada Vanessa pelo amor, companheirismo e dedicação.

Ao Evandro (Salsicha) pela grande amizade.

À Universidade Federal de Lavras – UFLA.

Ao Departamento de Ciências Florestais – DCF, seus professores e funcionários.

Ao professor Renato Luiz Grisi Macedo pela orientação e amizade durante todos esses anos.

Aos professores Nelson Venturin e José Márcio Rocha Faria pelas orientações e sugestões a este trabalho.

À Carvovale Produtora de Carvão Ltda., e todos seus funcionários, pela convivência e pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Engenheiro Florestal Inácio Pereira Garcia Júnior (Juninho), pela amizade, pelos ensinamentos e pelo apoio durante esse tempo.

Ao Danúzio (Velho Dan), Hecles (Isquinha), Wellington (Divagá), Glaydson (Galego), Ricelmo e Sânzio pela amizade e alegria em Taiobeiras.

Ao Adalberto (Betão), Emílio (Japinha) e Gabriel pelo companheirismo e pela ajuda na coleta dos dados.

Aos amigos do departamento, da graduação e da pós-graduação.

A toda equipe de campo durante as longas avaliações.

## SUMÁRIO

	Página
APRESENTAÇÃO .....	i
RESUMO GERAL.....	ii
GENERAL ABSTRACT .....	iii
POTENCIAL DE CRESCIMENTO DO EUCALIPTO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO NORTE DE MINAS GERAIS.....	1
RESUMO.....	1
POTENCIALITY OF EUCALYPT GROWTH IN AGROFORESTRY SYSTEMS IN MINAS GERAIS NORTH.....	2
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO.....	3
MATERIAL E MÉTODOS .....	5
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	8
SOBREVIVÊNCIA.....	8
DAP.....	9
ALTURA .....	12
ÁREA DE PROJEÇÃO DE COPA .....	15
VOLUME POR PLANTA.....	17
VOLUME POR HECTARE .....	19
CONCLUSÕES .....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

<b>POTENCIAL DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO NORTE DE MINAS GERAIS.....</b>	<b>26</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>26</b>
<b>AGROFORESTRY SYSTEM POTENCIALITY IMPLANTATION IN MINAS GERAIS NORTH .....</b>	<b>27</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>27</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>PRODUÇÃO DO EUCALIPTO.....</b>	<b>33</b>
<b>PRODUÇÃO DA MANDIOCA.....</b>	<b>36</b>
<b>PRODUÇÃO DA MAMONA .....</b>	<b>36</b>
<b>ÍNDICE DE EQUIVALÊNCIA DE ÁREA - IEA.....</b>	<b>37</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>43</b>



## APRESENTAÇÃO

A presente dissertação foi estruturada em dois artigos científicos, de acordo com a nova opção de formatação de dissertações e teses do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Departamento de Ciências Florestais - UFLA. O primeiro artigo foi preparado para submissão à revista *Cerne* e o segundo para a revista *Árvore*. No primeiro, o objeto de estudo é o potencial de crescimento do eucalipto sob diferentes espaçamentos de plantio e diferentes consórcios com culturas agrícolas. Já no segundo, o estudo foca o potencial de implantação de consórcios entre culturas agrícolas e o eucalipto na região norte de Minas Gerais.

Os consórcios estudados possuem grande importância para programas de fomento visto que as culturas agrícolas testadas são de cultivo já consagrado por pequenos produtores rurais, em especial a mandioca. Outro fator de grande importância neste estudo é seu caráter inédito, visto que há escassas referências sobre consórcios estudados (eucalipto + amendoim; eucalipto + mamona; eucalipto + mandioca).

Desejamos que este trabalho possa contribuir para a consolidação dos sistemas agroflorestais com eucalipto como forma sustentável de produção tanto para os pequenos produtores rurais quanto para as empresas de base florestal.

## RESUMO GERAL

MAGALHÃES, W. M. **Sistemas Agroflorestais com eucalipto, amendoim, mamona e mandioca no Norte de Minas Gerais**. UFLA, 2008. 73p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal).<sup>1</sup>

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de um clone de eucalipto em Sistemas Agroflorestais com amendoim, mandioca e mamona em três espaçamentos de plantio. O experimento consistiu na implantação dos consórcios eucalipto + amendoim, eucalipto + mandioca, eucalipto + mamona e uma testemunha que consistiu no plantio de eucalipto sem nenhuma cultura intercalar nos seguintes espaçamentos: 10x2m; 10x3m e 10x4m. O experimento foi realizado em esquema fatorial (4x3x3), com delineamento inteiramente casualizado, com quatro consórcios, três espaçamentos e três repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. A instalação do experimento se deu na cidade de Taiobeiras, norte de Minas Gerais, em janeiro de 2005. Foram realizadas avaliações aos 08; 13 e 21 meses de idade. Avaliou-se a sobrevivência, o DAP (diâmetro à altura do peito) e a altura total de todas as árvores. Aos 13 e 21 meses avaliou-se a área de projeção de copa, o volume individual e o volume por hectare. Aos 05 e 08 meses avaliou-se a produtividade da mamona e aos 21 meses da mandioca. Os resultados mostraram que os consórcios e os espaçamentos não influenciaram a sobrevivência do eucalipto. Considerando o DAP e o volume individual, os espaçamentos 10x3m e 10x4m sobressaíram-se. Para a altura, a influência do espaçamento não foi homogênea. A produção de madeira foi maior no espaçamento 10x2m. No espaçamento 10x4m o eucalipto solteiro apresentou o melhor desenvolvimento. O consórcio eucalipto + mamona foi o melhor no espaçamento 10x3m. Todos os consórcios apresentaram área de projeção de copa satisfatória até os 21 meses de idade, indicando a aptidão para o uso em Sistemas Agroflorestais. A produção de mandioca foi maior quando em monocultivo. Houve uma queda de aproximadamente 20% na produção da mandioca consorciada quando comparada à média da região. Para a mamona, a produção foi maior no consórcio com eucalipto plantado no espaçamento 10x3m. A produção de mamona obtida foi equivalente a 30% da média estadual.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Renato Luiz Grisi Macedo – UFLA (Orientador), Nelson Venturim (Co-orientador) – UFLA e José Márcio Rocha Faria – UFLA.

## GENERAL ABSTRACT

MAGALHÃES, W. M. **Agroforestry Systems with eucalypt, peanut, ricinus and manihot in Minas Gerais North.** UFLA, 2008. 73p. (Dissertation – Master Program in Forest Science).<sup>1</sup>

The objective of this work was evaluate the acting of an eucalyptus clone in Agroforestry System with peanut, cassava and castor oil plant in three planting spacings. The experiment consisted of the implantation of the consortia eucalyptus + peanut, eucalyptus + cassava, eucalyptus + castor oil plant and a control with the eucalyptus planted without any crop in the following spacings: 10x2m; 10x3m and 10x4m. The experiment was accomplished in factorial (4x3x3) outline, with entirely randomized experimental design, with four consortia, three spacings and three repetitions, totaling 36 experimental plots. The installation of the experiment felt in the city of Taiobeiras, north of Minas Gerais, in January of 2005. The evaluations were accomplished to the 08; 13 and 21 months of age. It was evaluated the survival, BHP (breast height diameter) and the total height of all of the trees. To the 13 and 21 months it was evaluated the cup projection area, the individual volume and the volume per hectare. In the 05 and 08 months of age was evaluated the production of the castor oil plant. In the 21 months of age, was evaluated the cassava production. The results showed that the consortia and the spacings didn't influence the survival of the eucalyptus. Considering the BHP and the individual volume, the spacings 10x3m and 10x4m were the best. For the height, the influence of the spacing was not homogeneous. The wood production was larger in the spacing 10x2m. In the spacing 10x4m the single eucalyptus presented the best development. The consortium eucalyptus + castor oil plant was the best in the spacing 10x3m. All of the consortia presented area of projection of satisfactory cup to the 21 months of age, indicating the aptitude for the use in Agroforestry Systems. The cassava production was larger when in monoculture. There was a fall of approximately 20% in the production of the associated cassava when compared to the average of the area. For the castor oil plant, the production was larger in the consortium with eucalyptus planted in the spacing 10x3m. The castor oil plant production verified in the area was unsatisfactory, being the equivalent to 30% of the state average.

---

<sup>1</sup> Guidance Comitee: Renato Luiz Grisi Macedo – UFLA (Major Professor), Nelson Venturim (Co-adviser) – UFLA e José Márcio Rocha Faria – UFLA.

## POTENCIAL DE CRESCIMENTO DO EUCALIPTO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO NORTE DE MINAS GERAIS

Preparado de acordo com as normas da Revista Cerne

Wagner Massote Magalhães  
Renato Luiz Grisi Macedo  
Nelson Venturin  
José Márcio Rocha Faria  
Emílio Manabu Higashikawa

### RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de um clone de eucalipto em Sistemas Agroflorestais com amendoim, mandioca e mamona em três espaçamentos de plantio. O experimento consistiu na implantação dos consórcios eucalipto + amendoim, eucalipto + mandioca, eucalipto + mamona e uma testemunha que consistiu no plantio de eucalipto sem nenhuma cultura intercalar nos seguintes espaçamentos: 10x2m; 10x3m e 10x4m. O experimento foi realizado em esquema fatorial (4x3x3), com delineamento inteiramente casualizado, com quatro consórcios, três espaçamentos e três repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. O experimento foi instalado na cidade de Taiobeiras, norte de Minas Gerais, em janeiro de 2005. Foram realizadas avaliações aos 08; 13 e 21 meses de idade. Avaliou-se a sobrevivência, o DAP (diâmetro à altura do peito) e a altura total de todas as árvores. Aos 13 e 21 meses avaliou-se a área de projeção de copa, o volume individual e o volume por hectare. Os resultados mostraram que os consórcios e os espaçamentos não influenciaram a sobrevivência do eucalipto. Considerando o DAP e o volume individual, os espaçamentos 10x3m e 10x4m sobressaíram-se. Para a altura, a influência do espaçamento não foi homogênea. A produção de madeira foi maior no espaçamento 10x2m. No espaçamento 10x4m o eucalipto solteiro apresentou o melhor desenvolvimento. O consórcio eucalipto + mamona foi o melhor no espaçamento 10x3m. Todos os consórcios apresentaram área de projeção de copa satisfatória até os 21 meses de idade, indicando a aptidão para o uso em Sistemas Agroflorestais.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus*, *Arachis*, *Ricinus*, *Manihot*, Agrossilvicultura.

