



DESENVOLVIMENTO DE *Khaya grandifoliola* C. Dc. SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO

Ryan Rodrigues da Silva¹, Sybelle Barreira

Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil.
ryanrodrigues@discente.ufg.br

Recebido em: 15/06/2023 – Aprovado em: 15/07/2023 – Publicado em: 30/07/2023
DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2023A9

RESUMO

Uma das estratégias elementares para o sucesso de empreendimentos silviculturais é a definição dos espaçamentos de plantio. Assim, este trabalho teve como objetivo a análise do desenvolvimento dendrométrico sobre o crescimento de plantas de mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. Dc.) cultivadas em cinco diferentes espaçamentos (3x3 m, 4x4 m, 5x5 m, 6x6 m e 6x7 m). O plantio foi estabelecido em 2015 em Bonfinópolis/GO. A avaliação dendrométrica deu-se pela medição do diâmetro à altura do peito (DAP), por meio de suta e medição da altura total através do clinômetro digital. Foram medidas 78 árvores em cada espaçamento e determinada a média para o povoamento de cada espaçamento. O volume médio individual para cada espaçamento foi determinado por meio das variáveis diâmetro e altura, estimando por meio de modelo matemático ajustado para a região. Como o esperado, maiores médias de DAP foram observadas nos espaçamentos mais amplos (5x5 m, 6x6 m e 6x7 m). Para as variáveis altura e volume individual, foi constatada superioridade nos valores do espaçamento 5x5 m. Em relação à análise de desenvolvimento dendrométrico, mesmo com o espaçamento 5x5 m apresentando melhores médias de DAP, altura e volume individual, não é possível indicá-lo como melhor escolha de espaçamento, já que os mais adensados (3x3 m e 4x4 m) não estavam sob condições ideais de manejo, pois não sofreram desbaste.

PALAVRAS-CHAVE: Espaçamento; Mogno Africano; Manejo Florestal.

DEVELOPMENT OF *Khaya grandifoliola* C. Dc. UNDER DIFFERENT PLANTING SPACING

ABSTRACT

One of the elementary strategies for the success of silvicultural undertakings is the definition of planting spacing. Thus, this work aimed to analyze the dendrometric development on the growth of African mahogany plants (*Khaya* sp.) cultivated in five different spacings (3x3 m, 4x4 m, 5x5 m, 6x6 m and 6x7 m). Planting was established in 2015 in Bonfinópolis/GO. The dendrometric evaluation was performed by measuring the diameter at standard height (DBH), using a caliper and measuring

the total height using a digital clinometer. Seventy-eight trees were measured in each spacing and the average for the population of each spacing was determined. The average individual volume for each spacing was determined using the variables diameter and height, estimating using a mathematical model adjusted for the region. As expected, higher DBH means were observed in the wider spacing (5x5 m, 6x6 m and 6x7 m). For the variables height and individual volume, superiority was found in the spacing values of 5x5 m. In relation to the analysis of dendrometric development, even with the 5x5 m spacing showing better DBH, height and individual volume averages, it is not possible to indicate it as the best choice of spacing, since the densest ones (3x3 m and 4x4 m) do not were under ideal handling conditions, as they did not undergo thinning.

KEYWORDS: African Mahogany; Forest Management; Spacing.

INTRODUÇÃO

A silvicultura de espécies exóticas tem obtido espaço no estado de Goiás devido, principalmente, à ocorrência de áreas planas e por ser considerada importante na substituição às pastagens degradadas, que segundo a coleção 06 do Projeto Mapbiomas, em 2020, o Cerrado tinha 48,2 milhões de hectares de pastagem, sendo 56,55% com degradação intermediária ou severamente degradada, demonstrando a enorme possibilidade de ocupação com plantios comerciais.

No entanto, existem também alguns fatores considerados limitantes, tais como a baixa fertilidade dos solos, com acidez elevada e déficit hídrico acentuado, condições de escassez de recursos do meio e a escolha de espaçamentos adensados, que podem gerar intensa competição intra e interespecífica, o que obriga a aplicação de insumos constantes para garantia de florestas produtivas (EUFRADE JÚNIOR *et al.*, 2021).

O sucesso de empreendimentos florestais depende da escolha correta de espécies florestais que apresentem grande potencial de adaptação e produção na região e da definição dos espaçamentos de plantio mais adequados para otimizar a utilização de todos os fatores de produção disponíveis e ou limitantes neste ecossistema (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2010).

