

Desenvolvimento Vegetativo e Reprodutivo de
Plantas de Macaúba
(*Acrocomia aculeata*) (Jacq.) Lodd. ex Mart.)
Implantadas em Pastagem Degradada



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
346**

Desenvolvimento Vegetativo e
Reprodutivo de Plantas de Macaúba
(*Acrocomia aculeata*) (Jacq.) Lodd. ex Mart.)
Implantadas em Pastagem Degradada

*Karina Pulrolnik
Lourival Vilela
Helenice Moura Gonçalves*

Exemplares desta publicação podem ser baixados gratuitamente na:
<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/?initQuery=t>

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
Fax: (61) 3388-9879
embrapa.br/cerrados
embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Unidade

Presidente
Marcelo Ayres Carvalho

Secretária executiva
Marina de Fátima Vilela

Membros
Alessandra S. G. Faleiro, Cícero D. Pereira, Gustavo J. Braga, João de Deus G. dos S. Júnior, Jussara Flores de O. Arbues, Maria Edilva Nogueira, Shirley da Luz S. Araujo

Supervisão editorial
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Revisão de texto
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araújo (CRB 1/1948)

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Wellington Cavalcanti

Fotos da capa
Karina Pulrolnik e Nilton Junqueira

1ª edição
1ª impressão (2019): tiragem 30 exemplares

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Cerrados

P982 Pulrolnik, Karina.

Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de plantas de macaúba (*Acrocomia aculeata*) (Jacq.) Lodd. ex Mart.) implantadas em pastagem degradada / Karina Pulrolnik, Lourival Vilela, Helenice Moura Gonçalves. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2019.

19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X; 346).

1. Densidade de plantio. 2. Adubação. 3. Planta oleaginosa. I. Vilela, Lourival. II. Gonçalves, Helenice Moura. III. Título. IV. Série.

665.3 – CDD-21

Shirley da Luz Soares Araújo (CRB 1/1948)

© Embrapa, 2019

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	13
Conclusões.....	17
Referências	18

Desenvolvimento Vegetativo e Reprodutivo de Plantas de Macaúba (*Acrocomia aculeata*) (Jacq.) Lodd. ex Mart.) Implantadas em Pastagem Degradada

Karina Pulrolnik¹; Lourival Vilela²; Helenice Moura Gonçalves³

Resumo – A palmeira macaúba destaca-se pelo potencial de produção de óleo vegetal, além da possibilidade de ser utilizada em sistemas silvipastoris. Embora a viabilidade da associação de espécies forrageiras com a macaúba já tenha sido demonstrada, o potencial para incremento dessa associação na produtividade do óleo de macaúba ainda é desconhecido. Da mesma forma, os melhores arranjos e densidades das plantas de macaúba são desconhecidos, a fim de obter maiores produções de óleo vegetal. Este trabalho teve como objetivos avaliar: (a) o crescimento em altura de plantas de macaúba devido à adubação e ao espaçamento; (b) a produção de frutos de macaúba. Na presença de adubação de manutenção, o efeito da densidade de plantas no crescimento em altura foi expressivo até 647 plantas/ha. E, sem essa adubação, o incremento no crescimento em altura foi crescente até 1.497 plantas/ha. A taxa de crescimento diário em altura das plantas que receberam a adubação de manutenção foi 1,8 vez superior às que não receberam essa adubação. No sétimo ano, após o plantio, houve as primeiras emissões de cachos nas plantas que receberam adubação de manutenção; nas plantas que não receberam essa adubação, não houve frutificação. A ocorrência de plantas com maior crescimento (altura) ocorreu em maiores densidades de plantio (489 a 1.497 plantas/ha), assim como a produção de frutos, em que, em 91% dos casos, a emissão de cachos ocorreu em plantas mais altas, que receberam adubação de manutenção.

Termos de indexação: densidade de plantas; adubação, palmeira, arranjo espacial.

