

Nelson Venturin¹, Leandro Carlos², Patrícia Aparecida de Souza³, Renato Luis Grisi Macedo¹, Regis Pereira Venturin⁴, Emílio Manabu Higashikawa⁵

DESEMPENHO SILVICULTURAL DE *Acrocarpus fraxinifolius* Wight EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E IDADES

Palavras chave:
Crescimento
Fabaceae
Madeira dura

RESUMO: *Acrocarpus fraxinifolius* é uma espécie produtora de madeira dura que ocorre naturalmente na Índia, Mianmar (Birmânias) e Bangla Desh. Considerando seu potencial madeireiro e sua possibilidade de desenvolvimento no Brasil, realizou-se o presente trabalho, com o objetivo de verificar as influências de diferentes espaçamentos e idades no desempenho silvicultural dessa espécie, visando à obtenção de madeira para a produção de biomassa e serraria. O experimento foi realizado em blocos inteiramente casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. Foram amostradas nove árvores em cada tratamento, ou seja, 36 árvores por bloco num total de 144 árvores amostradas. Os tratamentos se constituíram de quatro espaçamentos (1,5 m x 3 m; 2 m x 3 m; 2,5 m x 3 m; 3 m x 3 m). Foram analisados: diâmetro a altura do peito (DAP), altura total (HT), sobrevivência, e foi calculada a área seccional (G/pl), a área basal (G), o volume de madeira por planta (V/pl), o volume de madeira por hectare (V), incremento corrente anual em volume (ICA), e o incremento médio anual em volume (IMA). As variáveis avaliadas HT, G/pl e V/pl apresentaram maiores valores nos espaçamentos 3 m x 3 m e 2 m x 3 m. Todos os espaçamentos, com exceção do 3 m x 1,5 m favoreceram o crescimento em DAP. As demais variáveis não apresentaram diferenças estatísticas quando analisadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Conclui-se que os melhores espaçamentos de plantio para o *Acrocarpus fraxinifolius* até os 72 meses foram o 3 m x 3 m e 3 m x 2 m.

Histórico:
Recebido 02/02/2009
Aceito 29/04/2014

SILVICULTURAL PERFORMANCE OF *Acrocarpus fraxinifolius* Wight IN FUNCTION OF THE DIFFERENT SPACING AND AGES

Keywords:
Growth
Fabaceae
Hard wood

ABSTRACT: *Acrocarpus fraxinifolius* is a hard wood tree species occurring mainly in Indonesia, Malaysia and India. Considering its potential for producing lumber and its development possibilities in Brazil, an experiment was carried out aiming to verify the effects of different spacing on the silvicultural performance of this species in order to produce wood biomass and sawnwood. The experiment was developed in completely randomized blocks with 4 treatments and 4 repetitions. Nine trees were sampled in each treatment, i.e., 36 trees per block, 144 trees overall. The treatments were constituted of four spacing: 1.5 m x 3 m; 2 m x 3 m; 2.5 m x 3 m; 3 m x 3 m. The following parameters were analyzed: diameter at breast height (DBH), total height (HT) and survival; and sectional area (G/pl), basal area (G), volume per plant (V/pl), volume per hectare (V), current annual volume increase and the annual mean increment in volume were calculated. The spacing 3 m x 3 m and 2 m x 3 m presented the highest values of HT, G/pl and V/pl. All tested spacings favored the growth in DBH, except 3 m x 1.5 m. Other variables did not present statistical differences according to the Scott-Knott test at 5% probability. It was concluded that the best planting spacing for *Acrocarpus fraxinifolius* at 72 months are 3 m x 3 m and 3 m x 2 m.

Correspondência:
venturin@dcf.ufla.br

¹ Universidade Federal de Lavras - Lavras, Minas Gerais, Brasil

² Instituto Federal Goiano - Rio Verde, Goiás, Brasil

³ Universidade Federal do Tocantins - Gurupi, Tocantins, Brasil

⁴ EPAMIG - Centro Tecnológico do Sul de Minas - Lavras, Minas Gerais, Brasil

⁵ Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - Tefe, Amazonas, Brasil

DOI:
10.1590/0104776020142004668

INTRODUÇÃO

O consumo crescente de produtos derivados da madeira faz com que haja uma busca constante por novas técnicas silviculturais, bem como, pela introdução de espécies florestais já conhecidas em outros países, que apresentem potencial para esse fim. A seleção de uma espécie florestal deve obedecer à finalidade do produto final ao qual se destina a madeira, as analogias climáticas entre o local de origem e o local onde será introduzida a espécie, e as características de crescimento da espécie, levando-se em conta se a mesma apresenta crescimento lento ou rápido (ANDERSON, 1961).