Segundo Bittencourt (2019), a definição do espaçamento inicial é uma das decisões mais importantes na implantação de florestas plantadas, pois proporciona para cada indivíduo o espaço suficiente para obtenção dos recursos água, luz e nutrientes, proporcionando crescimento máximo com a melhor qualidade e menor custo, sem, entretanto, desconsiderar a questão da proteção ao solo. O espaçamento ótimo é aquele capaz de fornecer o maior volume do produto em tamanho, forma e qualidade desejáveis, sendo função do sítio, da espécie e do potencial do material genético utilizado.

As espécies do gênero *Khaya* sp. são pertencentes à família Meliaceae e são originárias de vários países da costa oeste do continente africano, como Benim, Camarões, Costa do Marfim, Gana, Nigéria e Togo (KLEIN *et al.*, 2016). Em condições naturais o mogno africano ocorre desde 0 a 450m de altitude, normalmente em locais úmidos. Esses países apresentam condições edafoclimáticas similares a algumas regiões brasileiras, podendo explicar a boa adaptação dessas espécies no Brasil (BRITO; LEITE, 2018).

De acordo com a Associação Brasileira de Plantadores de Mogno Africano, estima-se a existência de mais de 10 mil hectares de *Khaya* sp. plantados atualmente no Brasil, tendo na maioria entre um a sete anos (ABPMA, 2019). A

madeira do Mogno africano é comercializada visando as indústrias de movelaria, construção naval e construção civil na parte decorativa. O interesse pela espécie vai além do uso madeireiro, pois pode ser usado para extrativos, sementes, frutos (REIS *et al.*, 2019). No Brasil, a espécie foi introduzida inicialmente no norte do País por meio de sementes doadas ao pesquisador Ítalo Falesi no ano de 1976, porém apenas em 1989 as árvores oriundas do plantio dessas sementes se reproduziram e permitiram a difusão da espécie no Brasil (REIS *et al.*, 2019).

Assim, devido às restrições impostas ao comércio do mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*), à semelhança entre as propriedades da madeira das diferentes espécies de mogno e, aliada a alta resistência ao ataque do microlepidóptero *Hypsiphyla grandella*, principal praga do mogno nativo quando cultivado em plantios puros (KRISNAWATI *et al.*, 2011), os plantios de mogno africano se expandiram em diferentes regiões do País.

No Brasil, até o presente, não existem muitas informações sobre as tendências de crescimento da espécie em questão. Os plantios realizados possuem características distintas, marcadamente o espaçamento mais amplo (4x6 m, 5x5 m, 6x6 m, 5x8 m, entre outros) e tratos silviculturais adequados. Desta forma, tornam-se necessários estudos que sejam executados a fim de fornecer tendências de crescimento em diferentes espaçamentos. Dentro desse contexto, este estudo teve como objetivo a avaliação do desenvolvimento dendrométrico sobre o crescimento de plantas de mogno africano em diferentes espaçamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

O plantio foi estabelecido em 2015, em uma área experimental em Bonfinópolis, Goiás (16°36'18.8"S 48°58'35.6"W), cuja temperatura média anual é de 24,0 °C. A média da umidade relativa do ar é de 71%, e a precipitação média anual é de 1400 mm (INMET, 2019).

A região possui estações secas e chuvosas bem definidas (período chuvoso de outubro a abril, e período seco de maio a setembro). O clima da região é Aw, tropical de savana, megatérmico, segundo a classificação de Köppen (CASAROLI *et al.* 2020). A perda de água por evaporação, média anual, medida pelo tanque classe A, é da ordem de 1915 mm.

O experimento foi instalado em 2015, com cinco diferentes espaçamentos (3x3m; 4x4m; 5x5m; 6x6m; 6x7m) para avaliar o crescimento de 390 árvores de mogno africano, distribuídas em seis linhas por espaçamento, com aproximadamente 13 árvores por linha. As plantas foram produzidas a partir de sementes, no viveiro Mudas Nobres, localizado na BR060, Km 6, Goiânia-GO.

As avaliações tem ocorrido desde 2018, ano em que foram realizadas duas medições, com distância de seis meses entre elas, uma no início do período chuvoso e outra ao final do período chuvoso. Em outubro de 2019, foi realizada uma medição.

Anualmente foram realizadas medições, considerando os anos de 2021 e 2022. No ano de 2020 não foi possível realizar a avaliação devido à pandemia de Covid-19, o que impediu a ida a campo.

A avaliação dendrométrica deu-se pela medição do diâmetro à altura do peito (DAP), por meio de suta e medição da altura total através do clinômetro digital. Foram medidas 78 árvores em cada espaçamento e determinada a média para o povoamento de cada espaçamento. O volume médio de cada espaçamento foi determinado por meio das variáveis diâmetro e altura, estimando com fator de forma 0,7.