¹ Engenheira Florestal, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

² Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina DF

³ Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina DF

Vegetative and reproductive development of macaúba plants (*Acrocomia aculeata*) ((Jacq.) Lodd. ex Mart.) implanted in degraded pasture

Abstract – The macaúba palm tree excels for its potential for vegetable oil production, besides the possibility of being used in silvopastoral systems. Although the viability of the association of forage species with macaúba has already been demonstrated, the potential for increment to this association in macaúba oil productivity is still unknown. Likewise, the best arrangements and densities of macaúba plants are unknown in order to achieve higher yields of vegetable oil. The objective of this work was to evaluate the growth in height of macaúba plants due to fertilization and spacing and also to evaluate the production of macaúba fruits. In the presence of maintenance fertilization, the effect of plant density increase height tree up to 647 plants per hectare. And, without maintenance fertilization, the gain in heighting tree was crescent up to 1497 plants per hectare. The daily growth rate to the plants that received maintenance fertilization was 1.8 times higher than those that did not receive fertilization. In the seventh year after the planting, there were the first emissions of bunches in the plants that received maintenance fertilization, and in the plants that did not receive fertilization, no fruiting was observed. The occurrence of plants with higher growth (Height) occurred in higher planting densities (489 to 1497 plants per hectare), as well as fruit production where bunch emission in 91% of cases occurred in higher plants that received maintenance fertilization.

Index terms: plant density; fertilization, palm tree, spatial arrangement.

Introdução

A macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.), pertencente à família Arecaceae, é uma palmeira arborescente e nativa de florestas tropicais. Em meio às suas várias utilidades, são relatados usos medicinais, alimentícios e cosméticos. A macaúba tem também grande potencial como matéria prima de biocombustíveis, devido ao alto rendimento e a alta produção de energia primária gerada pelos resíduos obtidos durante o processamento dos frutos para a extração do óleo (Evaristo et al., 2016). A produtividade total de óleo proveniente dos frutos da macaúba pode atingir 4 mil litros por hectare ao ano (Nucci, 2007), no fruto seco, a percentagem de óleo pode chegar a cerca de 34% (Rettore; Martins, 1983; Lopes; Steidle Neto, 2011), o que tem gerado interesse socioeconômico nos mercados nacional e internacional.

No Brasil, as maiores populações naturais dessa palmeira são encontradas nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul e Paraná (Junqueira et al., 2016). Em áreas de ocorrência de plantas de macaúba Teles et al. (2011) observaram que a planta de macaúba se desenvolve em solos com mais de 50% de saturação por bases, altos níveis de potássio e elevados teores de cálcio e magnésio. Também há a ocorrência de plantas de macaúba em Latossolos associados à rede de drenagem (Bhering et al., 2010).

O conhecimento sobre a adubação de plantio e de manutenção da macaubeira ainda é incipiente. A resposta de três acessos de macaubeira à adubação com nitrogênio e potássio, durante os dois primeiros anos de cultivo, foi avaliada por Pimentel (2012). Os resultados desse estudo, além do efeito da adubação no crescimento das plantas, demonstram respostas diferenciadas entre os acessos avaliados. Essa variabilidade genética para a resposta à adubação indica o potencial para seleção de plantas mais eficientes no uso de fertilizantes.

A cultura da macaúba, em razão da arquitetura de plantas, apresenta características favoráveis para cultivo em sistemas integrados de produção agropecuária, como sistemas silvipastoris (Motoike; Kuki, 2009; Montoya, 2016). As características morfológicas da parte aérea da macaubeira favorecem a transmissibilidade da radiação e a interceptação da água (Dias et

al., 2011). Estudos mostram que as plantas de macaúba associadas com a pastagem podem aumentar a fertilidade do solo e a matéria orgânica no solo (Leite et al., 2010).

Embora já tenha sido demonstrada a viabilidade da associação de espécies forrageiras com a macaubeira, ainda é desconhecido o potencial de incremento na produtividade, computando-se aí, a produção animal e de óleo da macaúba. Da mesma forma, são desconhecidos os arranjos e densidades adequadas de plantas de macaúba, visando a maior produção de óleo vegetal.

O desenho experimental da Roda de Nelder (Nelder, 1962) é muito usado em estudos exploratórios com espécies florestais quando não se conhece os espaçamentos e densidades de plantio. Esse desenho permite que sejam testadas múltiplas densidades de árvores em uma única parcela. O desenho da Roda de Nelder é um gráfico circular contendo anéis concêntricos com raios que ligam o centro. Nas intersecções de raios e arcos, as árvores são plantadas, sendo que cada árvore constitui uma variável de densidade no comprimento dos raios dentro de uma única parcela, eliminando assim, a necessidade de parcelas experimentais separadas para cada densidade de árvores.