## POTENCIALITY OF EUCALYPT GROWTH IN AGROFORESTRY SYSTEMS IN MINAS GERAIS NORTH

### ABSTRACT

The objective of this work was evaluate the acting of an eucalyptus clone in Agroforestry System with peanut, cassava and castor oil plant in three planting spacings. The experiment consisted of the implantation of the consortia eucalyptus + peanut, eucalyptus + cassava, eucalyptus + castor oil plant and a control with the eucalyptus planted without any crop in the following spacings: 10x2m; 10x3m and 10x4m. The experiment was accomplished in factorial (4x3x3) outline, with entirely randomized experimental design, with four consortia, three spacings and three repetitions, totaling 36 experimental plots. The experiment installation was in the city of Taiobeiras, north of Minas Gerais, in January of 2005. The evaluations were accomplished to the 08; 13 and 21 months of age. It was evaluated the survival, BHP (breast height diameter) and the total height of all of the trees. To the 13 and 21 months it was evaluated the cup projection area, the individual volume and the volume per hectare. The results showed that the consortia and the spacings didn't influence the survival of the eucalyptus. Considering the BHP and the individual volume, the spacings 10x3m and 10x4m were the best. For the height, the influence of the spacing was not homogeneous. The wood production was larger in the spacing 10x2m. In the spacing 10x4m the single eucalyptus presented the best development. The consortium eucalyptus + castor oil plant was the best in the spacing 10x3m. All of the consortia presented area of projection of satisfactory cup to the 21 months of age, indicating the aptitude for the use in Agroforestry Systems.

**Key-words:** *Eucalyptus*, *Arachis*, *Ricinus*, *Manihot*, Agroforestry.

## INTRODUÇÃO

A crescente demanda por madeira de eucalipto vem incentivando produtores rurais a formarem povoamentos florestais com esta espécie. Percebe-se que este é um bom momento para levar a tecnologia da agrossilvicultura com eucalipto a estes produtores.

Esta tecnologia é uma alternativa para o desenvolvimento florestal sustentável, uma vez que proporciona a diversificação da produção, possibilidade de obtenção de renda com o cultivo de espécies agrícolas durante o período de crescimento da floresta na mesma unidade de área (VALE, 2004).

Para vários autores (MACDICKEN & VERGARA, 1990; COMBE & BUDOWSKI, 1979; NAIR, 1986; MONTAGNINI, 1992 e MACEDO, 2000), os sistemas agroflorestais são um conjunto de técnicas alternativas de utilização dos recursos naturais nos quais espécies florestais são utilizadas em associação com cultivos agrícolas e/ou animais em uma mesma superfície. Essas associações podem ser instaladas e manejadas de maneira simultânea, escalonada ou sequencial no tempo e no espaço e apresentar caráter temporário ou permanente.

Uma das grandes vantagens dos Sistemas Agroflorestais é a possibilidade de reduzir os custos de implantação de povoamentos florestais bem como agregar valor à madeira. Por este motivo a utilização de eucalipto como espécie florestal pode ser muito interessante, tanto para empresas de base florestal quanto para o pequeno produtor, que poderá ter no eucalipto uma opção de investimento a médio e/ou longo prazo, com risco reduzido.

Vários autores (PASSOS, 1990; PASSOS, 1996; PEREIRA & DANIEL, 2004; MACEDO et al., 2006) testaram o consórcio entre o eucalipto e culturas agrícolas como milho, soja e feijão, concluindo que a utilização da área é mais eficiente nos consórcios que em monocultivos das espécies estudadas.

Porém, para os consórcios testados (eucalipto + amendoim; eucalipto + mamona e eucalipto + mandioca), não são encontradas referências na literatura. Por isso, apresentá-los à comunidade científica é um dos méritos deste trabalho.

As culturas do amendoim, da mamona e da mandioca, apresentam-se como alternativas de cultivos na região norte de Minas Gerais, por suas características agronômicas.

Em 2005, a área plantada com amendoim em Minas Gerais foi de 9.627ha (IBGE, 2005). O amendoim se desenvolve bem em climas quentes. O tipo de solo mais adequado ao seu desenvolvimento é o de textura mais arenosa, o que possibilita melhor penetração do ginóforo e conseqüentemente melhor desenvolvimento das vagens. A importância do cálcio na nutrição mineral do amendoim tem sido ressaltada na literatura. Sua deficiência provoca vagens chochas e cascas frágeis, diminuindo o índice de fertilidade das flores, reduz o número de ginóforos e torna limitante o crescimento de raízes. A calagem aumenta a absorção de nitrogênio pelo amendoim, provavelmente por causar melhoria na fixação simbiótica do N<sub>2</sub> em decorrência da formação de maior número de nódulos na planta (CAIRES & ROSOLEM, 2000).

Segundo Schonz et al. (2007), a mandioca é uma importante cultura em todo o território brasileiro. As raízes são fontes de carboidratos na alimentação humana, sendo as raízes e a parte aérea também usadas na alimentação animal. Devido a isso, pode-se dizer que a cultura da mandioca possui elevada importância social. Em 2005, a área plantada com mandioca em Minas Gerais foi de 59.730ha (IBGE, 2005). A mandioca possui boa adaptabilidade e por isso pode ser cultivada em praticamente todo território nacional. Os solos mais adequados ao seu plantio são aqueles de topografia plana, textura areno-argilosa e boa permeabilidade.

A mamona é de origem tropical, bastante resistente à seca e heliófila. Adapta-se a vários tipos de solo, exceto nos muito argilosos sujeitos a

encharcamento ou salinos. A utilização de seu óleo para fabricação de biodiesel fez com que a demanda por área para esta cultura venha experimentando um aumento crescente. Em 2005, sua área plantada em Minas Gerais foi de 3.605ha (IBGE, 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a produção de um clone comercial de *Eucalyptus urophylla* em Sistemas Silviagrícolas com amendoim, mandioca e mamona, em três espaçamentos de plantio na região norte de Minas Gerais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi instalado na cidade de Taiobeiras, norte do estado de Minas Gerais, em área pertencente a uma empresa produtora de carvão vegetal, localizada sob as coordenadas 15°48'28"S; 42°13'59"W e altitude 821m, clima semi-árido, com temperatura média anual na faixa de 22°C a 24°C e precipitação média anual de 800mm, concentrada no período que vai do início de novembro a início de fevereiro.

Em janeiro de 2005 o experimento foi instalado, em uma área plana de 40,00ha. Foram determinadas três culturas agrícolas para o consórcio com o clone comercial I-60, de *Eucalyptus urophylla*: amendoim (*Arachis hipogea* L. - variedade TatuST), mamona (*Ricinus communis* - variedade Guarany) e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz - cultivar IAC-12).

Foram testados três espaçamentos de plantio para o eucalipto: 10x2m; 10x3m e 10x4m. O eucalipto sem consórcio foi plantado nos três espaçamentos acima como testemunha, e não recebeu influência das adubações realizadas para as culturas. Foi implantado no mesmo talhão do experimento uma área com o eucalipto no espaçamento 3,60x2,45m (utilizado pela empresa) apenas para comparação dos valores de produção.



Foi utilizado o espaçamento de 60cm entre linhas para o amendoim e 10 sementes por metro linear. Para a mamona, o espaçamento utilizado foi 1,6x0,5m, sendo que foi feito um desbaste para aumentar o espaçamento para 1,6x1,0m. A mandioca foi plantada no espaçamento de 0,9x0,9m.

O preparo da área consistiu na remoção da vegetação anterior (que possuía pouca regeneração natural, sendo uma área com histórico de plantios anteriores de eucalipto), duas gradagens nas áreas de implantação do consórcio e subsolagem nas linhas de plantio do eucalipto.

Para a adubação do eucalipto foram aplicados 1,5ton/ha de calcário em faixa, 150kg/ha de Super Triplo + 0,5% de Boro aplicados no sulco da subsolagem, 108g/planta N:P:K: (06:30:06 + Cu e Zn) em coveta lateral à muda e 100g/planta (12:00:18 + 0,5%B) em cobertura aplicados em coroa na projeção da copa, aos 90 dias após o plantio. Quando em consórcio, o eucalipto obteve também os benefícios da adubação aplicada para cada uma das culturas consorciadas.

Para a adubação do amendoim foram aplicados 7,0ton/ha de calcário, 1,5ton/ha de gesso agrícola, 100kg/ha de KCl e 200kg/ha de Super Triplo. Para a mamona foram utilizados 4,0ton/ha de calcário, 750kg/ha de gesso agrícola e 200kg/ha de N:P:K: (08:28:16 + 0,9% Zn). Para a mandioca foram aplicados 2,0ton/ha de calcário, 750kg/ha de gesso agrícola e 170kg/ha de N:P:K: (08:28:16 + 0,9% Zn).

As parcelas foram sorteadas aleatoriamente obedecendo ao delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com quatro culturas (sem cultura, amendoim, mamona e mandioca), três espaçamentos para o eucalipto (10x2m; 10x3m e 10x4m); com três repetições para cada tratamento. O esquema pode ser representado da seguinte forma: (4x3x3); totalizando 36 parcelas experimentais. Foram avaliadas 21 árvores por parcela no espaçamento 10x2m; 15 árvores no espaçamento 10x3m e 12 árvores no espaçamento 10x4m.

Foram realizadas três avaliações do eucalipto: aos 08; 13 e 21 meses de idade do povoamento para sobrevivência, Diâmetro à Altura do Peito (DAP) e altura total da planta. Para área de projeção de copa, volume individual e volume por hectare as avaliações foram feitas apenas aos 13 e 21 meses.

A porcentagem de sobrevivência foi determinada com base na contagem das plantas vivas, estabelecendo-se uma proporção em relação ao número total de plantas da área útil da parcela, obtendo-se assim a porcentagem de plantas remanescentes (S). Os resultados de porcentagem de sobrevivência das mudas foram transformadas para  $\arcsen(S \times 100^{-1})^{0.5}$ .

Mediu-se a circunferência à altura do peito de todas as plantas de cada parcela, com o auxílio de uma fita métrica. O diâmetro foi calculado pela fórmula:  $DAP = CAP \times \pi^{-1}$ , onde: DAP, diâmetro à altura do peito; CAP, circunferência à altura do peito. O DAP médio de cada parcela foi obtido através da média aritmética dos diâmetros individuais obtidos na mesma.

As alturas totais das plantas foram determinadas com o auxílio do hipsômetro SUUNTO. Para cada parcela mediu-se a altura total de todos os indivíduos. A altura total média de cada parcela foi obtida através da média aritmética das alturas individuais obtidas na mesma.

Mediu-se a projeção da copa das árvores no sentido da linha (PCL) e da entrelinha (PCEL). A área de projeção de copa foi obtida pela fórmula:  $APC = PCL \times PCEL \times \pi \times 4^{-1}$ , onde: APC, área de projeção de copa; PCL, projeção da copa na linha; PCEL, projeção da copa na entrelinha.

Na mesma área do experimento houve a cubagem rigorosa de 8 árvores por espaçamento em cada uma das avaliações, aos 13 e 21 meses. O método utilizado para cubagem foi o de Smalian. Foram obtidas equações volumétricas para cada espaçamento de plantio do eucalipto em cada avaliação. Através destas equações foram estimados os volumes individuais.

Para a obtenção do volume por hectare, utilizou-se a soma dos volumes individuais da parcela e extrapolou-se o valor para um hectare.

Os dados obtidos para todas as variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância, aplicando-se às médias dos tratamentos o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Sobrevivência**

A análise de variância para sobrevivência não mostrou diferenças significativas para espaçamentos ou culturas consorciadas, ao nível de 95% de probabilidade, em nenhuma das avaliações (ANEXO A). As médias obtidas para espaçamentos e culturas consorciadas são mostradas nas Tabela 01 e Tabela 02, respectivamente.

Houve apenas uma muda morta, provavelmente devido a algum descuido no momento de plantio. As parcelas avaliadas aos 08; 13 e 21 meses após o plantio apresentaram percentuais de sobrevivência entre 99,94% e 100% considerando-se o espaçamento de plantio, e entre 99,89% e 100% considerando-se as culturas consorciadas. Estes resultados indicam que, independente do espaçamento utilizado, ou das culturas consorciadas, as mudas de eucalipto apresentaram potencial de estabelecimento na região.

A porcentagem de sobrevivência expressa o potencial de estabelecimento, a capacidade de adaptação e o vigor das mudas, frente às reais condições ambientais observadas no campo, pós-plantio definitivo. Pois, são sob as diferentes condições de campo que, normalmente, as mudas de espécies florestais diferem em suas expressões fenotípicas, retratando os efeitos das interações genótipo/ambiente (MACEDO et al. 2002).

**Tabela 01.:** Valores médios de Sobrevivência (%) para espaçamentos de plantio de clones de eucalipto em Sistemas Agroflorestais na região norte de Minas Gerais, em três diferentes idades.

*Table 01.: Survival (%) mean of values for eucalypt clone spacings in Agroforestry Systems in north region of Minas Gerais, in three different ages.*

<b>Espaçamento</b>	<b>08 meses</b>	<b>13 meses</b>	<b>21 meses</b>
10x4	99,94 a	99,94 a	99,94 A
10x3	100,00 a	100,00 a	100,00 A
10x2	100,00 a	100,00 a	100,00 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

**Tabela 02.:** Valores médios de Sobrevivência (%) para culturas consorciadas com clones de eucalipto em Sistemas Agroflorestais na região norte de Minas Gerais em três diferentes idades.

*Table 02.: Survival (%) mean of values for consorciated crops in Agroforestry Systems in north region of Minas Gerais, in three different ages.*

<b>Culturas</b>	<b>08 meses</b>	<b>13 meses</b>	<b>21 meses</b>
Eucalipto solteiro	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Eucalipto + amendoim	100,00 a	100,00 a	100,00 a
Eucalipto + mamona	99,89 a	99,89 a	99,89 a
Eucalipto + mandioca	100,00 a	100,00 a	100,00 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

### **DAP**

A análise de variância para DAP mostrou diferenças significativas para espaçamentos, culturas e sua interação, ao nível de 95% de probabilidade, em todas as avaliações (ANEXO A). As médias obtidas são mostradas na Tabela 03.

O espaçamento 10x2m apresentou o menor valor de DAP nas três avaliações, a diferenciação entre os espaçamentos 10x3m e 10x4m se deu aos 08 e 21 meses. Estes resultados confirmam a influência da área útil no crescimento em diâmetro e corroboram com os resultados encontrados por Oliveira et al.

(2006) e Oliveira Neto et al. (2003), que testaram a resposta do eucalipto a diferentes arranjos estruturais.

Nos consórcios eucalipto + mandioca e eucalipto + amendoim, os valores médios de DAP foram os menores quando comparados aos encontrados para o eucalipto + mamona e para o eucalipto solteiro.

Estes resultados mostram que o plantio de mamona nas entrelinhas de eucalipto não alterou o crescimento em diâmetro da espécie florestal. Possivelmente, os tratos culturais dados à mamona foram suficientes para neutralizar o efeito da competição inter-específica no crescimento em diâmetro do eucalipto.

Os consórcios responderam de forma diferenciada ao espaçamento, no que diz respeito ao diâmetro. O eucalipto solteiro apresentou maior crescimento em diâmetro no espaçamento 10x4m aos 08 e 13 meses, e aos 21 meses não houve resposta no DAP para os diferentes espaçamentos. A diferenciação do DAP, para o eucalipto + amendoim foi verificada apenas aos 21 meses, sendo que o aumento do espaçamento proporcionou aumento do diâmetro das árvores. Aos 08 e aos 21 meses, o eucalipto + mamona apresentou diâmetros semelhantes nos espaçamentos 10x3m e 10x4m, e aos 13 meses o maior diâmetro foi encontrado no espaçamento 10x3m. Para o eucalipto + mandioca, os espaçamentos 10x3m e 10x4m apresentaram os maiores valores de DAP, aos 21 meses, e aos 08 e 13 meses todos os espaçamentos obtiveram valores semelhantes.

Estes resultados mostram que quando há um maior crescimento das árvores, há uma maior diferenciação das médias de DAP. Nos consórcios onde houve maior crescimento em diâmetro, a diferenciação entre os espaçamentos ocorreu mais cedo. Isto se deve ao fato de que o maior crescimento das árvores proporciona o início da competição entre elas em idades menores, neste caso, a competição na linha de plantio.

**Tabela 03.:** Valores médios de DAP (cm) para espaçamentos de plantio de eucalipto, culturas consorciadas e, sua interação, em Sistemas Agroflorestais na região norte de Minas Gerais em três diferentes idades.

**Table 03.:** BHP(cm) mean of values for eucalypt clone spacings, consorciated crops and their interaction in Agroforestry Systems in north region of Minas Gerais, in three diferent ages.

Cultura / Espaçam.	08 meses				13 meses				21 meses			
	10x2	10x3	10x4	MÉDIA	10x2	10x3	10x4	MÉDIA	10x2	10x3	10x4	MÉDIA
Eucal. solteiro	2,16 aB	2,29 bB	3,11 aA	<b>2,52 b</b>	5,36 aB	5,84 bB	6,70 aA	<b>5,97 a</b>	10,65 aA	11,31 bA	12,72 aA	<b>11,56 a</b>
Eucal. + amendoim	2,16 aA	2,31 bA	2,39 bA	<b>2,29 c</b>	4,89 bA	5,02 cA	5,29 cA	<b>5,07 b</b>	10,51 aC	11,05 bB	11,17 bA	<b>10,91 b</b>
Eucal. + mamona	2,45 aB	2,95 aA	2,81 aA	<b>2,74 a</b>	5,39 aB	6,52 aA	5,86 bB	<b>5,92 a</b>	10,98 aB	12,32 aA	12,33 aA	<b>11,88 a</b>
Eucal. + mandioca	2,16 aA	2,19 bA	2,37 bA	<b>2,24 c</b>	4,47 bA	4,71 cA	5,00 cA	<b>4,73 c</b>	10,11 aB	10,82 bA	11,23 bA	<b>10,72 b</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>2,23 C</b>	<b>2,43 B</b>	<b>2,67 A</b>		<b>5,03 B</b>	<b>5,52 A</b>	<b>5,71 A</b>		<b>10,56 C</b>	<b>11,38 B</b>	<b>11,86 A</b>	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e, maiúscula na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

### **Altura**

A análise de variância para Altura mostrou diferenças significativas para espaçamentos, culturas e sua interação, ao nível de 95% de probabilidade, aos 08 e 21 meses. Aos 13 meses, a diferença foi significativa apenas para espaçamentos e culturas (ANEXO A). As médias são mostradas na Tabela 04.

O espaçamento 10x2m apresentou o menor valor de Altura aos 08 e 13 meses, aos 21 meses foi superior ao 10x4m e semelhante ao 10x3m. O espaçamento 10x3m apresentou altura média semelhante ao 10x4m aos 13 e 21 meses e valor intermediário aos 08 meses. Estes resultados reafirmam o conceito já consagrado de que a altura é pouco influenciada pelo espaçamento de plantio (BOTELHO, 1998; MAGALHÃES et al., 2006).

Foi verificado que o plantio de mamona nas entrelinhas do eucalipto não afetou o crescimento em altura das árvores. Aos 08 meses, assim como o DAP, a altura média do eucalipto em consórcio com a mamona foi superior ao eucalipto solteiro e também aos consórcios eucalipto + amendoim e eucalipto + mandioca.

Analisando-se as adubações realizadas para cada uma das culturas pode-se notar que a diferença entre a quantidade de NPK aplicada para a mamona e para a mandioca é pequena, porém, o calcário aplicado para a mandioca é metade da quantidade aplicada para a mamona, já para o amendoim a dose de calcário foi bastante alta.

Este pode ser um dos principais fatores de influência na diferenciação entre os consórcios, como a distribuição do calcário foi realizada em faixas para o eucalipto e em “área total” para as culturas, sua aplicação na cultura influenciou o eucalipto.

O NPK e o fosfato (utilizados para as culturas) provavelmente não tiveram muita influência sobre o crescimento do eucalipto. O primeiro por ter localização próxima às sementes e manivas, conseqüentemente com pouca ou

nenhuma disponibilidade ao eucalipto. E o segundo, por ser imóvel no solo também não se tornou disponível às árvores.

Isto poderia explicar porque o consórcio eucalipto + mamona apresentou valores médios de crescimento (tanto para altura, quanto para diâmetro) semelhantes ao eucalipto solteiro e ou outros consórcios, não.

Devido às peculiaridade de cada uma das interações nos consórcios, a resposta, em altura, de cada um deles foi diferenciada para os espaçamentos de plantio do eucalipto.

O eucalipto solteiro apresentou maior crescimento em altura no espaçamento 10x4m aos 08 meses e valores semelhantes nos três espaçamentos aos 13 e 21 meses. Já para o eucalipto + amendoim a diferenciação foi verificada aos 21 meses, com a maior média para o espaçamento 10x2m. No consórcio eucalipto + mamona, a maior média foi verificada no espaçamento 10x3m aos 13 e 21 meses. O eucalipto + mandioca apresentou as maiores médias de altura nos espaçamentos 10x2m e 10x3m aos 08 meses.



**Tabela 04.:** Valores médios de Altura (m) para espaçamentos de plantio, culturas consorciadas e, sua interação, em Sistemas Agroflorestais na região norte de Minas Gerais em três diferentes idades.