Foi aplicada a análise de variância (ANOVA) para verificar o efeito dos tratamentos e, quando significativa, o teste de Tukey a 95 % de probabilidade. O formato das parcelas experimentais utilizado foi de uma árvore por parcela (single tree plot).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se os valores médios de diâmetro à altura do peito para os cinco espaçamentos avaliados, assim como os valores de incremento periódico mensal – de 2021 a 2022 – e anual – de 2019 a 2022 – e resultados do teste de comparação de médias. Os espaçamentos 5x5 m, 6x6 m e 6x7 m formam um grupo estatístico de destaque quanto ao DAP, independente do ano. Os espaçamentos 6x6 m e 6x7 m também se destacaram com relação ao incremento periódico em diâmetro tanto mensal, quanto anual.

TABELA 1- Valores médios de diâmetro à altura do peito e incremento em diâmetro, bem como o teste de comparação de médias realizado

Espaçamento (m)	DAP (cm)		Incremento periódico em diâmetro	
	out/21	mai/22	21/22 (cm mês ⁻¹)	19/22 (cm ano ⁻¹)
3X3	15,4 c	16,3 c	0,129 c	1,22 c
4X4	16,6 bc	17,7 b	0,157 bc	1,46 bc
5X5	18,3 a	19,4 a	0,151 c	1,32 c
6X6	17,5 ab	18,8 ab	0,191 a	1,75 a
6X7	18,4 a	19,8 a	0,189 ab	1,63 ab

Em que: DAP indica diâmetro à altura padrão. Valores médios seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de significância.

O diâmetro, ao contrário da altura, é uma característica muito influenciada pelos fatores ambientais. O resultado obtido foi o previsto, já que é de se esperar que espaçamentos mais amplos expressem maiores valores médios de diâmetro em início de ciclo.

Bittencourt (2019), encontrou valor médio de DAP para o espaçamento 5x5m de 23,2cm aos sete anos de idade, o que está próximo ao valor encontrado neste trabalho. Para o espaçamento 4x4m o valor encontrado foi inferior ao de Bittencourt, (2019), para a mesma idade, o que demonstrou que as condições edafoclimáticas tem efeito sobre o desenvolvimento da espécie, já que as avaliações de Bittencourt foram realizadas em condições de maior e mais constante condição de precipitação.

Na Tabela 2, observam-se os valores médios de altura e incremento periódico em altura para os cinco espaçamentos analisados, além do teste de comparação de médias. O espaçamento 5x5 m se destacou em comparação aos demais, acerca da variável altura, independente do ano analisado. Em relação ao incremento periódico mensal em altura, entre os anos de 2021 e 2022, os espaçamentos 3x3 m, 4x4 m e 5x5 m formam um grupo de destaque em confronto com os demais espaçamentos. Já a respeito do incremento periódico anual em altura, o espaçamento 4x4 m foi o que se destacou.

TABELA 2 - Valores médios de altura e incremento em altura, bem como o teste de comparação de médias realizado

Espaçamento (m)	h (m)		Incremento periódico em altura	
	out/21	mai/22	21/22 (m mês ⁻¹)	19/22 (m ano ⁻¹)
3X3	11,0 d	12,5 b	0,24 a	0,66 b
4X4	11,3 cd	13,2 b	0,26 a	1,18 a
5X5	13,5 a	14,8 a	0,19 ab	0,79 b
6X6	11,9 bc	12,8 b	0,13 b	0,70 bc
6X7	12,1 b	12,8 b	0,09 b	0,55 c

Em que: h indica altura. Valores médios seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de significância

Bittencout (2019) encontrou valor semelhante para o espaçamento 5x5m aos sete anos, 15,3cm, o que foi devido ao aporte nutricional que as plantas receberam nos três primeiros anos de plantio, com doses generosas de macronutrientes. Isto demonstra a necessidade de tratamentos silviculturais e adubações, sempre que indicadas, para a adequada nutrição das plantas.

Embora o resultado não tenha sido o esperado, já que espaçamentos mais adensados tendam a apresentar árvores com maiores alturas em comparação a espaçamentos menos adensados, o fato do espaçamento 5x5 m apresentar maiores valores de DAP pode ser explicado em razão da altura de uma árvore estar condicionada aos fatores de natureza hereditária, sendo menos influenciada pela densidade do povoamento. Esse fato se intensifica pelo fato de o plantio ser seminal e, portanto, não haver um controle sobre o material genético presente em cada espaçamento.