Desta forma, este trabalho teve os objetivos de avaliar: (a) as melhores densidades para o plantio de macaubeira em pastagem degradada; e (b) a produção e o crescimento em altura das plantas de macaúba, com e sem adubação de manutenção.

Material e Métodos

O experimento foi implantado em área de pastagem de *Brachiaria decumbens* com baixa produtividade em Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa, no campo experimental da Embrapa Cerrados em Planaltina, DF, localizado nas coordenadas 15°36'18,2"S e 47°42'14,6"W e na de altitude de 980 m. As características climáticas são: precipitação média de 1.100 mm, concentrada nos meses de outubro a abril, temperatura média de 21,7 °C e a classificação climática segundo Köppen é Aw (tropical chuvoso), com inver-

nos secos e verões chuvosos. No período de estudo de 2009 a 2016, a precipitação anual acumulada média foi de 1.253 mm ano⁻¹ (precipitação máxima de 1.415 mm ano⁻¹ no ano de 2010 e precipitação mínima de 1.108 mm ano⁻¹ no ano de 2011).

As mudas de macaubeira provenientes de uma única procedência da região do Distrito Federal foram plantadas em fevereiro de 2009 em uma roda de competição com 24 raios concêntricos com ângulo de 15° e com espaçamentos pré-estabelecidos entre plantas - Roda de Nelder (Nelder, 1962) (Figuras 1 e 2; Tabela 1). Nesse desenho os tratamentos não são aleatorizados e os dados não podem ser analisados por meio de análise variância. Mas são úteis para estimar parâmetros de regressão para modelar o crescimento individual das árvores (Mark, 1983).

As densidades de plantio de macaubeira variaram de 121 a 1.497 plantas/ha. O plantio foi realizado em cova e a matocompetição foi controlada periodicamente, a fim de minimizar a competição da *B. decumbens* com as plantas de macaúbas, sobretudo nas densidades menores, em razão do seu maior vigor de crescimento, favorecido pela maior incidência de luz, a fim de proporcionar condições semelhantes entre diferentes espaçamentos dos raios da roda. No centro da Roda de Nelder, ao lado da posição A (Figura 2), foi implantada uma linha de bordadura.

Antes da implantação do experimento, para definir as quantidades de corretivos e fertilizantes a serem aplicados na área, amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0 cm-20 cm e 20 cm-40 cm nos quatro quadrantes da Roda de Nelder (Tabela 2). Em outubro de 2008 foi realizada a correção do solo com 2,5 mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 1 mg ha⁻¹ de gesso aplicados a lanço em área total do experimento e adubação com 150 g da fórmula (NPK) 08-20-15 na cova de plantio. Em 2016 foi realizada outra amostragem de solo para avaliar a evolução da fertilidade do solo (Tabela 4). A partir do mês de abril de 2009 (Tabela 3) foi realizada a adubação de manutenção (CAM) a lanço em parte das plantas de macaúba (200 plantas - 20 raios), sendo que o restante das plantas (40 plantas- 4 raios) não receberam adubação de manutenção (SAM).



Foto: Fabiano Bastos

Figura 1. Imagem aérea da Roda de Nelder (Nelder, 1962) implantada com macaúbeiras na área da Embrapa Cerrados, 2017, Planaltina, DF.

Tabela 1. Espaçamentos das plantas de macaúba no experimento em arranjo espacial no formato de Roda de Nelder em Planaltina, DF

Posição	Raio (r)	Espaçamento (m)		Área/planta ($\pm m^2$)	População (ha)
		Na linha (r x 1,15)	Entre linha		
A	14,0	1,83	3,7	7	1.497
B	16,1	2,10	4,2	9	1.132
C	18,5	2,41	4,8	12	856
D	21,3	2,78	5,6	15	647
E	24,5	3,19	6,4	20	489
F	28,1	3,67	7,4	27	370
G	32,4	4,22	8,5	36	280
H	37,2	4,85	9,7	47	212
I	42,8	5,58	11,2	63	160
J	49,2	6,42	12,9	83	121