Embora o Brasil detenha a maior área de floresta tropical do mundo, há, no país, uma experiência bem sucedida em introdução de espécies de outros países, como é o caso dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. Recentemente, além de espécies como *Toona ciliata* var. *Australis* (cedro australiano) uma nova espécie, *Acrocarpus fraxinifolius*, tem despertado o interesse dos pesquisadores brasileiros pela diversificação do seu uso na indústria madeireira, pelo rápido crescimento, pela vocação que possui para componentes de sistemas agrossilvipastoris e pelo potencial na recuperação de áreas degradadas (ERAUSQUIM, 2012).

Acrocarpus fraxinifolius pertence à família Fabaceae que ocorre naturalmente na Índia, Mianmar (Birmânis) e Bangla Desh (CARVALHO, 2003). A espécie se enquadra nos padrões de rápido crescimento e é largamente usado na construção civil, na indústria movelaria e na fabricação de papel e celulose. Trata-se de uma árvore perenifólia de 20 a 40 metros de altura, folhas compostas e bipinadas (LORENZI et al., 2003). Segundo Graf (1963), a espécie apresenta galhos curvados com racemos de 60 cm de comprimento pendentes; flores, vermelhas brilhantes e estames amarelos. Para Higa e Prado (1998), a árvore é heliófila e não resiste a fortes geadas. Pode ser utilizada em paisagismo, recuperação de áreas degradadas e sistemas agroflorestais (CARVALHO, 2003).

A espécie *Acrocarpus fraxinifolius*, conhecida mundialmente pelo nome comum de mundani e árvore de ripa, na Ásia (LORENZI et al., 2003), e cedro-rosado, na América do Sul (ERAUSQUIM, 2012) é, relativamente, bem estudada nos países Asiáticos.

Elorza Martinez e Garcia (2004), no México, realizaram estudos fitossanitários em mudas da espécie e verificaram incidências de fungos que provocaram a morte de plântulas por “dumping-off”. *Acrocarpus fraxinifolius*, quando consorciada com culturas intercaladas como milho, feijão e pimenta aumentou o conteúdo de matéria orgânica do solo (ELORZA MARTINEZ et al., 2006).

No Brasil, a espécie é praticamente desconhecida. Apenas Prado et al. (2003) desenvolveram estudos das características físicas e químicas da madeira de várias procedências de *Acrocarpus fraxinifolius* e concluíram que a espécie produz madeira leve (0,438), com fibras curtas (1,2 mm), alta teor de extrativos totais (10,6%) e baixo teor de lignina (20,1). Os autores acima observaram, ainda, que a madeira é estável, com baixos valores de retratibilidade (9,0%) e com anisotropia de concentração aceitável (1,8%), características estas apropriadas para processamento mecânico e para movelaria. No aspecto silvicultural, não se tem conhecimento da realização de trabalhos científicos com *Acrocarpus fraxinifolius* no Brasil.

Sob a ótica do manejo florestal, um dos principais pontos a serem considerados é a distância entre as plantas, que determina o espaço entre elas para que haja uma maximização no aproveitamento dos recursos disponíveis para cada árvore. Esse aproveitamento é determinante para que as árvores se desenvolvam em sua plenitude. Botelho (1998) afirma que existem alguns fatores determinantes na escolha do espaçamento de plantio, como qualidade de sítio, espécies, objetivos de manejo, condições de mercado e métodos de colheita. E que os efeitos dos espaçamentos afetam o número de tratos culturais, a taxa de mortalidade e de dominância, o volume de madeira, a idade de estagnação, a qualidade da madeira, o desenvolvimento radicular e os custos de produção.

Silva et al. (2012) pesquisaram a interação entre densidade e idade de árvores de *Mimosa caesalpinifolia* e *Gliricidia sapium*, desde os 03 até aos 60 meses após o plantio e verificaram que o diâmetro do colo (até ao primeiro ano), o diâmetro à 1,30 m, a altura total e o diâmetro da copa das árvores, aos 60 meses, foram reduzidas pela densidade de plantio, mas aumentaram com a idade das plantas.

Como o propósito de se iniciar estudos para o desenvolvimento silvicultural da espécie *Acrocarpus fraxinifolius*, em Minas Gerais, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de verificar as influências de diferentes espaçamentos e idades no desenvolvimento da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma área experimental no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na região sul do Estado de Minas Gerais, sob as coordenadas geográficas 21°13'21”S e 44°58'26” e altitude aproximada de 907 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen e o Cwa (clima

temperado com inverno seco) com cinco meses secos, no período de abril a setembro. A precipitação local é em torno de 1500 mm. anuais, distribuídos, principalmente, no período de novembro a março com déficit hídrico de 30 mm. A temperatura média anual é de 19 °C.

As sementes de *Acrocarpus fraxinifolius* foram coletadas das três matrizes encontradas no Campus da UFLA. Posteriormente, foram beneficiadas e escarificadas no Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Ciências Florestais da UFLA.