Com relação aos incrementos em diâmetro e altura, observou-se uma queda em relação aos valores encontrados por Bahia *et al.*, (2019), para as duas variáveis, diâmetro e altura. Ambas apresentaram incrementos acima de 2cm para todos os espaçamentos. Esta informação pode ser um indicativo da necessidade de desbaste, já que é uma ferramenta que possibilita a entrada de luz e redução de competição e a indicação ocorre a partir da redução do incremento.

A Tabela 3 demonstra os valores médios de volume individual calculados para os cinco espaçamentos e o teste de comparação de médias. Os espaçamentos 5x5 m e 6x7 m se destacaram, produzindo maior volume individual em comparação aos demais espaçamentos, independente do tempo em que foi analisado.

TABELA 3 - Valores médios de volume individual calculados, bem como o teste de comparação de médias realizado

Espaçamento (m)	V (m ³)	
	out/21	mai/22
3X3	0,10 d	0,13 d
4X4	0,12 cd	0,16 cd
5X5	0,18 a	0,22 a
6X6	0,14 bc	0,18 bc
6X7	0,16 ab	0,20 ab

Em que: V indica volume. Valores médios seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey em nível de 5% de significância.

Bittencourt (2019) também avaliou o volume em diferentes espaçamentos e mais uma vez encontrou valores superiores, aos sete anos de idade, para os espaçamentos 4x4m e 5x5m. A superioridade do volume não individual ocorreu, provavelmente, pelo fator nutricional, lembrando que a área de estudo recebeu aporte nutricional, diferente do experimento analisado neste estudo.

Os resultados correspondem ao esperado, dado que os indivíduos que expressaram mais altura e diâmetro, intuitivamente terão maior volume. No entanto, a comparação foi considerada indevida para as variáveis volume e diâmetro, posto que os espaçamentos mais amplos estão em condições ideais de manejo, enquanto os espaçamentos mais adensados já deveriam ter sido desbastados. Isto partindo do princípio de que, em povoamentos tropicais, segundo Galloway *et al.* (2001), o fechamento do dossel tem sido utilizado como um bom indicador para a época de aplicação do primeiro desbaste.

O desbaste é um dos tratamentos silviculturais mais importantes para a qualidade e a produtividade dos povoamentos florestais e, conseqüentemente, para a conquista de bons mercados e a obtenção de um fluxo contínuo de matéria-prima (MACEDO, 2022).

Segundo Lafetá *et al.* (2021) plantações de *Khaya* spp requerem manejo apropriado para a diversificação e otimização da produção de madeira. Dentre as práticas de manejo adotadas para a produção de múltiplos produtos madeireiros, têm-se o desbaste, rotineiramente adotado para a regulação da competição intraespecífica e estímulo do crescimento de árvores remanescentes, visando usos mais nobres e agregação de valor comercial. Além disso, é importante por distribuir o potencial de crescimento do sítio florestal em um número menor de árvores (MONTEIRO *et al.*, 1984), por proporcionar espaço para o desenvolvimento da copa e do sistema radicular e, conseqüentemente, por melhorar o aproveitamento de luz, nutrientes e água disponíveis no sítio (SCHNEIDER, 2002).

A estimativa de lucro do primeiro desbaste em monocultivos de *Khaya ivorensis* A. Chev. é maximizada quando aplicado aos cinco anos de idade caso os valores de custos e receita estejam inclusos nos intervalos de simulação em estudo, se a mesma lógica for estendida para o gênero *Khaya* spp, plantios com indicação silvicultural devem ter o desbaste realizado, se estiverem próximos a idade indicada por Lafetá *et al.*, (2021).

CONCLUSÃO

Os espaçamentos mais amplos (5x5 m, 6x6 m e 6x7 m) se destacaram em relação à média de diâmetro. O espaçamento 5x5 m se evidenciou também em relação à variável altura e, conseqüentemente, acerca do volume. No entanto, mesmo com esses dados claros e evidentes, não se pode inferir que o espaçamento 5x5 é o mais indicado para o mogno africano no estado de Goiás, uma vez que os espaçamentos mais adensados não estavam sob condições ideais de manejo, sendo essa comparação considerada indevida. É concebível, por exemplo, que a curva de crescimento dos espaçamentos mais amplos se estabilize antes que as dos espaçamentos adensados sob efeito de desbaste. Contudo, tal afirmação só seria possível após avaliação de área desbastada. Dado o exposto, é necessário que estudos sejam feitos comparando espaçamentos, porém sob condições ideais e personalizadas de manejo.