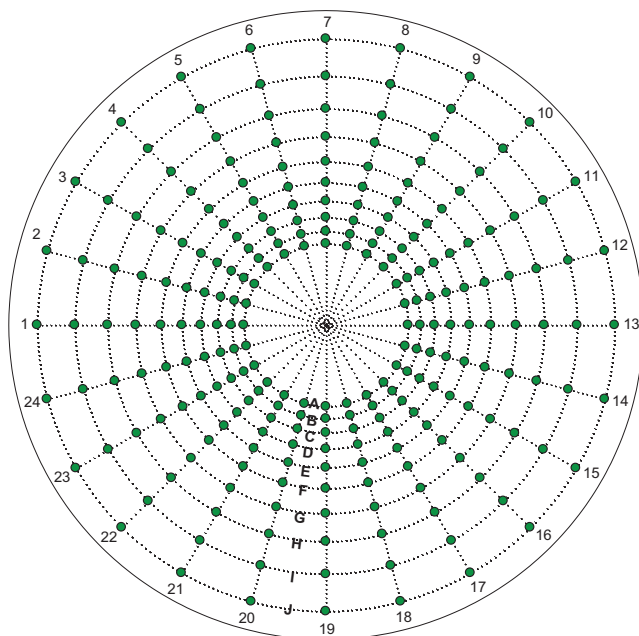


Figura 2. Desenho esquemático da Roda de Nelder (roda de competição com 24 raios concêntricos com ângulo de 15° e com espaçamentos pré-estabelecidos entre plantas) em que as posições A até J indicam densidades de plantas de 1.497 até 121 plantas ha^{-1} .

Tabela 2. Características químicas do solo, Latossolo Vermelho-Amarelo, antes da calagem e adubação em 2009 na área total do experimento.

Profundida- de (cm)	pH H ₂ O	MO (dag kg ⁻¹)	P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	CA ⁺² cmol ^c dm ⁻³	Mg ⁺² cmol ^c dm ⁻³	V (%)	B mg dm ⁻³	Zn mg dm ⁻³
0-20	5,4	3,15	1,6	73	2,14	1,47	48,5	0,3	1,1
20-40	5,1	2,55	1,1	36,5	1,18	0,93	28,1	0,3	0,6

Matéria orgânica (MO) (Walkley; Black); fósforo (P) (Mehlich -1 - espectrofotometria); potássio (K) (fotômetro de chama); cálcio (Ca) (absorção atômica); magnésio (Mg) (absorção atômica); saturação por bases (V); boro (B) (azomethina-H); zinco (Zn) (absorção atômica) (Embrapa, 1997).

O total de NPK aplicado em cobertura para manutenção ao longo dos sete anos do experimento foi de 310 g/planta de N, 121 g/planta de P₂O₅, 405 g/planta de K₂O e 800 g/planta de FTE-BR-12 aplicadas em nove etapas (Tabela 3).

Tabela 3. Adubação de manutenção realizada a lanço na cova das plantas de macaúba no período de abril de 2009 a fevereiro de 2015 em experimento de macaúba localizado na área experimental da Embrapa Cerrados em Planaltina, DF.

Mês/Ano	Adubação
Abril/2009	100 g de sulfato de amônio/ cova
Out/2009	100 g de sulfato de amônio/ cova +50 g de supersimples +50 g de cloreto de potássio
Fev/2010	100 g de sulfato de amônio/ cova +25 g de supersimples +25 g de cloreto de potássio + 200 g de FTE BR12 (9% de Zn, 1,8% de B; 0,8% de cobre; 3% de Fe, 2% de Mn e 0,1 de Mo)
Nov/2011	100 g de sulfato de amônio/ cova +50 g de supersimples +50 g de cloreto de potássio
Mar/2012	200 g de sulfato de amônio/ cova+100 g de cloreto de potássio+100 g de supersimples
Mar/2013	200 g de sulfato de amônio/ cova+100 g de cloreto de potássio+100 g de supersimples
Out/2013	200 g de sulfato de amônio/ cova+100 g de cloreto de potássio +100 g de supersimples
Jan/2015	250 g da fórmula 20 00 20 + 125 g de cloreto de potássio + 125 g de supersimples + 300 g de FTE BR12
Fev/2015	250 g da fórmula 20 00 20 + 125 g de cloreto de potássio + 125 g de supersimples + 300 g de FTE BR12

As medições da altura das plantas de macaúba foram realizadas nas 240 plantas, 24 raios (repetição) com dez espaçamentos estudados, em que 20 raios receberam adubação de manutenção (CAM) e 4 raios não receberam adubação de manutenção (SAM). As avaliações foram realizadas em fevereiro, maio e novembro de 2009; janeiro e outubro de 2010; abril de 2011, junho de 2013, maio e novembro de 2014; agosto de 2015 e maio de 2016. As plantas foram medidas com régua altimétrica da base do coleto até a folha flecha da palmeira. Os frutos das plantas de macaúba foram coletados em dezembro de 2016 quando as plantas estavam com 7 anos de idade.