**Table 04.:** Height(m) mean of values for eucalypt clone spacings, consorciated crops and their interaction in Agroforestry Systems in north region of Minas Gerais, in three diferent ages.

Cultura / Espaçam.	08 meses				13 meses				21 meses			
	10x2	10x3	10x4	MÉDIA	10x2	10x3	10x4	MÉDIA	10x2	10x3	10x4	MÉDIA
Eucal. solteiro	3,53 aB	3,41 bB	3,99 aA	<b>3,58 b</b>	6,33 aA	6,46 aA	6,65 aA	<b>6,48 a</b>	12,76 aA	12,59 bA	12,96 aA	<b>12,77 a</b>
Eucal. + amendoim	3,19 aA	3,31 bA	3,49 bA	<b>3,33 c</b>	5,67 aA	5,66 aA	5,81 aA	<b>5,71 b</b>	12,84 aA	12,18 cB	11,61 cB	<b>12,21 b</b>
Eucal. + mamona	3,57 aB	3,98 aA	3,84 aA	<b>3,80 a</b>	6,27 aB	7,02 aA	6,52 aB	<b>6,60 a</b>	12,67 aB	13,36 aA	12,23 bB	<b>12,75 a</b>
Eucal. + mandioca	3,23 aA	3,32 bA	3,42 aB	<b>3,32 c</b>	5,39 aA	5,65 aA	5,45 aA	<b>5,50 b</b>	11,79 bA	11,64 cA	11,20 cA	<b>11,55 c</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>3,33 C</b>	<b>3,50 B</b>	<b>3,68 A</b>		<b>5,91 B</b>	<b>6,20 A</b>	<b>6,11 A</b>		<b>12,52 A</b>	<b>12,44 A</b>	<b>12,00 B</b>	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e, maiúscula na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

### **Área de projeção de copa**

A análise de variância para área de projeção de copa mostrou diferenças significativas para espaçamentos, culturas e sua interação, ao nível de 95% de probabilidade (ANEXO A). As médias obtidas são mostradas na Tabela 05.

O espaçamento 10x4m apresentou o menor valor de área de projeção de copa nas duas avaliações. Provavelmente a maior disponibilidade de nutrientes e de luz às culturas agrícolas neste espaçamento influenciou a competição por nutrientes em favor das culturas. A diferenciação entre os espaçamentos 10x2m e 10x3m foi constatada apenas aos 21 meses. Nos espaçamentos mais adensados a cobertura da área pela copa do eucalipto foi maior, devido à maior densidade populacional.

No consórcio eucalipto + mandioca, os valores médios de área de projeção de copa foram os mais baixos, indicando uma baixa cobertura de área, característica desejável em se tratando de Sistemas Agroflorestais. O eucalipto solteiro apresentou maior área de projeção de copa, sendo que aos 13 meses, sua média foi semelhante ao consórcio eucalipto + mamona.

Todos os consórcios apresentaram área de projeção de copa inferior a 5.000m<sup>2</sup>/ha, ou seja, aos 21 meses mais de 50% da área ainda estava descoberta pela copa do eucalipto, propiciando área livre de sombra para as culturas agrícolas. O consórcio eucalipto + mandioca indicava, aos 21 meses, mais de 70% de área livre da sombra da copa do eucalipto.

Provavelmente, a competição radicular entre o eucalipto e a mandioca proporcionou a formação de uma copa menor, o que influiu no menor crescimento em diâmetro e altura do eucalipto neste consórcio.

O eucalipto solteiro não respondeu à variação de espaçamento, considerando-se a projeção de copa, apesar de ter respondido para as outras variáveis de crescimento.

**Tabela 05.:** Valores médios de Área de projeção de copa (m<sup>2</sup>/ha) para espaçamentos de plantio de eucalipto, culturas consorciadas e, sua interação, em Sistemas Agroflorestais na região norte de Minas Gerais em duas diferentes idades.

**Table 05.:** *Cup projection area (m<sup>2</sup>/ha) mean of values for eucalypt clone spacings, consorciated crops and their interaction in Agroforestry Systems in north region of Minas Gerais, in two diferent ages.*

Cultura / Espaçam.	13 meses				21 meses			
	10x2	10x3	10x4	MÉDIA	10x2	10x3	10x4	MÉDIA
Eucal. solteiro	3.356,02 aA	3.505,15 aA	3.333,09 aA	<b>3.398,09 a</b>	4.094,04 aA	4.255,22 aA	4.213,17 aA	<b>4.187,48 a</b>
Eucal. + amendoim	3.022,41 bA	2.942,07 bA	2.366,16 cB	<b>2.776,88 b</b>	3.791,10 aA	3.805,11 bA	3.189,21 bB	<b>3.595,14 b</b>
Eucal. + mamona	3.398,40 aA	3.593,17 aA	2.889,45 bB	<b>3.293,67 a</b>	3.442,04 bB	4.257,32 aA	2.878,54 bC	<b>3.525,97 b</b>
Eucal. + mandioca	2.720,22 cA	2.513,46 cA	1.970,29 dB	<b>2.401,32 c</b>	3.030,64 cA	2.964,70 cA	2.292,94 cB	<b>2.762,76 c</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>3.124,26 B</b>	<b>3.138,46 B</b>	<b>2.639,74 A</b>		<b>3.589,46 B</b>	<b>3.820,59 C</b>	<b>3.143,46 A</b>	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e, maiúscula na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

### **Volume por planta**

A análise de variância para volume individual mostrou diferenças significativas para espaçamentos, culturas e sua interação, ao nível de 95% de probabilidade, nas avaliações aos 13 e 21 meses (Anexos). As médias obtidas são mostradas na Tabela 06, abaixo.

O espaçamento 10x2m apresentou o menor valor de volume individual nas duas avaliações, os espaçamentos 10x3m e 10x4m não se diferenciaram em nenhuma das avaliações. Oliveira et al. (2006) não constataram diferença entre estes mesmos espaçamentos aos 27 meses, porém o estudo englobou outros arranjos espaciais.

No consórcio eucalipto + mamona e no eucalipto solteiro os valores médios de volume individual foram semelhantes, e superiores aos outros consórcios. Aos 13 meses a menor média foi verificada para o consórcio eucalipto + mandioca. Este consórcio apresentou desempenho semelhante ao eucalipto + amendoim, aos 21 meses.

Os valores médios de volume individual foram semelhantes para todos os consórcios no espaçamento 10x2m, aos 21 meses. No espaçamento 10x3m o consórcio eucalipto + mamona manteve-se superior aos demais, seguido pelo eucalipto solteiro, os outros consórcios apresentaram as menores médias. Aos 21 meses, manteve-se a melhor média para o eucalipto + mamona, e os outros consórcios apresentaram médias semelhantes. Já no espaçamento 10x4m, os resultados foram semelhantes aos 13 e 21 meses, o eucalipto solteiro com média superior aos demais, seguido pelo consórcio eucalipto + mamona e as menores média para os consórcios eucalipto + amendoim e eucalipto + mandioca.

**Tabela 06.:** Valores médios de Volume individual ( $m^3$ /planta) para espaçamentos de plantio de eucalipto, culturas consorciadas e, sua interação, em Sistemas Agroflorestais na região norte de Minas Gerais em duas diferentes idades.

**Table 06.:** Individual volume ( $m^3$ /plant) mean of values for eucalypt clone spacings, consorciated crops and their interaction in Agroforestry Systems in north region of Minas Gerais, in two diferent ages.

Cultura / Espaçam.	13 meses				21 meses			
	10x2	10x3	10x4	MÉDIA	10x2	10x3	10x4	MÉDIA
Eucal. solteiro	0,006804 aC	0,008220 bB	0,010328 aC	<b>0,008451 a</b>	0,046963 aB	0,051950 bB	0,064299 aA	<b>0,054404 a</b>
Eucal. + amendoim	0,005019 bA	0,005690 cA	0,006062 cA	<b>0,005591 b</b>	0,045053 aA	0,048701 bA	0,045237 cA	<b>0,046330 b</b>
Eucal. + mamona	0,006692 aB	0,010383 aA	0,007809 bB	<b>0,008295 a</b>	0,049982 aB	0,062848 aA	0,056888 bA	<b>0,056573 a</b>
Eucal. + mandioca	0,004042 bA	0,004934 cA	0,004949 cA	<b>0,004642 c</b>	0,041432 aA	0,046435 bA	0,043997 cA	<b>0,043955 b</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>0,005639 B</b>	<b>0,007307 A</b>	<b>0,007287 A</b>		<b>0,045858 B</b>	<b>0,052484 A</b>	<b>0,052606 A</b>	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e, maiúscula na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

### **Volume por hectare**

A análise de variância para volume por hectare mostrou diferenças significativas para espaçamentos, culturas e sua interação, ao nível de 95% de probabilidade, nas avaliações aos 13 e 21 meses (Anexos). As médias obtidas são mostradas na Tabela 07, abaixo.

O espaçamento 10x2m apresentou o maior valor de volume por hectare nas duas avaliações, seguido pelo espaçamento 10x3m e o menor valor para o 10x4m. Nas idades iniciais, a densidade populacional é o fator que exerce maior influência na produção da floresta, conforme verificado por Oliveira et al. (2006) e Pinkard & Nielsen (2003). Aos 21 meses, o espaçamento utilizado na região (3,60x2,45m) obteve 40,04m<sup>3</sup>/ha, um valor muito superior ao 10x2m, com 22,93m<sup>3</sup>/ha, que foi o melhor espaçamento testado.

O consórcio eucalipto + mamona e o eucalipto solteiro obtiveram os maiores valores médios de volume por hectare, nas duas avaliações. Aos 13 meses a menor média foi verificada para o consórcio eucalipto + mandioca e aos 21 meses seu desempenho foi semelhante ao eucalipto + amendoim.

Aos 13 e 21 meses, no espaçamento 10x2m, verificou-se a formação de dois grupos. As maiores médias foram encontradas para o eucalipto + mamona e o eucalipto solteiro. Este resultado foi semelhante nas duas idades. Aos 13 meses, no espaçamento 10x3m, o consórcio eucalipto + mamona manteve-se superior aos demais, seguido pelo eucalipto solteiro, os demais consórcios apresentaram as menores médias. Aos 21 meses, manteve-se a melhor média para o eucalipto + mamona. Os demais consórcios apresentaram médias semelhantes. Já no espaçamento 10x4m, aos 13 meses, o eucalipto solteiro apresentou a maior média e os demais consórcios não se diferenciaram. Aos 21 meses, no espaçamento 10x4m, manteve-se a superioridade do eucalipto solteiro, seguido pelo eucalipto + mamona, os demais consórcios apresentaram as menores médias.

O valor médio obtido no espaçamento 3,60x2,45m, espaçamento padrão adotado na empresa onde foi realizado este estudo, foi de 5,90 m<sup>3</sup>/ha e 42,40m<sup>3</sup>/ha, aos 13 e 21 meses, respectivamente. Comparando-se estes valores com os valores médios do espaçamento 10x2m, nota-se uma diminuição da diferença percentual entre estes dois espaçamentos. Aos 13 meses, a diferença entre o volume obtido no espaçamento 3,60x2,45 e o volume obtido no 10x2m foi de 52,20%. Esta diferença caiu para 45,92% aos 21 meses de idade.

**Tabela 07.:** Valores médios de Volume por hectare ( $m^3/ha$ ) para espaçamentos de plantio de eucalipto, culturas consorciadas e, sua interação, em Sistemas Agroflorestais na região norte de Minas Gerais em duas diferentes idades.

**Table 07.:** Volume per hectare ( $m^3/ha$ ) mean of values for eucalypt clone spacings, consorciated crops and their interaction in Agroforestry Systems in north region of Minas Gerais, in two diferent ages.

Cultura / Espaçamento	13 meses				21 meses			
	10x2	10x3	10x4	MÉDIA	10x2	10x3	10x4	MÉDIA
Eucalipto solteiro	3,40 aA	2,74 bB	2,58 aB	<b>2,91 a</b>	23,48 aA	17,32 bB	16,07 aB	<b>18,96 a</b>
Eucalipto + amendoim	2,51 bA	1,90 cB	1,52 bB	<b>1,97 b</b>	22,53 bA	16,23 bB	11,31 cC	<b>16,69 b</b>
Eucalipto + mamona	3,35 aA	3,46 aA	1,90 bB	<b>2,90 a</b>	24,99 aA	20,95 aB	13,82 bC	<b>19,92 a</b>
Eucalipto + mandioca	2,02 bA	1,64 cA	1,24 bB	<b>1,63 c</b>	20,72 bA	15,48 bB	11,00 cC	<b>15,73 b</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>2,82 A</b>	<b>2,44 B</b>	<b>1,81 C</b>		<b>22,93 A</b>	<b>17,49 B</b>	<b>13,05 C</b>	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma coluna e, maiúscula na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.



## CONCLUSÕES

O eucalipto apresentou crescimento satisfatório na região, quando em consórcio.

A adoção de consórcios entre os clones de eucalipto utilizados e as culturas agrícolas: amendoim, mamona e mandioca, bem como a variação no espaçamento de plantio, não influenciaram a sobrevivência do componente florestal.

Considerando o DAP e o volume individual, os espaçamentos 10x3m e 10x4m foram os que apresentaram as maiores médias.

Para altura, a influência do espaçamento variou, não indicando nenhuma tendência.

A produção de madeira, nessas idades, foi maior no espaçamento 10x2m, sendo altamente influenciada pela densidade populacional, diminuindo com aumento do espaçamento.

No espaçamento 10x4m o eucalipto solteiro apresentou a maior produtividade. O consórcio eucalipto + mamona obteve a maior produtividade no espaçamento 10x3m.

Para o espaçamento 10x2m, não houve uma diferenciação muito clara entre os consórcios, não sendo possível indicar o melhor.

Todos os consórcios apresentaram área de projeção de copa satisfatória até os 21 meses de idade, indicando a aptidão para o uso em Sistemas Agroflorestais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTELHO, S.A. Espaçamento. In: SCOLFORO, J.R.S. **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p. 381-405.

COMBE, J. BUDOWSKI, G. Clasificación de las técnicas agroforestales: una revisión de literatura. In: TALLER SISTEMAS AGROFORESTALES EN AMERICA LATINA, Turrialba, 1979. **Taller...** Turrialba, Gonzalo de Las Salas, 1979. p. 17-48.

MACEDO, R.L.G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFPA/FAEPE, 2000. (Apostila do Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" a Distância: Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Florestais).

MACEDO, R.L.G.; BEZERRA, R.G.; VENTURIM, N.; VALE, R.S. do, OLIVEIRA, T.K. de. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agrônômicas de milho cultivados em sistema Silviagrícola. Viçosa: **Rev. Árvore**. v. 30, n. 5, 2006.

MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; GOMES, J.E.; OLIVEIRA, T.K. Dinâmica de estabelecimento de *Tectona Grandis* L.f. (Teca) introduzida em cafezal na região de Lavras – Minas Gerais. **O Brasil Florestal**, Brasília, n. 73, p. 31-38, 2002.

MACKDICKEN, K.G.; VERGARA, N.T. Introduction to agroforestry. In: \_\_\_\_\_. **Agroforestry: classification and management**. New York: Wiley Interscience, 1990. p.1-30.

MAGALHÃES, W.M.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIM, N.; HIGASHIKAWA, E.M.; YOSHITANI JÚNIOR, M. Desempenho silvicultural de espécies de *Eucalyptus spp.* em quatro espaçamentos de plantio na região noroeste de Minas Gerais. Rio de Janeiro: **Rev. Floresta & Ambiente**. v. 12, n. 2, p. 01-07, 2006

MONTAGNINI, F. **Sistemas Agroflorestais: principios y aplicaciones en los tropicos.** San José, Costa Rica: IICA, 1992. 622p.

NAIR, P.K.R. Sistemas e práticas agrofloretais: aplicações no uso múltiplo das florestas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5, 1986, Olinda.

**Anais...** Olinda: SBF/SBEF, 1986.

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, jan./fev. 2003.

OLIVEIRA, T.K. de; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E.M.; MAGALHÃES, W.M. Crescimento e produção de eucalipto em diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., 2006, Campos de Goytacazes-RJ. **Resumos expandidos**, 2006.

PASSOS, C.A.M. **Comportamento inicial do eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden) em plantio consorciado com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), no Vale do Rio Doce, Minas Gerais.** Viçosa: UFV. 1990. 53p. (Dissertação de Mestrado).

PASSOS, C.A.M. **Sistemas agrofloretais com eucalipto para uso em programas de fomento florestal, na região de Divinópolis, MG.** Viçosa: UFV. 1996. 146p. (Tese de Doutorado).

PEREIRA, D.B.; DANIEL, O. Avaliação inicial de um sistema agroflorestal de milho e eucalipto em Dourados-MS. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE

SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, 2004.

PINKARD, E.A.; NIELSEN, W.A. Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 172, n. 2/3, p. 215-227, jan. 2003.

VALE, R.S. do. **Agrossilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais**. Viçosa: UFV. 2004. 101p. (Tese de Doutorado).

## POTENCIAL DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO NORTE DE MINAS GERAIS

Preparado de acordo com as normas da Revista *Árvore*

Wagner Massote Magalhães  
Renato Luiz Grisi Macedo  
Nelson Venturin  
José Márcio Rocha Faria  
Emílio Manabu Higashikawa

### RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produção dos Sistemas Agroflorestais com eucalipto, mandioca e mamona, em três espaçamentos de plantio para o eucalipto na região norte de Minas Gerais. O experimento consistiu na implantação dos consórcios eucalipto + amendoim, eucalipto + mandioca e eucalipto + mamona, nos seguintes espaçamentos: 10x2m; 10x3m e 10x4m. Foi utilizado como controle, o eucalipto plantado sem nenhuma cultura, nos mesmos espaçamentos e as culturas agrícolas em monocultivo. O experimento foi realizado em esquema fatorial (4x3x3), com delineamento inteiramente casualizado, com quatro consórcios, três espaçamentos e três repetições, totalizando 36 parcelas experimentais para o eucalipto. A instalação do experimento se deu na cidade de Taiobeiras, norte de Minas Gerais, em janeiro de 2005. Aos 13 e 21 meses de idade, avaliou-se a produtividade do eucalipto. Aos 05 e 08 meses avaliou-se a produtividade da mamona e aos 21 meses da mandioca. Os resultados mostraram que a produção de madeira foi maior no espaçamento 10x2m. No consórcio eucalipto + mamona e no eucalipto solteiro, a produção do componente florestal foi maior. A produção de mandioca foi maior quando em monocultivo. Houve uma queda de aproximadamente 20% na produção da mandioca consorciada quando comparada à média da região. Para a mamona, a produção foi maior no consórcio com eucalipto plantado no espaçamento 10x3m. A produção de mamona obtida foi equivalente a 30% da média estadual.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus*, *Ricinus*, *Manihot*, Agrossilvicultura..

## AGROFORESTRY SYSTEM POTENCIALITY IMPLANTATION IN MINAS GERAIS NORTH

### ABSTRACT

The objective of this work was evaluate Sistemas Agroflorestais's production with eucalyptus cassava and castor oil plant, in three planting spacings for the eucalyptus in the north area of Minas Gerais. The experiment consisted of the implantation of the consortia eucalyptus + peanut, eucalyptus + cassava and eucalyptus + castor oil plant, in the following spacings: 10x2m; 10x3m e 10x4m. It was used as control, the eucalyptus planted without any culture, in the same spacings and the agricultural cultures in monocultivo. The experiment was accomplished in factorial (4x3x3) outline, with entirely randomized experimental design, with four consortia, three spacings and three repetitions, totaling 36 experimental plots for the eucalyptus. For the agricultural cultures the spacings of the eucalyptus and the monocultivo were tested, with six repetitions. The installation of the experiment felt in the city of Taiobeiras, north of Minas Gerais, in January of 2005. Two evaluations were accomplished. To the 13 and 21 months of age, the volume was evaluated by hectare, to the 05 and 08 months the production of the castor oil plant was evaluated and to the 21 months of the cassava. The results showed that the wood production was larger in the spacing 10x2m. In the consortium eucalipto + castor oil plant and in the single eucalyptus, the production of the forest component was larger. The cassava production was larger when in monocultivo. There was a fall of approximately 20% in the production of the associated cassava when compared to the average of the area. For the castor oil plant, the production was larger in the consortium with eucalyptus planted in the spacing 10x3m. The castor oil plant production verified in the area was unsatisfactory, being the equivalent to 30% of the state average.

**Key-words:** *Eucalyptus*, *Ricinus*, *Manihot*, Agroforestry System.

## INTRODUÇÃO

Para vários autores (MACDICKEN & VERGARA, 1990; COMBE & BUDOWSKI, 1979; NAIR, 1986; MONTAGNINI, 1992 e MACEDO, 2000), os sistemas agroflorestais são um conjunto de técnicas alternativas de utilização dos recursos naturais nos quais espécies florestais são utilizadas em associação com cultivos agrícolas e/ou animais em uma mesma superfície. Essas associações podem ser instaladas e manejadas de maneira simultânea, escalonada ou seqüencial no tempo e no espaço e apresentar caráter temporário ou permanente.

Pode-se classificar os Sistemas Agroflorestais de várias formas. Algumas destas classificações consideram os aspectos funcionais outras consideram o arranjo dos componentes do sistema, porém a mais conhecida e de fácil compreensão é a classificação segundo a natureza dos componentes. Segundo Nair (1990), os Sistemas Agroflorestais podem ser classificados quanto à natureza de seus componentes da seguinte forma:

- Sistemas Agrossilviculturais: componente arbóreo/arbustivo + componente agrícola (culturas de ciclo curto);
- Sistemas Silvipastoris: componente arbóreo/arbustivo + componente forrageiro/animal;
- Sistemas Agrossilvipastoris: componente arbóreo/arbustivo + componente agrícola + componente forrageiro/animal.

Segundo Macedo et al. (2006), os sistemas agroflorestais com eucalipto possuem um alto potencial para utilização em programas de fomento e formação da chamada "poupança verde" por pequenos produtores, visto que estes terão receita pela comercialização dos produtos agrícolas (ciclo curto) e terão a capitalização pelo produto florestal.

A agrossilvicultura com eucalipto é uma alternativa para o desenvolvimento florestal sustentável, uma vez que proporciona a diversificação da produção, possibilidade de obtenção de renda com o cultivo de espécies

agrícolas durante o período de crescimento da floresta na mesma unidade de área (VALE, 2004).

Os consórcios testados (eucalipto + amendoim; eucalipto + mamona e eucalipto + mandioca) possuem caráter inédito e por isso mesmo não são encontradas referências na literatura. Por isso, apresentá-los à comunidade científica é um dos méritos deste trabalho.

Na avaliação do consórcio de *Eucalyptus urophylla* com feijão e com arroz, Passos (1996) concluiu que as médias de DAP das árvores nos consórcios foram significativamente maiores que as dos monocultivos e, a altura total, a altura dominante, a sobrevivência e o volume de madeira comercial por hectare, em geral, foram maiores também nos consórcios. A produtividade efetiva de grãos nos consórcios diminuiu com o avanço da idade do povoamento florestal e aumentou com a redução da densidade de árvores ou com o aumento da distância entre fileiras de árvores. O Índice de Equivalência de Área foi maior que 1,0 em todos os consórcios, o que mostrou a melhor utilização da área para produção nos consórcios do que nas monoculturas.

As culturas do amendoim, da mamona e da mandioca, apresentam-se como alternativas de cultivos em regiões semi-áridas.

Em 2005, a área plantada com amendoim em Minas Gerais foi de 9.627ha (IBGE, 2005). O amendoim se desenvolve bem em climas quentes. O tipo de solo mais adequado ao seu desenvolvimento é o de textura mais arenosa, o que possibilita melhor penetração do ginóforo e conseqüentemente melhor desenvolvimento das vagens. A importância do cálcio na nutrição mineral do amendoim tem sido ressaltada na literatura. Sua deficiência provoca vagens chochas e cascas frágeis, diminuindo o índice de fertilidade das flores, reduz o número de ginóforos e torna limitante o crescimento de raízes. A calagem aumenta a absorção de nitrogênio pelo amendoim, provavelmente por causar



melhoria na fixação simbiótica do N<sub>2</sub> em decorrência da formação de maior número de nódulos na planta (CAIRES & ROSOLEM, 2000).

Segundo Schonz et al. (2007), a mandioca é uma importante cultura em todo o território brasileiro. As raízes são fontes de carboidratos na alimentação humana, sendo as raízes e a parte aérea também usadas na alimentação animal. Devido a isso, pode-se dizer que a cultura da mandioca possui elevada importância social. Em 2005, a área plantada com mandioca em Minas Gerais foi de 59.730ha (IBGE, 2005). A mandioca possui boa adaptabilidade e por isso pode ser cultivada em praticamente todo território nacional. Os solos mais adequados ao seu plantio são aqueles de topografia plana, textura areno-argilosa e boa permeabilidade.

A mamona é de origem tropical, bastante resistente à seca e heliófila. Adapta-se a vários tipos de solo, exceto nos muito argilosos sujeitos a encharcamento ou salinos. A utilização de seu óleo para fabricação de biodiesel fez com que a demanda por área para esta cultura venha experimentando um aumento crescente. Em 2005, sua área plantada em Minas Gerais foi de 3.605ha (IBGE, 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção dos Sistemas Agroflorestais com Eucalipto + Mandioca e Eucalipto + Mamona, em três espaçamentos de plantio, para o eucalipto na região norte de Minas Gerais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi instalado na cidade de Taiobeiras, norte do estado de Minas Gerais, em área pertencente a uma empresa produtora de carvão vegetal, localizada sob as coordenadas 15°48'28"S; 42°13'59"W e altitude 821m, clima semi-árido, com temperatura média anual na faixa de 22°C a 24°C e precipitação média anual de 800mm, concentrada no período que vai do início de novembro a início de fevereiro.

Em janeiro de 2005 o experimento foi instalado, em uma área plana de 40,00ha. Foram determinadas três culturas agrícolas para o consórcio com o clone comercial I-60, de *Eucalyptus urophylla*: amendoim (*Arachis hipogea* L. - variedade TatuST), mamona (*Ricinus communis* - variedade Guarany) e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz - cultivar IAC-12).

Foram testados três espaçamentos de plantio para o eucalipto: 10x2m; 10x3m e 10x4m. O eucalipto sem consórcio foi plantado nos três espaçamentos acima como testemunha, e não recebeu influência das adubações realizadas para as culturas. Foi implantado no mesmo talhão do experimento uma área com o eucalipto no espaçamento 3,60x2,45m (utilizado pela empresa) apenas para comparação dos valores de produção.

Foi utilizado o espaçamento de 60cm entre linhas para o amendoim e 10 sementes por metro linear. Para a mamona, o espaçamento utilizado foi 1,6x0,5m, sendo que foi feito um desbaste para aumentar o espaçamento para 1,6x1,0m. A mandioca foi plantada no espaçamento de 0,9x0,9m.

O preparo da área consistiu na remoção da vegetação anterior (que possuía pouca regeneração natural, sendo uma área com histórico de plantios anteriores de eucalipto), duas gradagens nas áreas de implantação do consórcio e subsolagem nas linhas de plantio do eucalipto.

Para a adubação do eucalipto foram aplicados 1,5ton/ha de calcário em faixa, 150kg/ha de Super Triplo + 0,5% de Boro aplicados no sulco da subsolagem, 108g/planta N:P:K: (06:30:06 + Cu e Zn) em coveta lateral à muda e 100g/planta (12:00:18 + 0,5%B) em cobertura aplicados em coroa na projeção da copa, aos 90 dias após o plantio. Quando em consórcio, o eucalipto obteve também os benefícios da adubação aplicada para cada uma das culturas consorciadas.

Para a adubação do amendoim foram aplicados 7,0ton/ha de calcário, 1,5ton/ha de gesso agrícola, 100kg/ha de KCl e 200kg/ha de Super Triplo. Para a

mamona foram utilizados 4,0ton/ha de calcário, 750kg/ha de gesso agrícola e 200kg/ha de N:P:K: (08:28:16 + 0,9% Zn). Para a mandioca foram aplicados 2,0ton/ha de calcário, 750kg/ha de gesso agrícola e 170kg/ha de N:P:K: (08:28:16 + 0,9% Zn).

As parcelas foram sorteadas aleatoriamente obedecendo ao delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com quatro culturas (sem cultura, amendoim, mamona e mandioca), três espaçamentos para o eucalipto (10x2m; 10x3m e 10x4m); com três repetições para cada tratamento; o esquema pode ser representado da seguinte forma: (4x3x3); totalizando 36 parcelas experimentais. Para as culturas avaliadas (mamona e mandioca) foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com três espaçamentos de eucalipto e a cultura solteira. Foram utilizadas seis repetições; totalizando 24 parcelas experimentais.

Na mesma área do experimento houve a cubagem rigorosa de 8 árvores por espaçamento em cada uma das avaliações, aos 13 e 21 meses. O método utilizado para cubagem foi o de Smalian. Foram obtidas equações volumétricas para cada espaçamento de plantio do eucalipto em cada avaliação. Através destas equações foram estimados os volumes individuais.

Para a obtenção do volume por hectare, utilizou-se a soma dos volumes individuais da parcela e extrapolou-se o valor para um hectare.

Após a colheita da mandioca, aos 21 meses, pesou-se as raízes obtidas na parcela e em seguida os resultados foram extrapolados por hectare.

Foram feitas duas colheitas de bagas de mamona, aos 05 e 08 meses. Os pesos obtidos em cada parcela nas duas colheitas, foram somados e extrapolados por hectare.

O stand do amendoim apresentou muitas falhas, e ainda, esta cultura apresentou muita heterogeneidade na produção como vagens chochas, grãos

verdes e ainda, grãos com fungos. Tais problemas inviabilizaram a avaliação da produtividade do amendoim.

Para a obtenção do Índice de Equivalência de Área (IEA), foi utilizada a seguinte fórmula:  $IEA=(PFC \times PFM^{-1})+(PCC \times PCM^{-1})$ , onde: IEA, índice de equivalência de área; PFC, produção do componente florestal consorciado; PFM, produção do componente florestal em monocultivo; PCC, produção do componente agrícola consorciado; PCM, produção do componente agrícola em monocultivo.

Os dados obtidos para todas as variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância, aplicando-se às médias dos tratamentos o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Produção do eucalipto**

A análise de variância para volume por hectare mostrou diferenças significativas para espaçamentos, culturas e sua interação, ao nível de 95% de probabilidade, nas avaliações aos 13 e 21 meses (Anexos). As médias obtidas são mostradas na Tabela 01, abaixo.

O espaçamento 10x2m apresentou o maior valor de volume por hectare nas duas avaliações, seguido pelo espaçamento 10x3m e o menor valor para o 10x4m. Nas idades iniciais, a densidade populacional é o fator que exerce maior influência na produção da floresta, conforme verificado por Oliveira et al. (2006) e Pinkard & Nielsen (2003). Para comparação, o espaçamento utilizado na região, 3,60x2,45m obteve 40,04m<sup>3</sup>/ha, um valor muito superior ao 10x2m, com 22,93m<sup>3</sup>/ha, que foi o melhor espaçamento testado.

O consórcio eucalipto + mamona e o eucalipto solteiro obtiveram os maiores valores médios de volume por hectare, nas duas avaliações. Aos 13

meses a menor média foi verificada para o consórcio eucalipto + mandioca, porém aos 21 meses seu desempenho foi semelhante ao eucalipto + amendoim.

No espaçamento 10x2m, verificou-se a formação de dois grupos, com as maiores médias para o eucalipto + mamona e o eucalipto solteiro. Este resultado foi semelhante aos 13 e 21 meses. No espaçamento 10x3m o consórcio eucalipto + mamona manteve-se superior aos demais, seguido pelo eucalipto solteiro, os demais consórcios apresentaram as menores médias, aos 13 meses. Aos 21 meses, manteve-se a maior média para o eucalipto + mamona, e os outros consórcios apresentaram médias semelhantes. Já no espaçamento 10x4m, aos 13 meses, o eucalipto solteiro apresentou a maior média e os outros consórcios não se diferenciaram entre si. Aos 21 meses, manteve-se a superioridade do eucalipto solteiro, seguido pelo eucalipto + mamona, os outros consórcios apresentaram as menores médias.

O valor médio obtido no espaçamento 3,60x2,45m, espaçamento padrão adotado na empresa onde foi realizado este estudo, foi de 5,90 m<sup>3</sup>/ha e 42,40m<sup>3</sup>/ha, aos 13 e 21 meses, respectivamente. Comparando-se estes valores com os valores médios do espaçamento 10x2m, nota-se uma diminuição da diferença percentual entre estes dois espaçamentos.

Aos 13 meses, a diferença entre o volume obtido no espaçamento 3,60x2,45 e o volume obtido no 10x2m foi de 52,20%. Esta diferença foi reduzida para 45,92% aos 21 meses de idade.

**Tabela 01.:** Valores médios de Volume por hectare ( $m^3/ha$ ) para espaçamentos de plantio de eucalipto, culturas consorciadas e, sua interação, em Sistemas Agroflorestais na região norte de Minas Gerais em duas diferentes idades.

**Table 01.:** Volume per hectare ( $m^3/ha$ ) mean of values for eucalypt clone spacings, consorciated crops and their interaction in Agroforestry Systems in north region of Minas Gerais, in two diferent ages.

Cultura / Espaçamento	13 meses				21 meses			
	10x2	10x3	10x4	MÉDIA	10x2	10x3	10x4	MÉDIA
Eucalipto solteiro	3,40 a	2,74 b	2,58 a	<b>2,91 a</b>	23,48 a	17,32 b	16,07 a	<b>18,96 a</b>
Eucalipto + amendoim	2,51 b	1,90 c	1,52 b	<b>1,97 b</b>	22,53 b	16,23 b	11,31 c	<b>16,69 b</b>
Eucalipto + mamona	3,35 a	3,46 a	1,90 b	<b>2,90 a</b>	24,99 a	20,95 a	13,82 b	<b>19,92 a</b>
Eucalipto + mandioca	2,02 b	1,64 c	1,24 b	<b>1,63 c</b>	20,72 b	15,48 b	11,00 c	<b>15,73 b</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>2,82 A</b>	<b>2,44 B</b>	<b>1,81 C</b>		<b>22,93 A</b>	<b>17,49 B</b>	<b>13,05 C</b>	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula, na mesma coluna e maiúscula na mesma linha, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

### **Produção da mandioca**

A análise de variância mostrou diferença significativa para a produção de mandioca, ao nível de 95% de probabilidade (Anexos). Os valores médios de produção da mandioca são mostrados na Tabela 02, abaixo.

**Tabela 02.:** Valores médios de produção da mandioca (kg/ha) para espaçamentos de plantio de clones de eucalipto em Sistemas Agroflorestais na região norte de Minas Gerais.

**Table 02.:** Cassava production (kg/ha) mean of values for eucalypt clone spacings, in Agroforestry Systems in north region of Minas Gerais.

<b>Espaçamento</b>	<b>Produção (kg/ha)</b>
10x2m	8.334,17 b
10x3m	10.338,82 b
10x4m	10.250,14 b
Mandioca solteira	12.486,69 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

Quando cultivada em consórcio, a produtividade da mandioca sofreu uma redução, porém não houve diferença estatística na produção de mandioca considerando-se o espaçamento de plantio do eucalipto. De acordo com IBGE (2005), a produtividade da mandioca em Taiobeiras foi de 12.000 kg/ha em 2005, abaixo da média do estado de Minas Gerais que foi de 15.543 kg/ha. Os valores observados no experimento mostram que a produtividade média da mandioca solteira foi semelhante à produtividade média para esta cultura na região e, houve uma queda de 20% aproximadamente na produtividade média da mandioca consorciada. Possivelmente devido a competição interespecífica com o eucalipto.

### **Produção da mamona**

A análise de variância mostrou diferença significativa para a produção de mamona, ao nível de 95% de probabilidade (Anexos). Os valores médios de produção de mamona são mostrados na Tabela 03, abaixo.

**Tabela 03.:** Valores médios de produção de mamona (kg/ha) para espaçamentos de plantio de clones de eucalipto em Sistemas Agroflorestais na região norte de Minas Gerais.

**Table 03.:** Castor oil production (kg/ha) mean of values for eucalypt clone spacings, in Agroforestry Systems in north region of Minas Gerais.

<b>Espaçamento</b>	<b>Produção (kg/ha)</b>
10x2m	393,26 b
10x3m	498,06 a
10x4m	296,81 c
Mamona solteira	267,08 c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

No consórcio eucalipto + mamona, a produtividade da mamona foi maior quando o espaçamento de plantio do eucalipto foi o 10x3m, nesta circunstância, a produtividade da mamona foi superior até mesmo ao valor em monocultivo, seguido pelo espaçamento 10x2m. Os valores no espaçamento 10x4m e em monocultivo foram semelhantes.

De acordo com IBGE (2005), a produtividade da mamona em Minas Gerais foi de 1.626 kg/ha, em 2005. Comparando este valor com os valores observados no experimento, pode-se verificar a produtividade muito baixa da mamona tanto em monocultivo, quanto em consórcio com o eucalipto. A maior produtividade encontrada no experimento foi cerca de 30% da produtividade média do estado de Minas Gerais. Alguns fatores técnicos durante a implantação do experimento podem ter levado a estes valores, tais como o espaçamento final da mamona, que foi muito amplo.

#### **Índice de equivalência de área - IEA**

O IEA é um indicador da quantidade de área do componente do sistema agroflorestal (quando em monocultivo) necessária para a equivalência de produção com o sistema como um todo.



Na Tabela 04, abaixo, são mostrados os valores de IEA para os sistemas agroflorestais estudados.

**Tabela 04.:** Valores de Índice de Equivalência de Área (IEA) de Sistemas Agroflorestais com eucalipto, mandioca e mamona na região norte de Minas Gerais.

**Table 04.:** Area Equivalence Index (AEI) values of Agroforestry Systems with eucalyptus, cassava and castor oil in north region of Minas Gerais.

SISTEMA	MAM.	MAND.	EUCALIPTO			TOTAL
			10x2	10x3	10x4	
MAM. SOLT.	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
MAND. SOLT.	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
EUC. SOLT. 10X2m	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
EUC. SOLT. 10X3m	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0
EUC. SOLT. 10X4m	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0
MAM. + EUC. 10X2m	1,5	0,0	1,1	0,0	0,0	2,6
MAM. + EUC. 10X3m	1,9	0,0	0,0	1,2	0,0	3,1
MAM. + EUC. 10X4m	1,1	0,0	0,0	0,0	0,9	2,0
MAND. + EUC. 10X2m	0,0	0,7	0,9	0,0	0,0	1,5
MAND. + EUC. 10X3m	0,0	0,8	0,0	0,9	0,0	1,7
MAND. + EUC. 10X4m	0,0	0,8	0,0	0,0	0,7	1,5

MAM. = mamona; MAND. = mandioca; EUC. = eucalipto; SOLT. = solteiro

Todos os sistemas apresentaram IEA acima de 1; o que indica que são promissores, quando comparados aos respectivos monocultivos.

Isto mostra que a associação entre os diferentes componentes do sistema agroflorestal proporciona um uso mais eficiente do solo. Matta (2002).

Os maiores valores de IEA foram encontrados no sistema eucalipto + mamona, devido à produção da mamona ter sido maior dentro do sistema agroflorestal do que em monocultivo; com destaque para o espaçamento 10x3m.

No sistema eucalipto + mandioca, os valores de IEA foram muito parecidos, porém com uma variação crescente com o aumento do espaçamento.

Isto indica um melhor desempenho produtivo para o consórcio eucalipto + mandioca em espaçamentos de plantio de eucalipto mais amplos. A competição radicular interespecífica entre o eucalipto e a mandioca pode ter interferido na produção da cultura agrícola.

O IEA de 1,5 (o menor valor encontrado para os consórcios) indica que a área necessária de eucalipto e mamona em monocultivos, seria 1,5 vezes maior que a área necessária para se atingir a mesma produção quando as mesmas culturas fossem consorciadas.

## **CONCLUSÕES**

A implantação de sistemas agroflorestais com eucalipto na região norte de Minas Gerais é possível.

A maior produção de madeira foi obtida no espaçamento 10x2m, sendo altamente influenciada pela densidade populacional.

O componente florestal apresentou maior produção volumétrica nos sistemas de plantio eucalipto + mamona e no eucalipto solteiro.

A produção de mandioca foi maior quando em monocultivo. Atingindo valor semelhante à produtividade na região.

Houve uma queda de aproximadamente 20% na produção da mandioca consorciada em relação a sua produção quando em monocultivo, quando comparada à média da região.

A maior produção de mamona foi obtida no consórcio com eucalipto plantado no espaçamento 10x3m.

A maior produção de mandioca foi obtida quando em monocultivo.

Fitotecnicaamente, a produção de mamona obtida, foi insatisfatória, correspondendo a apenas 30% da média estadual.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAIRES, E.F.; ROSOLEM, C.A. Nodulação e absorção de nitrogênio pelo amendoim em resposta à calagem, cobalto e molibdênio. **Scientia Agricola**, Amsterdam, v.57, n.2, p.337-341, 2000.

COMBE, J. BUDOWSKI, G. Clasificación de las técnicas agroforestales: una revision de literatura. In: TALLER SISTEMAS AGROFORESTALES EN AMERICA LATINA, Turrialba, 1979. **Taller...** Turrialba, Gonzalo de Las Salas, 1979. p. 17-48.

IBGE, **Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção dos principais produtos das lavouras temporárias e permanentes, em ordem decrescente de área colhida, segundo os Municípios Minas Gerais – 2005.** (Tabela\_15.zip e Tabela\_16.zip). 2005. Disponível para download em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Producao\\_Agricola\\_Municipal\\_%5Banual%5D/2005/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_%5Banual%5D/2005/) acesso em: 05/05/2007.

LIMA, S.A.K. Biodiesel: Combustível sustentável?. Resumos do V CBA – Desenvolvimento Rural. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Santa Maria, v.2, n.2, p.359-362, 2007.

MACEDO, R.L.G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. (Apostila do Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" a Distância: Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Florestais).

MACEDO, R.L.G.; BEZERRA, R.G.; VENTURIM, N.; VALE, R.S. do, OLIVEIRA, T.K. de. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e

características agrônômicas de milho cultivados em sistema Silviagrícola.  
Viçosa: **Rev. Árvore**. v. 30, n. 5, 2006.

MACKDICKEN, K.G.; VERGARA, N.T. Introduction to agroforestry. In:  
\_\_\_\_\_. **Agroforestry: classification and management**. New York: Wiley  
Interscience, 1990. p.1-30.

MATTA, F.R. da. **Sistemas Agroflorestais com Angico (*Anadenanthera falcata* Benth), Cumbaru (*Dipterys alata* Vogel), Banana (*Musa spp.*, grupo AAAB) e Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Nossa Senhora do Livramento, Mato Grosso**. Cuiabá: UFMT. 2002. 77p. (Dissertação de Mestrado).

MONTAGNINI, F. **Sistemas Agroforestales: principios y aplicaciones en los tropicos**. San José, Costa Rica: IICA, 1992. 622p.

NAIR, P.K.R. Classification of Agroforestry Systems. In: MACDICKEN, K.G. & VERGARA, N.T.V. **Agroforestry**, classification and management. 1990. John Wiley & Sons: Nova Iorque. p.31-57. 1990.

NAIR, P.K.R. Sistemas e práticas agroflorestais: aplicações no uso múltiplo das florestas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5, 1986, Olinda. **Anais...** Olinda: SBF/SBEF, 1986.

OLIVEIRA, T.K. de; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E.M.; MAGALHÃES, W.M. Crescimento e produção de eucalipto em diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., 2006, Campos de Goytacazes-RJ. Resumos expandidos, 2006.

PASSOS, C.A.M. **Comportamento inicial do eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden) em plantio consorciado com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), no Vale do Rio Doce, Minas Gerais.** Viçosa: UFV. 1990. 53p. (Dissertação de Mestrado).

PINKARD, E.A.; NIELSEN, W.A. Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.172, n. 2/3, p. 215-227, 2003.

SCHONZ, A.; STRECK, N.A.; KRAULICH, B.; PINHEIRO, D.G.; ZANON, A.J. Emissão de folhas e início de acumulação de amido em raízes de uma variedade de mandioca em função da época de plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1586-1592, 2007.

VALE, R.S. do. **Agrossilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da Zona da Mata de Minas Gerais.** Viçosa: UFV. 2004. 101p. (Tese de Doutorado).

## ANEXOS

<b>ANEXO A</b>		<b>Página</b>
<b>TABELA 01A</b>	Resumo da ANOVA para Sobrevivência, DAP e Altura, aos 08 meses de idade .....	<b>42</b>
<b>TABELA 02A</b>	Resumo da ANOVA para Sobrevivência, DAP e Altura, aos 13 meses de idade .....	<b>42</b>
<b>TABELA 03A</b>	Resumo da ANOVA para Área de copa, Volume individual e Volume por hectare, aos 13 meses de idade .....	<b>42</b>
<b>TABELA 04A</b>	Resumo da ANOVA para Sobrevivência, DAP e Altura, aos 21 meses de idade .....	<b>43</b>
<b>TABELA 05A</b>	Resumo da ANOVA para Área de copa, Volume individual e Volume por hectare, aos 21 meses de idade .....	<b>43</b>
<b>TABELA 06A</b>	Resumo da ANOVA para Produção de mamona, somadas as produções aos 05 e 08 meses e, Produção de mandioca, aos 13 meses de idade .....	<b>43</b>
<b>TABELA 07A</b>	Resumo da ANOVA para o desdobramento de culturas dentro de espaçamentos para DAP e Altura, aos 08 meses de idade .....	<b>44</b>
<b>TABELA 08A</b>	Resumo da ANOVA para o desdobramento de culturas dentro de espaçamentos para DAP, Área de copa, volume individual e volume por hectare, aos 13 meses de idade .....	<b>44</b>
<b>TABELA 09A</b>	Resumo da ANOVA para o desdobramento de culturas dentro de espaçamentos para DAP, Altura e Área de copa, aos 21 meses de idade .....	<b>44</b>
<b>TABELA 10A</b>	Resumo da ANOVA para o desdobramento de culturas dentro de espaçamentos para Volume individual e Volume por hectare, aos 21 meses de idade .....	<b>45</b>

**TABELA 01A.:** Resumo da ANOVA para Sobrevivência, DAP e Altura, aos 08 meses de idade.

FV	GL	Sobrevivência		DAP		Altura	
		QM		QM		QM	
Cultura	3	0,002382	ns	0,474358	*	0,471721	*
Espaçamento	2	0,002382	ns	0,584286	*	0,367778	*
Cultura*Espaçamento	6	0,002382	ns	0,163886	*	0,077596	*
erro	24	0,002382		0,035897		0,030406	
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>						

\* Significativo ao nível de 5% de erro. CV(Sobrevivência)=3,12%; CV(DAP)=7,75%; CV(Altura)=4,97%.

**TABELA 02A.:** Resumo da ANOVA para Sobrevivência, DAP e Altura, aos 13 meses de idade.

FV	GL	Sobrevivência		DAP		Altura	
		QM		QM		QM	
Cultura	3	0,002382	ns	3,482492	*	2,724452	*
Espaçamento	2	0,002382	ns	1,484936	*	0,255608	*
Cultura*Espaçamento	6	0,002382	ns	0,397969	*	0,114016	ns
Erro	24	0,002382		0,079078		0,058431	
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>						

\* Significativo ao nível de 5% de erro. CV(Sobrevivência)=3,12%; CV(DAP)=5,19%; CV(Altura)=3,98%.

**TABELA 03A.:** Resumo da ANOVA para Área de copa, Volume individual e Volume por hectare, aos 13 meses de idade.

FV	GL	Área de copa		Volume individual		Volume por hectare	
		QM		QM		QM	
Cultura	3	1.946.056,1308	*	0,000033	*	3,805994	*
Espaçamento	2	967.351,2821	*	0,000011	*	3,130901	*
Cultura*Espaçamento	6	96.472,4613	*	0,000004	*	0,311057	*
Erro	24	22.415,0713		0,000001		0,109321	
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>						

\* Significativo ao nível de 5% de erro. CV(Área de copa)=5,05%; CV(Volume individual)=12,09%; CV(volume por hectare)=14,04%.

**TABELA 04A.:** Resumo da ANOVA para Sobrevivência, DAP e Altura, aos 21 meses de idade.

FV	GL	Sobrevivência		DAP		Altura	
		QM	ns	QM	*	QM	*
Cultura	3	0,002382	ns	2,651506	*	3,004269	*
Espaçamento	2	0,002382	ns	5,168586	*	0,938475	*
Cultura*Espaçamento	6	0,002382	ns	0,440812	*	0,524342	*
Erro	24	0,002382		0,116175		0,128278	
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>						

\* Significativo ao nível de 5% de erro. CV(Sobrevivência)=3,12%; CV(DAP)=3,03%; CV(Altura)=2,91%.

**TABELA 05A.:** Resumo da ANOVA para Área de copa, Volume individual e Volume por hectare, aos 21 meses de idade.

FV	GL	Área de copa		Volume individual		Volume por hectare	
		QM	*	QM	*	QM	*
Cultura	3	3.073.805,6232	*	0,000337	*	34,035997	*
Espaçamento	2	1.421.655,1566	*	0,000179	*	293,706913	*
Cultura*Espaçamento	6	303.916,4863	*	0,000072	*	5,090115	*
Erro	24	49.612,5179		0,000013		1,598462	
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>						

\* Significativo ao nível de 5% de erro. CV(Área de copa)=6,05%; CV(Volume individual)=7,15%; CV(volume por hectare)=7,09%.

**TABELA 06A.:** Resumo da ANOVA para Produção de mamona, somadas as produções aos 05 e 08 meses e, Produção de mandioca, aos 13 meses de idade.

FV	GL	Produção de mamona		Produção de mandioca	
		QM	*	QM	*
Espaçamento	3	65.470,3217	*	19.330.431,9270	*
Erro	20	3.171,1262		2.874.524,7657	
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>				

\* Significativo ao nível de 5% de erro. CV(Produção de mamona)=15,48%; CV(Produção de mandioca)=16,29%.



**TABELA 07A.:** Resumo da ANOVA para o desdobramento de culturas dentro de espaçamentos para DAP e Altura, aos 08 meses de idade.

FV	GL	DAP		Altura	
		QM	ns	QM	ns
Cultura / 10x2	3	0,062142	ns	0,089297	ns
Cultura / 10x3	3	0,359311	*	0,313342	*
Cultura / 10x4	3	0,380678	*	0,224275	*
Erro	24	0,035897		0,030406	

\* Significativo ao nível de 5% de erro.

**TABELA 08A.:** Resumo da ANOVA para o desdobramento de culturas dentro de espaçamentos para DAP, Área de copa, volume individual e volume por hectare, aos 13 meses de idade.

FV	GL	DAP		Área de copa		Volume individual		Volume por hectare	
		QM	*	QM	*	QM	*	QM	*
Cultura / 10x2	3	0,571675	*	302.490,1575	*	0,000005	*	1,349921	*
Cultura / 10x3	3	2,015133	*	770.411,2963	*	0,000019	*	2,059822	*
Cultura / 10x4	3	1,691622	*	1.066.099,5998	*	0,000016	*	1,018365	*
Erro	24	0,079078		22.415,0713		0,000001		0,109321	

\* Significativo ao nível de 5% de erro.

**TABELA 09A.:** Resumo da ANOVA para o desdobramento de culturas dentro de espaçamentos para DAP, Altura e Área de copa, aos 21 meses de idade.

FV	GL	DAP		Altura		Área de copa	
		QM	*	QM	*	QM	*
Cultura / 10x2	3	0,571675	*	0,712067	*	629.281,5311	*
Cultura / 10x3	3	2,015133	*	1,566789	*	1.112.417,9464	*
Cultura / 10x4	3	1,691622	*	1,774097	*	1.939.939,1183	*
Erro	24	0,079078		0,128278		49.612,5179	

\* Significativo ao nível de 5% de erro.

**TABELA 10A.:** Resumo da ANOVA para o desdobramento de culturas dentro de espaçamentos para Volume individual e Volume por hectare, aos 21 meses de idade.

FV	GL	Volume individual		Volume por hectare	
		QM		QM	
Cultura / 10x2	3	0,000038	ns	9,616938	*
Cultura / 10x3	3	0,000159	*	17,622031	*
Cultura / 10x4	3	0,000283	*	16,977258	*
Erro	24	0,000013		1,598462	

\* Significativo ao nível de 5% de erro.