REFERÊNCIAS

ABPMA – Associação Brasileira de Produtores de Mogno Africano. *Khaya ivorensis*. 2019.

BITTENCOURT, I.C.F.P.M. **Desenvolvimento de *Khaya ivorensis* A. Chev (Mogno Africano) sob diferentes espaçamentos de plantio**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

BAHIA, M. A. M. ; BARREIRA, S. ; SOUZA, H.J. ; TELLES, T. A. S. Avaliação de diferentes espaçamentos para plantio de mogno africano (*Khaya sp.*). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v.16, n.30. p.68. 2019. DOI:10.18677/EnciBio_2019B7
<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2019b/avaliacao%20de%20diferentes.pdf>

BRITO, D. S.; LEITE, E. F. Análise do uso e ocupação da terra aplicada ao diagnóstico físico-conservacionista-DFC-da Bacia Hidrográfica do Rio Água Suja, Tocantins-Brasil. **Revista Sítio Novo**, v. 2, n. 1, p. 5-22, 2018. file:///C:/Users/Sybelle/Downloads/68-514-1-PB.pdf

CASAROLI, D.; SERVULO, A.C.O.; VELLAME, L.M.; ALVES JUNIOR, J. *et al.* Transpiration and growth of young African mahogany plants subject to different water regimes. **International Journal of Biometeorology**, v. 64, n. 1, p. 1-13, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01771-5>
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-019-01771-5>

EUFRADE JÚNIOR, H.J.; SOUSA, J.M.R.; GUERRA, S.P.S.; Effect of mineral fertilization and planting density in the dendrometric characteristics of fast-growing eucalypt plantations. **Ciências Florestais**, 31 (1) jan/mar/2021. <https://doi.org/10.5902/19805096810978>.

GALLOWAY, G.; UGALDE, L.; VASQUEZ, W. Importance of density reductions in tropical plantations: Experiences in Central America. **Forests, Trees and Livelihoods**, v. 11, n. 3, p. 217-232, 2001. <https://doi.org/10.1080/14728028.2001.9752390>
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14728028.2001.9752390>

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas do Brasil Período 1981-2010.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 27 Sept,2019.

KLEIN, D. R.; ANDRADE, M.M.; DEENGOSKI, J.A.; DUARTE, E.; KREFTA, S.M. *et al.* Aspectos gerais e silviculturais de *Cordia americana*, *Aspidosperma polyneuron*, *Toona ciliata* e *Khaya* spp. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, 2016. DOI: 10.5965/223811711522016155
https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/223811711522016155/pdf_34

KRISNAWATI, H.; KALLIO, M. H.; KANNINEN, M. ***Swietenia macrophylla* King: ecology, silviculture and productivity.** CIFOR, 2011.

LAFETÁ, B.O.; PASCOAL, F.D.; FONTAN, I.C.I.; SARTORI, C.J.; PENIDO, T.M.A.; *et al.* Simulação e avaliação econômica para o primeiro desbaste de *Khaya ivorensis* A. Chev. **Revista Florestal mesoamericana Kurú**, 19 (44), 2022. DOI: 10.18845/rfmk.v19i44.6101 <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/6101/5824>

MACEDO, T. A. **Influência do espaçamento de plantio no afilamento dos fustes de clones de Eucalipto destinados a multiprodutos.** Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2022.

MONTEIRO, R.F.R.; CORDEIRO, J.A.; KIKUTI, P. **Competição entre espaçamentos com *Eucalyptus dunnii* Maiden.** In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5., 1984, Nova Prata. Anais (CD) ... Nova Prata: Prefeitura Municipal, 1984.

OLIVEIRA NETO, S.N.; VALE, A.B.; NACIF, A.P.; VILAR, M.B.; ASSIS, J.B.; **Sistema agrossilvipastoril, integração lavoura, pecuária e floresta**, 2010. Disponível em : http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3307/Livro_Sistema-agrossilvipastoril-Polo-SIF.pdf?seque

PROJETO MAPBIOMAS – **Coleção 6 da série anual de mapas de cobertura de e de uso de solo do Brasil**, acessado em 2020, através do link: <https://mapbiomas.org/estatisticas>.

REIS, C. F.; OLIVEIRA, E. B. de; SANTOS, A. M. (Ed.). **Mogno-africano (*Khaya* spp.): atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil.** Brasília, DF: Embrapa, 2019.

SCHNEIDER, P. R. **Manejo florestal: planejamento da produção florestal.** Santa Maria: UFSM, 2002. 492p.