Para a análise dos dados, foram ajustados modelos de regressão não linear e linear aos dados de altura obtidos para cada tratamento (uma planta por parcela), com e sem adubação de manutenção, com a utilização do programa SigmaPlot 11. Sendo a altura das plantas adotada como variável

dependente e a densidade e idade das plantas como variável independente. Como critério para a escolha do modelo de regressão e descrição do crescimento de planta, foi adotada a magnitude dos coeficientes de determinação ajustado (R^2), significância estatística dos parâmetros dos modelos e biológica e se as pressuposições de normalidade, homogeneidade de variância e autocorrelação de resíduos foram atendidas. Para essa análise, foram utilizadas 20 plantas por densidade (20 repetições, representadas pelos raios da roda de Nelder) para o tratamento com adubação de manutenção e quatro plantas por densidade (4 repetições (raios da roda de Nelder)) para o tratamento sem adubação de manutenção.

Resultados e Discussão

De modo geral, a adubação de manutenção propiciou aumentos expressivos nos teores de nutrientes do solo (Tabela 4). Os aumentos nos teores de P e K no solo foram de 83% e 65%, respectivamente. E para os micronutrientes B, Zn e Cu, os incrementos foram de 81%, 99% e 42%, respectivamente quando comparados aos teores dos nutrientes do tratamento sem adubação de manutenção. Esse incremento na fertilidade do solo refletiu no crescimento das plantas de macaúba (Figuras 3 e 4). Aos 7 anos de idade, o índice de maturação que está relacionado com altura assintótica máxima ($SAM=5,86$ m e $CAM=7,00$ m), representada pelos parâmetros dos modelos ($0,0064 \times 0,0029$), foi o dobro nas plantas que receberam adubação de manutenção (Figura 3). A variabilidade genética entre as plantas (Pimentel, 2012) explica, em parte, as variações no crescimento das plantas de macaúba observadas neste estudo (Figura 3), pois neste estudo não se utilizou clones, as mudas foram provenientes de uma única procedência da região do Distrito Federal.

A taxa de crescimento diário em altura das plantas em 2.874 dias de avaliação, média das dez densidades, que receberam a adubação de manutenção foi 1,8 vez superior às que não receberam esta adubação ($0,0018 \text{ m dia}^{-1} \times 0,0010 \text{ m dia}^{-1}$) (Figura 3). Na presença de adubação de manutenção, o efeito da densidade de plantas no crescimento em altura foi expressivo até 647 plantas/ha. No entanto, sem essa adubação, o incremento no crescimento em altura foi crescente até 1.497 plantas/ha (Figura 3).

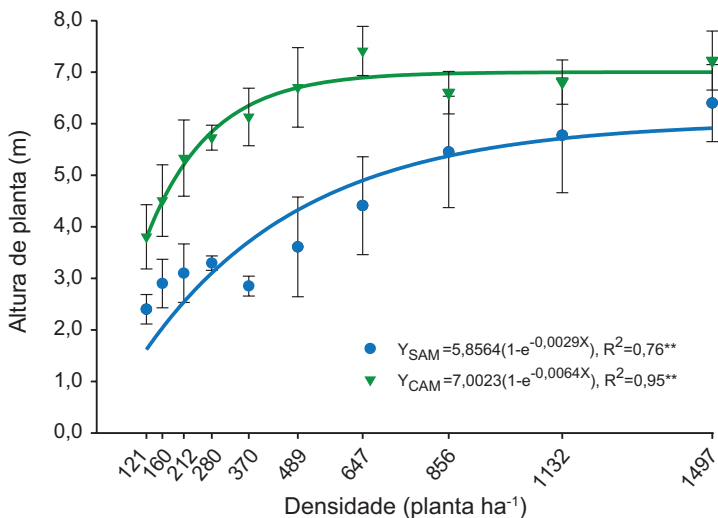


Figura 3. Crescimento em altura (m) de plantas de macaúba aos 7 anos de idade em diferentes densidades de plantas com (CAM) e sem (SAM) adubação de manutenção. As barras verticais representam os erros padrão da média (n=20 para CAM e n=4 para SAM). ******(P<0,01).