A semeadura foi feita em sementeiras com substrato, contendo uma adubação básica de N, P, K e, em proporções iguais de areia, terra de subsolo e esterco curtido. Foram realizadas irrigações, diariamente. As plântulas foram repicadas para sacos plásticos com capacidade para 2 L de substrato, quando atingiram, aproximadamente, cinco centímetros de altura e emitiram dois pares de folhas. As mudas foram plantadas na área experimental, aos cinco meses de idade, quando atingiram, em média, 20 cm de altura.

O solo onde o experimento foi implantado é um Latossolo Vermelho e para o seu preparo foi realizada uma aração profunda e duas gradagens niveladoras. As mudas foram plantadas em covas de 20 x 20 cm feitas manualmente e adubadas com 150 g da formulação de N-P-K, na proporção de 08-28-16. Os tratamentos culturais e fitossanitários foram realizados quando necessários.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram os seguintes espaçamentos: (T1) 1,5 m x 3 m; (T2) 2 m x 3 m; (T3) 2,5 m x 3 m e (T4) 3 m x 3 m. As parcelas foram constituídas de nove árvores, sem bordadura individual para cada parcela, sendo a mesma implantada no perímetro da área total do experimento. Cada bloco continha 36 árvores e o número total de árvores do experimento foi 144.

As avaliações ocorreram aos 12, 24, 40, 48, 60 e 72 meses após o plantio. As variáveis analisadas foram o diâmetro do colo (DC); o diâmetro à altura do peito (DAP); a altura total da planta (HT) e a porcentagem de sobrevivência.

Foram calculados, a partir dos 24 meses após o plantio: a área basal por árvore, área seccional (m²), a área basal por hectare (m²), o volume de madeira por árvore (m³), o volume total de madeira por hectare (m³.ha⁻¹), o incremento corrente anual em área basal (ICAG), o incremento médio anual em área basal (IMAG), o incremento corrente anual em volume por hectare (ICAV) e o incremento médio anual em volume por hectare (IMAV). Por meio do IMAV estimou-se a idade de rotação silvicultural ótima para cada espaçamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Utilizou-se o software estatístico de sistema de análise de variância (SISVAR).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação aos 12 meses após o plantio

Aos 12 meses após o plantio, observou-se que o crescimento em altura (H) não apresentou diferenças estatísticas entre os espaçamentos de plantios avaliados (Tabela 1). O espaçamento de plantio 3m x 3m proporcionou maior crescimento em diâmetro do colo (DC), quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 1). Em espaçamentos maiores, o diâmetro tende a se desenvolver mais do que a altura. O que foi observado por Bernardo (1995) que verificou diferença no crescimento em diâmetro de árvores de *Eucalyptus* spp com o aumento do espaçamento entre plantas, sendo que o mesmo não ocorreu com a altura.

TABELA 1 Valores médios aos 12 meses após o plantio para as variáveis, diâmetro do colo (DC) e altura total (H) da espécie *Acrocarpus fraxinifolius* estabelecida num Latossolo Vermelho em Lavras, Minas Gerais.

TABLE 1 Mean values at 12 months after planting for total height and diameter at ground level of the species *Acrocarpus fraxinifolius* introduced in a red latossolo, in Lavras, Minas Gerais.

Variáveis	Tratamentos				CV%
	1,5m x 3m	2m x 3m	2,5m x 3m	3m x 3m	
DC (cm)	2,53b	2,90b	2,94b	3,83a	17,25
H (m)	1,50a	1,45a	1,52a	1,59a	32,82

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Kruschewsky et al. (2007), avaliando diversos arranjos e a dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp. em sistemas agrossilvipastoril no cerrado, observaram que, a partir do segundo ano após o plantio, quanto maior a área útil maior foi o DAP.

Avaliação aos 24 meses após o plantio

Aos 24 meses após o plantio, observou-se que o espaçamento com maior densidade de plantas diferiu, estatisticamente, pelo Teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade dos demais tratamentos (Tabela 2), confirmando a tendência de que espaçamentos menores

entre plantas inferem em valores de diâmetros menores, o que foi relatado por Magalhães et al. (2007) para procedências de *Eucalyptus* no norte de Minas Gerais.

TABELA 2 Valores médios aos 24 meses após o plantio para diversas variáveis da espécie *Acrocarpus fraxinifolius* estabelecida num Latossol Vermelho em Lavras, Minas Gerais.

TABLE 2 Mean values at 24 months after planting for several variables of the species *Acrocarpus fraxinifolius* introduced in a red latosol in Lavras, Minas Gerais.

Variáveis	Tratamentos			
	1,5m x 3m	2m x 3m	2,5m x 3m	3m x 3m
DAP (cm)	5,74b	7,88a	7,08a	8,52a
H (m)	3,83a	6,17a	5,06a	5,54a
G/pl (m ² ·pl ⁻¹)	0,0031a	0,0054a	0,0044a	0,0064a
G (m ² ·ha ⁻¹)	5,50a	6,15a	4,55a	5,50a
V (m ³ ·ha ⁻¹)	13,07a	19,18a	12,72a	15,54a
V/pl (m ³ ·pl ⁻¹)	0,0069a	0,0169a	0,0118	0,0185a
Sobrevivência (%)	66,67a	69,44a	75,00a	83,33a
IMAV (m ³ ·ha ⁻¹)	6,54a	9,60a	6,36a	7,77a
IMAG (m ² ·ha ⁻¹)	2,75a	3,07a	2,28a	2,76a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Legenda: Diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (H), área seccional (G/pl), área basal (G), volume de madeira por planta (V/pl), volume de madeira por hectare (V), Incremento médio anual em volume de madeira (IMAV), incremento médio anual em área basal (IMAG) e porcentagem de sobrevivência (stand).

Rezende et al. (1981) observaram que, em espécies de rápido crescimento, até aos dois anos de idade, o espaçamento não afetou significativamente os diâmetros e a porcentagem de sobrevivência. Entretanto, as alturas e os volumes foram, significativamente, afetados sendo que as maiores alturas e os maiores volumes foram observados nos menores espaçamentos. Kruschewsky et al. (2007) observaram que, com o passar do tempo, a taxa de crescimento diminuiu nos espaçamentos mais reduzidos.

Avaliação aos 40 meses após o plantio

Aos 40 meses após o plantio, observou-se que a altura e o DAP apresentaram diferenças para o espaçamento 1,5 x 3,0 m, sendo que nem a altura nem o DAP diferiram estatisticamente dos demais espaçamentos (Tabela 3). Os resultados para a variável porcentagem de sobrevivência aos 40 meses após o plantio (Tabela 3) foram iguais aos obtidos aos 24 meses

após o plantio (Tabela 2), o que pode sinalizar que o período crítico para o estabelecimento da espécie está entre 12 e 24 meses, após o plantio. Também, o DAP, aos 40 meses após o plantio, apresentou a mesma tendência que, aos 24 meses no espaçamento com maior densidade de indivíduos (1,5 m x 3 m) (Tabela 3). Segundo Oliveira et al. (2009), o diâmetro apresenta essa característica responsiva em relação ao decréscimo com relação ao número de árvores por hectare.

TABELA 3 Valores médios aos 40 meses após o plantio para diversas variáveis da espécie *Acrocarpus fraxinifolius* estabelecida num Latossol Vermelho em Lavras, Minas Gerais.

TABLE 3 Mean values at 40 months after planting for several variables of the species *Acrocarpus fraxinifolius* introduced in a red latosol in Lavras, Minas Gerais.

Variáveis	Tratamentos			
	1,5m x 3m	2m x 3m	2,5m x 3m	3m x 3m
DAP (cm)	7,53b	10,07a	9,12a	10,82a
H (m)	6,65b	8,75a	7,09b	8,15a
G/pl (m ² ·pl ⁻¹)	0,0052a	0,0088a	0,0068a	0,0100a
G (m ² ·ha ⁻¹)	8,93a	10,11a	5,71a	8,71a
V (m ³ ·ha ⁻¹)	36,82a	43,19a	27,76a	35,45a
V/pl (m ³)	0,0200a	0,0379a	0,0260a	0,0415a
Sobrevivência (%)	66,67a	69,44a	75,00a	83,33a
IMAV (m ³ ·ha ⁻¹)	11,04a	12,95a	8,33a	10,63a
ICAV (m ³ ·ha ⁻¹)	23,75a	24,00a	15,03a	19,90a
IMAG (m ² ·ha ⁻¹)	2,68a	3,03a	1,71a	2,62a
ICAG (m ² ·ha ⁻¹)	3,42a	3,96a	1,16a	3,21a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Legenda: Diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (H), área seccional (G/pl), área Basal (G), Volume por hectare (V), volume por planta (V/pl), porcentagem de sobrevivência (stand), incremento médio anual em volume (IMAV), incremento corrente anual em volume (ICAV), incremento médio anual em área basal (IMAG), incremento corrente anual em área basal (ICAG).

Os espaçamentos 2 m x 3 m e 3 m x 3 m apresentaram médias maiores para a altura das plantas, embora, não tenham diferido, estatisticamente, entre si. Silva (2005) relata que para o fator crescimento em altura as diferenças são mais significativas após o terceiro ano, havendo, a partir daí, resposta positiva ao aumento do espaçamento, o que não foi confirmado no presente trabalho. No entanto, Bernardo (1995) relata que existe certa controvérsia em relação aos reflexos sobre a altura das árvores, na fase jovem do crescimento, podendo

haver casos de aumento da altura em espaçamentos com uma densidade de árvores menor e outros resultados apresentam exatamente o oposto.

Os valores de incremento médio anual em volume (IMAV) e incremento médio anual em área basal (IMAG), não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 3). Inúmeros trabalhos mostram o contrário, apresentando variações estatísticas significativas para menores espaçamentos. No presente trabalho, apresentou-se tendência semelhante ao encontrar maior volume nos espaçamentos menores e não mostrou variação estatística, provavelmente, em razão do grande coeficiente de variação para as variáveis mencionadas. Os incrementos correntes anuais não mostraram diferenças significativas com relação aos espaçamentos, embora tenham tido uma tendência a apresentarem maiores IMAV e ICAV nos espaçamentos mais adensados. Oliveira et al. (2009), trabalhando com espécies de *Eucalyptus*, no Sudoeste de Minas Gerais, observaram que o incremento médio anual e o incremento corrente anual em volume foram superiores nos espaçamentos mais adensados, aos três anos de idade.

Kruschewsky et al. (2007), avaliando diversos arranjos e a dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp. em sistemas agrossilvipastoril, no cerrado, observaram 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 2 m), a partir dos 38 meses após o plantio.

Avaliação aos 48 meses após o plantio

Aos 48 meses após o plantio, o diâmetro a altura do peito (DAP), a altura total (H) e o volume de madeira por planta (V/pl), diferiram estatisticamente entre si, à 5 % de probabilidade (Tabela 4).

A média das alturas diferiu, significativamente, aos 48 meses após o plantio, apresentando um padrão desuniforme, com os espaçamentos 2 m x 3 m e 3 m x 3 m, superando os demais sem que se pudesse definir uma razão científica para o fenômeno. Nessa idade, o DAP manteve tendência semelhante aos 40 meses com médias maiores para os espaçamentos 3 m x 3 m, 2 m x 3 m e 2,5 m x 3 m. Para Patiño-Valera e Kageyama (1995), o crescimento em diâmetro segue a mesma tendência do crescimento em altura das plantas, ou seja, espaçamentos mais amplos correspondem a diâmetros médios maiores.

O volume médio por planta (V/pl) apresentou diferenças significativas aos 48 meses após o plantio (Tabela 4), sendo o espaçamento com maior densidade de plantas por hectare (1,5 m x 3,0 m) o que apresentou médias menores.

TABELA 4 Valores médios aos 48 meses após o plantio para diversas variáveis da espécie *Acrocarpus fraxinifolius* estabelecida num Latossolo Vermelho em Lavras, Minas Gerais.

TABLE 4 Mean values at 48 months after planting for several variables of the species *Acrocarpus fraxinifolius* introduced in a red latosol in Lavras, Minas Gerais.

Variáveis	Tratamentos			
	1,5m x 3m	2m x 3m	2,5m x 3m	3m x 3m
DAP (cm)	9,02b	12,07a	11,31a	13,19a
H (m)	8,38b	11,55a	8,76b	11,16a
G/pl (m ²)	0,0073b	0,0124a	0,0112a	0,0144a
G (m ² ·ha ⁻¹)	12,52a	14,37a	11,20a	12,84a
V/pl (m ³)	0,0361b	0,0719a	0,0493a	0,0830a
V (m ³ ·ha ⁻¹)	66,61a	82,07a	52,15a	72,72a
Sobrevivência (%)	66,67a	69,44a	75,00a	83,33a
IMAV (m ³ ·ha ⁻¹)	16,65a	20,52a	13,03a	18,18a
ICAV (m ³ ·ha ⁻¹)	29,78a	38,89a	24,39a	37,27a
IMAG (m ² ·ha ⁻¹)	3,13a	3,59a	2,80a	3,21a
ICAG (m ² ·ha ⁻¹)	3,29a	4,26a	5,48a	4,15a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Legenda: Diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (H), área seccional (G/pl), área basal (G), volume por planta (V/pl), volume por hectare (V), porcentagem de sobrevivência (stand), incremento médio anual em volume (IMAV), incremento corrente anual em volume (ICAV), incremento médio anual em área basal (IMAG), incremento corrente anual em área basal (ICAG).

O volume médio está diretamente ligado ao diâmetro e à altura das plantas (BOTELHO, 1998). Como não houve diferença para a variável altura, já era esperado que os resultados de área seccional e volume individual apresentassem a mesma tendência de variação observada para os resultados do DAP. Essa diferença estatística apresentada pela área seccional e pelo volume por planta mostra que os espaçamentos já sofriam competição desde o primeiro ano, quando o diâmetro diferiu pela primeira vez. Oliveira et al. (2009) afirmam que essas variáveis estão intimamente ligadas. Não houve diferenças significativas em relação às médias do volume por hectare e da área basal por hectare, provavelmente pelo alto coeficiente de variação e pelo alto índice de mortalidade ocorrido na área.

Os espaçamentos 3 m x 2 m e 3 m x 3 m apresentaram médias em volume por hectare, maiores que os demais, embora, não apresentaram diferenças estatísticas entre si, o que contradiz os resultados de Macedo et al. (2005) que obtiveram maiores volumes nos

espaçamentos menores. A sobrevivência do povoamento não sofreu alterações desde os 24 meses após o plantio, o que mostra bom desenvolvimento da espécie na área de estudo.

O incremento médio anual em volume (IMAV), o incremento médio anual em área basal (IMAG), o incremento corrente anual em volume (ICAV) e o incremento médio anual em área basal (ICAG) não variaram estatisticamente. Oliveira et al. (2009) avaliando as mesmas variáveis observaram que os espaçamentos com maiores densidades populacionais apresentaram maiores incrementos médios anual das mesmas.

Avaliação aos 60 meses após o plantio

Aos 60 meses após o plantio, observou-se que foi mantida a tendência verificada na análise de variâncias para as variáveis aos 48 meses, exceto para a área seccional (G/pl) nos espaçamentos 2,5 m x 3,0 m e o 1,5 m x 3,0 m que se diferenciaram estatisticamente dos espaçamentos 2,0 m x 3,0 m e 3,0 m x 3,0 m (Tabela 5).

O mesmo comportamento ocorreu com o volume por planta (V/pl) nos espaçamentos 2,5 m x 3,0 m e 1,5 m x 3,0 m que se diferenciou dos espaçamentos 2,0 m x 3,0 m e 3,0 m x 3,0 m. Os resultados para a variável porcentagem de sobrevivência aos 60 meses após o plantio (Tabela 5) apresentaram os mesmos valores dos resultados obtidos aos 24 meses, confirmando que o período crítico para o estabelecimento da espécie está entre 12 e 24 meses de idade (Tabelas 1 e 2).

Aos 60 meses após o plantio o diâmetro apresentou a mesma tendência mostrada aos 48 meses de idade, sendo o espaçamento com maior densidade de indivíduos (1,5 m x 3 m) o único que sofreu redução em termos médios. O crescimento em diâmetro acompanha a área útil disponível para cada planta. Os espaçamentos mais amplos tendem a apresentar plantas com maiores diâmetros (BOTELHO, 1998).

Os espaçamentos 3 m x 2 m e 3 m x 3 m foram superiores em valores médios de 13,26 m e 13,22 m, respectivamente, para a variável altura (Tabela 5). A altura é uma variável que tem sido muito estudada. Patiño-Valera (1986) observou que há um acréscimo na altura com a diminuição do espaçamento. No entanto, Silva (2005) relata que o aumento do espaçamento promove um crescimento em altura das plantas.

A área seccional apresentou uma tendência diferente da apresentada nos anos anteriores com os espaçamentos 3 m x 3 m e 2 m x 3 m, respectivamente,

TABELA 5 Valores médios aos 60 meses após o plantio para diversas variáveis da espécie *Acrocarpus fraxinifolius* estabelecida num Latossolo Vermelho em Lavras, Minas Gerais.

TABLE 5 Mean values at 60 months after planting for several variables of the species *Acrocarpus fraxinifolius* introduced in a red latosol in Lavras, Minas Gerais.

Variáveis	Tratamentos			
	1,5m x 3m	2m x 3m	2,5m x 3m	3m x 3m
DAP (cm)	10,02b	13,00a	12,22a	14,15a
H (m)	10,18b	13,26a	10,57b	13,22a
G/pl (m ²)	0,0088b	0,0143a	0,0122b	0,0165a
G (m ² .ha ⁻¹)	14,64a	16,40a	12,92a	14,71a
V/pl (m ³)	0,0501b	0,0948a	0,0687b	0,1111a
V (m ³ .ha ⁻¹)	89,62a	108,50a	71,93a	97,82a
Sobrevivência (%)	66,67a	69,44a	75,00a	83,33a
IMAV (m ³ .ha ⁻¹)	17,92a	23,00a	2,93a	2,11a
ICAV (m ³ .ha ⁻¹)	21,70a	26,42a	3,28a	2,02a
IMAG (m ² .ha ⁻¹)	14,39a	19,78a	2,58a	1,72a
ICAG (m ² .ha ⁻¹)	19,56a	25,10a	2,94a	1,87a

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

Legenda: Diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (H), área seccional (G/pl), área basal por hectare (G), volume por planta (V/pl), volume por hectare (V), porcentagem de sobrevivência (stand), incremento médio anual em volume (IMAV), incremento corrente anual em volume (ICAV), incremento médio anual em área basal (IMAG), incremento corrente anual em área basal (ICAG).

correspondendo aos valores de 0,0165 m² e 0,0143 m². A mesma tendência ocorreu com a média do volume por planta nos espaçamentos 3 m x 3 m e 2 m x 3 m com valores de 0,1111 m³ e 0,0948 m³, respectivamente, superiores aos demais (Tabela 5). Macedo et al. (2005), trabalhando com vários espaçamentos de *Tectona grandis* (Teca) aos 36 meses de idade e Oliveira et al. (2009), estudando híbridos de *Eucalyptus camaldulensis* com *Eucalyptus urophylla* em diversos espaçamentos aos seis anos de idade encontraram maiores valores para a área seccional e para o volume por planta em espaçamentos mais amplos.

O volume por hectare e a área basal aos 60 meses não sofreram influência dos espaçamentos. Oliveira et al. (2009) verificaram aumento dessas variáveis em espaçamentos mais adensados. Rondon (2002), estudando a espécie *Schizolobium amazonicum* (Paricá) aos 60 meses de idade verificou que os espaçamentos 4 m x 3 m e 4 m x 4 m proporcionaram maiores crescimentos em altura e em diâmetro.

Avaliação final aos 72 meses após o plantio

Aos 72 meses após o plantio, observou-se que o DAP mostrou diferenças significativas entre os espaçamentos. O espaçamento com maior densidade de plantas (1,5 m x 1,5 m) foi o que apresentou a menor média em DAP. Em relação à variável altura total ocorreram diferenças significativas, sendo os espaçamentos 2 m x 3 m e 3 m x 3 m os que proporcionaram as maiores alturas, 14,65 m e 14,40 m, respectivamente.

A área seccional aos 72 meses após o plantio mostrou diferenças nas médias, sendo que os espaçamentos 3 m x 3 m e 2 m x 3 m apresentaram as maiores áreas seccionais. O volume por planta também apresentou a mesma tendência da área seccional, com médias de 0,1111 m³ e 0,1290 m³ por planta, respectivamente.

A área basal e o volume por hectare não apresentaram diferenças estatísticas aos 72 meses após o plantio, diferenciando dos resultados encontrados por Silva (2005) que verificou que o volume por hectare e a área basal de clones de *Eucalyptus* na região nordeste do estado de São Paulo, aos seis anos de idade, se comportaram opostamente ao DAP. A mortalidade ocorrida no intervalo do primeiro para o segundo ano de plantio pode explicar esse comportamento.

A porcentagem de sobrevivência aos 72 meses de idade (Tabela 6) mostrou os mesmos valores obtidos aos 24 meses após o plantio (Tabela 2), reafirmando mais uma vez que o período crítico para o estabelecimento da espécie é entre 12 e 24 meses de idade (Tabelas 1 e 2). A média de sobrevivência considerando todos os tratamentos foi de 73,61%, o que indica que a espécie *Acrocarpus fraxinifolius* apresenta potencial de estabelecimento na região sul do estado de Minas Gerais.

Verificou-se uma seleção positiva para as plantas remanescentes e a partir de 24 meses de idade não houve variações no percentual de sobrevivência. Segundo Macedo et al. (2005) esse índice representa um bom potencial de sobrevivência.

Aos 72 meses após o plantio, os incrementos médios anuais em volume (IMAV), o incremento médio anual em área basal (IMAG), o incremento corrente anual em volume (ICAV) e incremento corrente anual em área basal (ICAG) não foram afetados pelos espaçamentos. Oliveira et al. (2009) observaram que os espaçamentos com maiores densidades populacionais apresentaram maior crescimento em incrementos médios anuais para essas variáveis. Kruschewsky et al. (2007), avaliando diversos arranjos e a dinâmica de crescimento de

TABELA 6 Valores médios aos 72 meses após o plantio para diversas variáveis da espécie de *Acrocarpus fraxinifolius* estabelecida num Latossolo Vermelho em Lavras, Minas Gerais.

TABLE 6 Mean values at 72 months after planting for several variables of the species *Acrocarpus fraxinifolius* introduced in a red latosol in Lavras, Minas Gerais.

Variáveis	Tratamentos			
	1,5m x 3m	2m x 3m	2,5m x 3m	3m x 3m
DAP (cm)	10,40b	13,45a	12,69a	14,68a
H (m)	11,61b	14,65a	11,80b	14,40a
G/pl (m ²)	0,0095b	0,0152a	0,0134b	0,0177a
G (m ² .ha ⁻¹)	15,74a	17,47a	13,91a	15,80a
V/pl (m ³)	0,0610b	0,1111a	0,0824b	0,1290a
V (m ³ .ha ⁻¹)	108,16a	127,11a	86,30a	113,88a
Sobrevivência (%)	66,67a	69,44a	75,00a	83,33a
IMAV (m ³ .ha ⁻¹)	18,02a	18,54a	2,62a	1,09a
ICAV (m ³ .ha ⁻¹)	21,18a	18,61a	2,91a	1,07a
IMAG (m ² .ha ⁻¹)	14,39a	14,38a	2,32a	0,99a
ICAG (m ² .ha ⁻¹)	18,98a	16,06a	2,64a	1,08a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Legenda: Diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (H), área seccional (G/pl), área basal por hectare (G), volume por planta (V/pl), volume por hectare (V), porcentagem de sobrevivência (stand) incremento médio anual em volume (IMAV), incremento corrente anual em volume (ICAV), incremento médio anual em área basal (IMAG), incremento corrente anual em área basal (ICAG).

Eucalyptus spp., em sistemas agrossilvipastoril no cerrado, observaram que a produção individual foi maior no espaçamento mais amplo e, até 67 meses a produtividade do povoamento foi mais influenciada pelo número de indivíduos por área do que pelo arranjo.

CONCLUSÕES

O período crítico para o estabelecimento da espécie ocorre entre 12 e 24 meses de idade.

A média de sobrevivência, considerando todos os tratamentos, foi de 73,61%, indicativo de que a espécie *Acrocarpus fraxinifolius* apresenta potencial de estabelecimento para a região de Lavras, Minas Gerais.

Já, aos 12 meses de idade, o espaçamento 3m x 3m, apresentou diâmetro superior aos demais o que não ocorreu com a altura nessa mesma idade.

Até os 72 meses de idade, os espaçamentos testados não influenciaram o volume de madeira

por hectares. No entanto, considerando as demais características estudadas nessa idade, os espaçamentos que permitiram o melhor desenvolvimento foram 3 m x 3 m e o 2 m x 3 m.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, M. L. **The selection of tree species**. 2nd ed. London: Oliver and Boyd, 1961. 154 p.
- 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. Espaçamentos. In: SCOLFORO, J. R. S. (Ed.). **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. p. 381-405.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica; Colombo: EMBRAPA Florestas, 2003. 1039 p.
- ELORZA MARTINEZ, P.; GARCIA, J. M. M. Evaluación de cinco tratamientos fitossanitarios em la producción de plantulas de Cedro Rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wigt ex Arn em etapa de semillero em Tuxpan, Veracruz, México. **Revista Científica UDO Agrícola**, Camaná, v. 4, n. 1, p. 27-30, 2004.
- ELORZA MARTINEZ, P.; GARCIA, J. M. M.; SÁNCHEZ, M. L. H.; PEREZ, G. O. Cultivo intercalado de cedro-rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight) y su efecto sobre el contenido de matéria orgânica em el suelo. **Revista Científica UDO Agrícola**, Camaná, v. 6, n. 1, p. 109-113, 2006.
- ERAUSQUIM, O. G. El Cedro Rosado de la India. Disponível em: <<http://paulowniasperuanas.lacoctelera.net/post/2006/03/19/el-cedro-rosado-la-india>>. Acesso em: 3 jul. 2012.
- GRAF, A. B. **Exóticas 3 pictorial cyclopedia of exotic plants**. Rutherford: Roehrs, 1963. 767 p.
- HIGA, A. R.; PRADO, C. A. *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. In: GALVÃO, A. P. M. (Coord.). **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 1998. p. 57-60.
- KRUSCHEWSKY, G. C.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA, T. K. de. Arranjo estrutural e dinâmica de crescimento de *Eucalyptus* spp., em sistema agrossilvipastoril no cerrado. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 360-367, out./dez. 2007.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2003. 368 p.
- MACEDO, R. L. G.; GOMES, J. E.; VENTURIN, N.; SALGADO, B. G. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L. f (Teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 61-69, jan./mar. 2005.
- MAGALHÃES, W. M.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M.; YOSHITANI JÚNIOR, M. Desempenho silvicultural de clones e espécies/procedências de *Eucalyptus* na região Noroeste de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 368-375, out./dez. 2007.
- OLIVEIRA, T. K. de; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 1-9, dez. 2009. Edição especial.
- PATIÑO-VALERA, F. **Variación genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com espaçamento**. 1986. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicada, 1986.
- PATIÑO-VALERA, F.; KAGEYAMA, P. Y. Parâmetros genéticos y espaciamentos em progênies de *Eucalyptus saligna* SMITH. **IPEF**, Piracicaba, n. 48/49, p. 61-76, jan./dez. 1995.
- PRADO, C. A.; PEREIRA, J. C. D.; MATTOS, P. P.; HIGA, A. R. Características físicas e químicas da madeira de *Acrocarpus fraxinifolius*. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Colombo, n. 14, p. 1-14, 2003.
- REZENDE, G. C. de; MENDES, C. J.; MORAIS, T. S. de A. **Novas técnicas de espaçamentos para *Eucalyptus* spp.** Piracicaba: IPEF, 1981. (Circular Técnica, 130).
- RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 573-576, 2002.
- SILVA, C. R. da. **Efeito do espaçamento e arranjo de plantio na produtividade e unifirmdade de clones de *Eucalyptus* na região nordeste do estado de São Paulo**. 2005. 50 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2005.
- SILVA, P. C. L. e; HOLANDA, A. E. R.; PAIVA, H. N. de; OLIVEIRA, F. H. T. de; OLIVEIRA, O. F. de. Densidade de plantio e crescimento inicial de duas espécies arbóreas adaptadas ao semiárido. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 951-959, 2012.