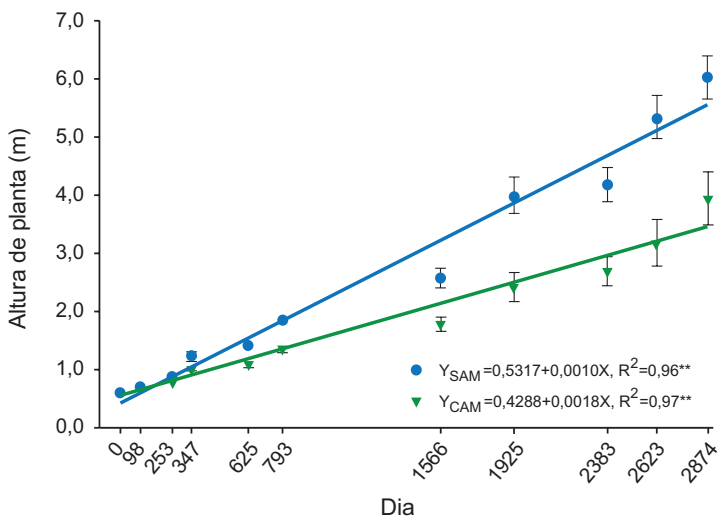


Figura 4. Crescimento em altura de plantas de macaúba, média das dez densidades avaliadas, em resposta à adubação com (CAM) e sem manutenção (SAM). As barras verticais representam os erros padrão da média (n=20 para CAM e n=4 para SAM). ******(P<0,01).

Dietrich (2017), estudando um plantio de macaubeira no espaçamento de 5 m x 5 m entre plantas (densidade de 400 plantas/ha) com 6 anos de idade, observou altura média das plantas de 7,29 m e a frutificação a partir do quarto ano de plantio; constatou também que a macaúba foi responsiva à adubação nitrogenada e potássica (318,2 g/planta de N e 439,4 g/planta de K). Essas doses de N e K foram semelhantes às adotadas neste estudo (roda de Nelder).

O maior desenvolvimento das plantas mais adensadas pode ter ocorrido devido à competição por luz entre as plantas o que pode ter levado ao maior crescimento em altura e também pela formação de um microclima mais favorável, diminuindo a evapotranspiração das plantas e favorecendo a maior umidade do solo, visto que neste experimento as plantas não foram irrigadas e esta espécie não tolera extremos de deficiência de nutrientes e água (Motta et al., 2002). Não obstante, outros estudos demonstram que a macaubeira está presente naturalmente em áreas abertas e com alta incidência solar (Belén-Camacho et al., 2005) e também em maciços associada a áreas de baixada, principalmente vales de rios (Bhering et al., 2010) em condições edafoclimáticas diversas (Manfio et al., 2011). Moreira et al. (2018) observaram que plantas de macaúba modificaram o microclima da cultura do cafeeiro em um sistema agroflorestal, proporcionando redução das temperaturas máximas do ar e da intensidade e disponibilidade da radiação fotossinteticamente ativa, sendo o sistema agroflorestal de café em consórcio com macaúba aquele que proporcionou vantagens na produtividade do café e na eficiência da produção quando comparado com culturas de café não sombreadas.

Tabela 4. Características químicas do solo nas profundidades de 0 cm-20 cm em 2016, sete anos depois do início do experimento.

Adubação	pH H ₂ O	MO (dag kg ⁻¹)	P	K	B	Cu	Zn
Plantio	5,6	2,5	1,2	33,2	0,7	1,4	0,3
Plantio + manutenção	4,9	2,8	7,1	96,0	3,7	2,4	31,4

Matéria orgânica (MO) (Walkley; Black); fósforo (P) (Mehlich -1 - espectrofotometria); potássio (K) (fotômetro de chama); boro (B) (azomethina-H); zinco (Zn) e cobre (Cu) (absorção atômica) (Embrapa, 1997).

As plantas de macaúba frutificaram em 2016, aos 7 anos de idade (Tabela 5). A produção de frutos ocorreu somente nas plantas que receberam adubação de manutenção. Das 23 plantas que frutificaram, 91% estavam entre as densidades de 489 a 1.497 plantas/ha e em plantas com mais de 7,5 m de altura. A produção de frutos foi inferior à encontrada em outros estudos. Neste estudo, a estimativa média de produtividade das plantas foi de 1,1 a 3,7 t ha⁻¹ de frutos, na fase inicial de produção. De modo geral, o número de cachos e de frutos por planta de macaúba é menor nos anos iniciais de produção, quando comparado com as plantas em plena maturidade (Lorenzi, Negrelle, 2006). Dietrich (2017), em experimento de macaubeira com a densidade de 400 plantas/ha implantado no ano de 2009, observou valores de produtividade de 2,87 kg planta⁻¹ no primeiro ano de produção (2015/2016) e de 14,26 kg planta⁻¹ no segundo ano de produção (2016/2017). Os valores da primeira produção de frutos foram semelhantes aos encontrados neste estudo (Tabela 5). Em populações nativas em Minas Gerais, Da Conceição et al. (2013) observaram valores de produção de 61,2 kg e 16,7 kg de frutos de macaúba por planta e por cacho, respectivamente. Lopes e Steidle Neto (2011) observaram que a macaubeira tem potencial para produzir até 30 t de frutos ha⁻¹ ano⁻¹.

Tabela 5. Relação entre a densidade de plantas e a produção de frutos por planta e estimativa da produtividade por hectare de macaubeiras com adubação de manutenção.

População (planta/ha)	Planta com cacho		Produção por planta (kg)		Produtividade (t/ha)
	(nº)	(%)	Mínima	Máxima	
1.497	4	20	0,85	4,97	3,57
1.132	3	15	1,04	6,92	3,01
856	5	25	1,99	7,38	3,68
647	6	30	0,75	3,46	1,10
489	3	15	1,38	2,67	1,09
370	1	5	-	8,19	3,03
280	1	5	-	6,21	1,74
212	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-
121	-	-	-	-	-

Conclusões

Neste estudo observou-se que o maior crescimento em altura das plantas ocorreu nas densidades de plantio superior a 489 plantas/ha e nas plantas que receberam adubação de manutenção. Na presença de adubação de manutenção, o efeito da densidade de plantas no crescimento em altura foi expressivo até 647 plantas/ha. E, sem essa adubação, o incremento no crescimento em altura foi crescente até 1.497 plantas/ha.

A taxa de crescimento diário em altura das plantas que receberam a adubação de manutenção foi 1,8 vez superior às que não receberam esta adubação.

A produção de frutos de macaúba iniciou-se aos 7 anos de idade, sendo somente observada nas plantas que receberam adubação de manutenção. A emissão de cachos foi mais frequente nas densidades de plantio de 489 a 1.497 plantas/ha, 91% dos cachos foram observados nestas densidades e em plantas com altura superior a 7,5 m.

Há necessidade de acompanhar o desenvolvimento das plantas nos próximos anos, especialmente, observando-se a influência da densidade populacional nas taxas de abortamento/vingamento da inflorescência, na emissão de cachos, e produtividade efetiva de frutos e óleo.

Assim, a definição da densidade populacional e sua influência na produtividade da macaubeira são necessárias, especialmente, para se alcançar maior êxito na inserção da espécie em sistemas agrossilvipastoris, visto que a macaubeira é uma espécie promissora para esse tipo de sistema, em razão da sua arquitetura de copa pouco densa, e por apresentar espinhos que dificultam a depredação das plantas pelos animais.

Referências

BELÉN-CAMACHO, D. R.; LÓPEZ, Z. I.; GARCÍA, D.; GONZÁLEZ, M.; MORENO-ÁLVAREZ, M. J.; MEDINA, C. Evaluación físico-química de la semilla y del aceite de corozo (*Acrocomia aculeata* Jacq.). **Grasas y Aceites**, v. 56, p. 311-316, 2005.

BHERING, L. **Macaúba**: matéria-prima nativa com potencial para produção de biodiesel. Disponível em: <<http://www.cnpae.embrapa.br/pasta-NoticiasUd/pastanoticiasud.2009-11-04.5318226886/noticiasud.2009-11-16.3662619504>>. Acesso em: 30 Nov. 2009.

CLEMENT, C. R.; BORÉM, A.; LOPES, M. T. G. Da domesticação ao melhoramento de plantas. In: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. (Ed.). **Domesticação e melhoramento**: espécies amazônicas. Viçosa: UFV, 2009. p. 11-38.

DA CONCEIÇÃO, L.D.H.C.; ANTONIASSI, R.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FARIAMACHADO, A.F.; ROGÉRIO, J.B.; DUARTE, I.D.; BIZZO, H.R. Genetic diversity of macaúba from natural populations of Brazil. **BMC Res. Notes**, v.8, p. 406, 2015.

DIAS, H. C. T.; SATO, A. Y.; OLIVEIRA NETO, S. N.; MORAES, A.; BENTO, P. S. Cultivo da macaúba: ganhos ambientais em áreas de pastagens. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 265, p. 52-60, 2011.

DIETRICH, O. H. S. **Época de amostragem foliar e efeito de doses de nitrogênio e potássio em plantas adultas de macaúba**. 2017. 73 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 1).

EVARISTO, A. B.; GROSSI, J. A. S.; CARNEIRO, A. D. C. O.; PIMENTEL, L. D.; MOTOIKE, S. Y.; KUKI, K. N. Actual and putative potentials of macauba palm as feedstock for solid biofuel production from residues. **Biomass and Bioenergy**, v. 85, p. 18-24, 2016.

JUNQUEIRA, N. T. V.; FAVARO, S. P.; BRAGA, M. F.; DA CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S.; ANTONIASSI, R.; CICONINI, G.; SILVA, D. B. da. Alimentícias. In: VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste. Brasília, DF: MMA, 2016. 1.160 p. (Série Biodiversidade, 44).

LEITE, L. F. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; GALVÃO, S. R. S.; IWATA, B. F.; COSTA, C. N.; LEMOS, J. L. **Atributos químicos e biológicos em um Latossolo Vermelho-amarelo sob cultivo exclusivo de macaúba e consorciado com pastagem na região central do Maranhão**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2010. 6 p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado técnico, 223).

LOPES, D. C.; STEIDLE NETO, A. J. Potential crops for biodiesel production in Brazil: a review. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 7, n. 2, p. 206-217, 2011.

LORENZI, G. M. A. C.; NEGRELLE, R. R. B. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. ex. Mart.: aspectos ecológicos, usos e potencialidades. **Visão Acadêmica**, v. 7, n. 1, 2006.

MANFIO, C. E.; MOTOYKE, S. Y.; SANTOS, C. E. dos; PIMENTEL, L. D.; QUEIROZ, V. de; SATO, A. Y. Repetibilidade em características biométricas do fruto de macaúba. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 70-76, 2011.

MARK, W. B. **Spacing trials using the Nelder Wheel**. Berkeley: Pacific Southwest Forest and Range, 1983. p. 81-85. Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

- MONTOYA, S. G. **Ecofisiologia e produtividade de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril com macaúba**. 2016. 102 f. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- MOREIRA, S. L. S.; PIRES, C. V.; MARCATTI, G. E.; SANTOS, R. H. S.; IMBUZEIRO, H. M. A.; FERNANDES, R. B. A. Intercropping of coffee with the palm tree, macaúba, can mitigate climate change effects. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 256-257, p. 379–390, 2018.
- MOTOIKE, S. Y.; KUKI, K. N. The potential of macaw palm (*Acrocomia aculeata*) as source of biodiesel in Brazil. **International Review of Chemical Engineering**, v. 1, p. 632-635, 2009.
- MOTTA, P. E.; CURI, N.; OLIVEIRA FILHO, A. T., GOMES, J. B. V. Ocorrência de macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 1023-1031, 2002.
- NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. **Biometrics**, set., p. 283-307, 1962.
- NUCCI, S. M. **Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microssatélites em genética de população de macaúba**. 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)- Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2007.
- PIMENTEL, L. D. **Nutrição mineral da macaúba: bases para adubação e cultivo**. 2012. 115 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H.; MARTINEZ, H. E. P.; MOTOIKE, S. Y.; MANFIO, E. C.; SANTOS, R. C. Effect of Nitrogen and Potassium Rates on Early Development of Macaw Palm. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1671-1680, 2015.
- RETTORE, R. P.; MARTINS, H. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais: estudo das oleaginosas nativas de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CETEC, 1983. v. 1. Projeto da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais.
- TELES, H. F.; PIRES, L. L.; GARCIA, J.; ROSA, J. Q. S; FARIAS, J. G.; NAVES, R. V. Ambientes de ocorrência natural de macaúba. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 4, p. 595-601, out./dez. 2011.

Embrapa

Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL