

Déficits hídricos e doses de adubo orgânico no desenvolvimento de plantas jovens de andiroba

Water deficits and organic fertilizer doses in the development of young andiroba plants

Déficit de agua y dosis de fertilizantes orgánicos en el desarrollo de plantas juvenes de andiroba

Recebido: 18/09/2021 | Revisado: 23/09/2021 | Aceito: 25/09/2021 | Publicado: 27/09/2021

Aurilena de Aviz Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9750-7331>
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil
E-mail: aurilena.aviz@yahoo.com.br

Heráclito Eugênio Oliveira da Conceição

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5193-0916>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: agroheraclito@yahoo.com.br

José Darlon Nascimento Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1290-5598>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: jose.darllon@hotmail.com

Tayssa Menezes Franco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5460-1360>
Universidade Federal de Viçosa, Brasil
E-mail: tayssa.menezes2015@gmail.com

Michel Sauma Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6603-8445>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: michel.sauma@ufra.edu.br

Priscila Martins da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5129-282X>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: martins.pri04@gmail.com

João Vitor Silva e Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4673-8014>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: joaovitorsmg0716@gmail.com

Antônia Caroline Siqueira Aguiar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7634-7110>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: carolineaguiarmv@gmail.com

Madison da Costa Pinheiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5537-4825>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: madisoncosta@gmail.com

Thiago Caio Moura Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3756-3267>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: thiagocaio1998@gmail.com

Resumo

A andiroba possui grande importância socioeconômica para a Amazônia. Com isso, objetivou-se avaliar o uso da adubação orgânica e turno de rega no desenvolvimento de mudas de andiroba. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na UFRA Campus de Capitão Poço - PA. Foram analisadas as seguintes proporções de adubos orgânicos: a) 100% de solo, b) 90% de solo + 10% de adubo orgânico, c) 80% de solo + 20% de adubo orgânico e d) 70% de solo + 30% de adubo orgânico. Além disso, as mudas foram submetidas aos seguintes regimes hídricos: a) diário, b) 5 em 5 dias e c) 10 em 10 dias. Avaliaram-se a altura de plantas (AP), comprimento (CC) e diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), transpiração foliar (E), resistência estomática (Rs), matéria seca de raiz (MSR), caule (MSC), folha (MSF), parte aérea (MSPA) e total (MST), relação MSR/MSPA e as alocações de biomassa nas diferentes partes vegetativas. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 3 x 5 (proporções de adubo orgânico, regimes hídricos e tempos de avaliação) para AP, CC, DC e NF e, em esquema fatorial 4 x 3, para as demais variáveis. As médias foram submetidas ao teste de Tukey ($p < 0,05$). As plantas apresentaram desenvolvimento satisfatório com irrigação diária. As doses mais adequadas foram de 10% e 20% para a

maioria das variáveis. Dessa forma, fica evidente a necessidade do uso da adubação orgânica com irrigação diária na produção de mudas de andirobeira.

Palavras-chave: *Carapa guianensis*, Propriedades medicinais; Regime hídrico; Resistência estomática; Transpiração.

Abstract

Andiroba has great socioeconomic importance for the Amazon. Thus, the objective was to evaluate the use of organic fertilization and watering shift in the development of andiroba plants. The experiment was conducted in a greenhouse at the UFRA Campus in Capitão Poço - PA. The following proportions of organic fertilizers were analyzed: a) 100% soil, b) 90% soil + 10% organic fertilizer, c) 80% soil + 20% organic fertilizer and d) 70% soil + 30% of organic fertilizer. In addition, the seedlings were subjected to the following water regimes: a) daily, b) every 5 days and c) every 10 days. Plant height (HP), length (CC) and stem diameter (DC), number of leaves (NF), leaf transpiration (E), stomatal resistance (Rs), root (MSR), stem (MSC), leaf (MSF), shoot (MSPA) and total dry matter (MST), MSR/MSPA ratio and biomass allocations in the different vegetative parts were evaluated. The design used was randomized blocks, in a 4 x 3 x 5 factorial scheme (proportions of organic fertilizer, water regimes and times) for AP, CC, DC and NF and in a 4 x 3 factorial scheme for the others variables. Means were submitted to Tukey's test ($p < 0.05$). Plants showed satisfactory development with daily irrigation. The most adequate organic doses were 10% and 20% for most variables. Thus, the need to use organic fertilizer with daily irrigation in the production of andiroba seedlings is evident.

Keywords: *Carapa guianensis*, Medicinal properties; Water regime; Stomatal resistance; Transpiration.

Resumen

Andiroba tiene una gran importancia socioeconómica para la Amazonía. Así, el objetivo fue evaluar el uso de fertilización orgánica y cambio de riego en el desarrollo de plantas de andiroba. El experimento se realizó en el Campus UFRA de Capitão Poço - PA. Se analizaron las siguientes proporciones de fertilizantes orgánicos: a) 100% suelo, b) 90% suelo + 10% fertilizante orgánico, c) 80% suelo + 20% fertilizante orgánico y d) 70% suelo + 30% de fertilizante orgánico. Además, las plántulas se sometieron a los siguientes regímenes hídricos: a) diariamente, b) 5 en 5 días y c) 10 en 10 días. Se evaluó la altura de la planta (HP), la longitud (CC) y el diámetro del tallo (DC), el número de hojas (NF), la transpiración foliar (E), la resistencia estomática (Rs), la materia seca de la raíz (MSR). Tallo (MSC), hoja (MSF), brote (MSPA) y total (MST), relación MSR/MSPA y asignaciones de biomasa en las diferentes partes vegetativas. El diseño utilizado fue de bloques al azar, en un esquema factorial 4 x 3 x 5 (proporciones de fertilizante orgánico, regímenes hídricos y tiempos de evaluación) para AP, CC, DC y NF y en un esquema factorial 4 x 3 para las demás variables. Las medias se sometieron a la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Las plantas mostraron un desarrollo satisfactorio con riego diario. Las dosis más adecuadas fueron el 10% y el 20% para la mayoría de las variables. Así, es evidente la necesidad de utilizar fertilizantes orgánicos con riego diario en la producción de andirobeira.

Palabras clave: *Carapa guianensis*; Propiedades medicinales; Régimen hídrico; Resistencia estomática; Transpiración.

1. Introdução

A andirobeira (*Carapa guianensis* Aubl.) é uma árvore que pode atingir mais de 30 m de altura, apresenta sapopemas baixas, tronco reto e cilíndrico e folhas compostas (Tonini et al., 2009). Ocorre em toda a bacia amazônica, nas matas de várzea ou em regiões alagadiças dos rios. Quando adulta, mantém-se produtiva por até 40 anos, com produção aproximada em torno de 180 a 200 kg de sementes por ano, com aproximadamente 60% de rendimento em óleo (Novello et al., 2015). A andirobeira é uma espécie que apresenta grande utilidade na indústria madeireira e na área farmacêutica, devido às propriedades medicinais do óleo extraído das suas sementes. Dentre outras aplicações, o óleo de andiroba serve como anti-inflamatório. (Lorenzi, 1992; Guedes et al., 2011; Londres, et. al, 2017; Brito et. al, 2019). Além disso, essa espécie pode ser usada em sistemas agroflorestais (Costa e Moraes et al., 2013).

Os estudos relacionados ao comportamento fisiológicos de árvores nativas frente às diferentes condições ambientais têm recebido grande atenção, uma vez que a intensificação de eventos extremos geram impactos na taxa de sobrevivência de plantios florestais e diminuição da produção de madeira e metabólitos secundários. Sabe-se que, alterações nos fatores abióticos afetam sobremaneira a atividade fisiológica das plantas em suas diferentes fases de crescimento. Fatores como baixa disponibilidade hídrica ou nutricional tornam mais difícil o sucesso no estabelecimento de cultivos agrícolas e florestais, pois

afetam diretamente na produção de fotoassimilados essenciais para a produção de biomassa (Lima, et. al, 2015; Taiz et al., 2017). Dessa forma, a determinação do turno de rega adequado é essencial para não comprometer a instalação dos povoamentos florestais.

Considerando esses fatores abióticos, Gonçalves et al. (2009) verificaram reduções significativas da atividade fotossintética de plantas jovens de andirobeira não irrigadas até aos 21 dias. Os autores concluíram que as mudas de andirobeira são tolerantes ao déficit hídrico. Outro aspecto importante para as mudas é a adubação, uma vez que o uso de adubos orgânicos é uma alternativa para adubação em viveiros florestais, pois apresenta menor custo para o produtor e a liberação lenta dos nutrientes essenciais para o crescimento das plantas (Souza et al., 2006). Porém, deve-se conhecer as proporções ideais para que haja o máximo de crescimento das mudas florestais.

Apesar da grande importância da espécie para a região amazônica, poucas são as pesquisas realizadas com intuito de determinar o regime hídrico adequado e proporção de adubo orgânico ideal para a andiroba. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da adubação orgânica e do regime hídrico sobre o desenvolvimento de plantas jovens de andirobeira na região Amazônica.

2. Metodologia

O experimento foi realizado em casa de vegetação na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus Capitão Poço - PA, localizado entre as coordenadas geográficas 01° 30' e 2° 35' de latitude Sul, 46° 49' e 47° 1 27' de longitude Oeste de Greenwich (Pacheco e Bastos, 2001). O solo da região é classificado como Latossolo Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013).

Mudas de andirobeira com quatro meses de idade foram transplantadas para sacos de polietileno de 25 kg, preenchidos com substratos constituídos de solo local (SL) (Latossolo Amarelo textura média) + adubo orgânico (AO) (cama aviária curtida), em misturas volumétricas: 100% de SL + 0% CA, 90% de SL + 10% de AO, 80% de SL + 20% de AO e 70% de SL + 30% de AO. Em seguida, essas plantas foram manejadas adequadamente, principalmente com relação à demanda hídrica, mantendo-se o substrato com umidade próxima a capacidade de campo, durante 30 dias. Após este período, as mudas de andirobeira foram submetidas aos seguintes regimes hídricos: irrigação diária (0d) (substrato mantido com umidade próxima à capacidade de campo), irrigação de 5 em 5 dias (5d) e irrigação de 10 em 10 dias (10d).

Os efeitos dos tratamentos foram avaliados por meio das seguintes variáveis: altura da planta (AP, em cm), medida da altura da superfície do solo ao ápice da planta, com uso de trena, comprimento do caule, medido da base do caule até a ramificação, com auxílio de uma trena (CC, em cm), diâmetro do caule a 5 cm de altura do solo, com uso de paquímetro (DC, em cm) e número de folhas (NF). Essas variáveis foram coletadas após 0, 28, 56, 84 e 112 dias da imposição dos regimes hídricos.

Ao final do período experimental foram determinadas as seguintes variáveis: transpiração foliar (E, em $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e resistência estomática (R_s , em s cm^{-1}), estas variáveis foram determinadas com o uso de um porômetro LICOR – 1600 (“Steady State Porometer”). Em seguida, as partes vegetativas foram separadas, acomodadas em sacos de papel do tipo Kraft e secadas em estufas de circulação de ar forçada a 65°C até atingirem peso constante. Após isso, foram determinadas as massas secas da raiz (MSR), do caule (MSC) da folha (MSF), parte aérea (MSPA) e total (MST) com uso de balança digital. Posteriormente, foram calculadas: a razão MSR e MSPA (SRPA) e as alocações das biomassas da raiz (ABR), do caule (ABC) e da folha (ABF) conforme a metodologia de Benincasa (2003).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 3 x 5 (4 proporções volumétricas de SL + AO, 3 regimes hídricos e 5 tempos de avaliação), para as variáveis AP, CC, DC e NF e, em

esquema fatorial 4 x 3 (4 proporções volumétricas de SL + AO e 3 regimes hídricos), para MSR, MSC, MSF, MSPA, MST, relação SRPA, ABR, ABC e ABF, com três repetições e uma planta por unidade experimental. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e ao teste Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade, por meio do software BioEstat (Barbosa e Maldonado Júnior, 2009).

3. Resultados e Discussão

Foi observada diferença significativa pelo teste F ($p < 0,05$) para interação adubo orgânico e déficit hídrico para comprimento (CC) e diâmetro do caule (DC). Maiores respostas de CC foram observadas nas doses de 10% e 20% e 30% de adubo orgânico (AO) na irrigação diária (Tabela 1). Por outro lado, para o DC não foi observada diferença significativa entre as doses de adubo orgânico na ausência de déficit hídrico e intervalo de irrigação a cada 10 dias. Não houve redução significativa no DC na adição de 30% de adubo orgânico independente do déficit hídrico (Tabela 1).

Tabela 1 - Médias da interação para altura de planta (AP), comprimento do caule (CC), diâmetro do caule à 5 cm do solo (DC) e número de folhas da andirobeira.

Adubo (%)	orgânico	Déficit hídrico (dias)					
		0			5		
		0	5	10	0	5	10
CC (cm.planta ⁻¹)			DC (cm.planta ⁻¹)				
0		44,57 Bab	42,23 Bb	49,80Aa	0,98Aa	0,77 Cb	0,92Aab
10		56,07 Aa	51,70Aab	46,77Ab	1,16Aa	1,03ABab	0,91 Ab
20		52,17 Aba	48,60 Aba	46,57Ba	1,12Aa	1,12 Aa	0,93 Ab
30		50,87 ABab	44,80ABb	52,93Aa	1,04Aa	0,88 BCa	0,98 Aa
DMS (5%)		7,88			0,20		
CV		16,93			21,80		

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula ou minúscula, nas colunas ou linhas, respectivamente, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey.
 Fonte: Autores.

A mitigação do efeito do estresse hídrico com aumento da adubação orgânica é devido aos efeitos benéficos desse adubo nas propriedades físicas do solo, como aumento da microporosidade, formação de agregados do solo que possibilitam maior retenção de água no solo, devido à adição de matéria orgânica (Araújo et al., 2007).

Observaram-se maiores altura da planta (AP) e número de folhas (NF), com a adição de adubo orgânico. Por outro lado, menores respostas foram obtidas na ausência do adubo (Tabela 2). Valores adequados de AP e NF são essenciais para garantir elevada taxa de sobrevivência das plantas no campo, assegurando o retorno financeiro do produtor. Reduções no NF e, conseqüentemente, da área foliar, afetam negativamente na taxa fotossintética da muda e do acúmulo de biomassa (Taiz et al., 2017).

O aumento do déficit hídrico promoveu redução na AP e NF, com respostas superiores na ausência de déficit hídrico (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Martins et al. (2010), em sua pesquisa com plantas jovens de *Nim-indiano* (*Azadirachta indica*) sob diferentes regimes hídricos. Os autores verificaram que houve redução no número de folhas, na condição de déficit hídrico. Em situações de estresse hídrico, as plantas priorizam o desenvolvimento do sistema radicular em detrimento da parte aérea, o que reduz a altura da planta e a produção de folhas (Kerbauy, 2019). Observou-se aumento da AP e NF em função do tempo, com maiores respostas aos 112 dias para AP e aos 84 e 112 dias para o NF (Tabela 2).

Tabela 2 - Médias de altura da planta (AP) e número de folhas, em função de doses de adubo orgânico, déficits hídricos e idades da andirobeira. UFRA.

Adubo orgânico (%)	AP (cm planta ⁻¹)	NF
0	53,44 b	9,49 b
10	62,29 a	11,49 a
20	57,87 ab	10,78 ab
30	58,68 ab	11,11 a
DMS (5%)	5,35	1,48
CV (%)	12,30	18,93
Déficit hídrico (dias)		
0	60,43 a	11,22 a
5	55,57 b	11,00 ab
10	58,22 ab	9,93 b
DMS (5%)	4,23	1,17
CV(%)	15,89	21,50
Idade (dias)		
0	52,10 b	7,78 c
28	56,36 b	9,89 b
56	57,66 b	11,22 ab
84	57,91 b	11,83 a
112	66,33 a	12,86 a
DMS (5%)	6,36	1,76
CV (%)	11,15	10,56

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey. Fonte: Autores.

Foram observadas diferenças significativas para a interação adubo orgânico x déficit hídrico na taxa transpiratória (E) e na resistência estomática (Rs). Verificou-se que para o tratamento com irrigação diária, as maiores E foram alcançadas nas doses 0%, 10% e 20% de AO. De maneira geral, menores valores de E foram observados no déficit hídrico a cada 10 dias independentes da adubação orgânica, com exceção das doses de 20% e 30% de AO (Tabela 3). Com isso, percebe-se que, em condições de elevado déficit hídrico, ocorre o fechamento dos estômatos para evitar a perda excessiva de água e garantindo a sobrevivência da planta (Duarte et al., 2016; Taiz et al., 2017). Já para Rs, verificou-se elevado valor no déficit hídrico a cada 10 dias na ausência de AO, confirmando o efeito negativo do estresse hídrico nas mudas de andirobeira. A diminuição da condutância estomática em solos com baixa disponibilidade de água é uma das primeiras respostas das plantas para prevenir a ruptura da coluna de água no interior do xilema e também para evitar a dessecação da planta (Chaves et al., 2016).

Tabela 3 – Médias da interação para taxa transpiratória (E) e resistência estomática (Rs) da andirobeira. UFRA.

Adubo orgânico (%)	Déficit hídrico (dias)					
	0	5	10	0	5	10
	E (mmol m ⁻² s ⁻¹)			Rs (s cm ⁻¹)		
0	6,20 Aa	5,00 ABab	2,89 Ab	4,21 Bb	4,21 Ab	7,08ABa
10	3,85 ABab	6,20 Aba	2,54 Ab	7,47 Aa	3,71 Ab	9,28ABa
20	3,60 Aba	4,11 Ba	2,63 Aa	7,61 Aa	3,06 Ab	8,09ABa
30	3,34 Bb	6,85 Aa	4,33 Ab	6,37ABa	3,25 Ab	5,10 Ba
DMS (5%)	2,66			3,02		
CV	13,51			19,25		

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas ou minúsculas, nas colunas ou linhas, respectivamente, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey. Fonte: Autores.

Lima et al (2015), ao realizarem experimento de déficit hídrico em plantas jovens de andiroba em Latossolo Amarelo, observaram que a suspensão da irrigação por 25 dias, reduziu significativamente a taxa transpiratória, refletindo em prejuízos no crescimento vegetativo. O que demonstra que as mudas de andirobeira são sensíveis ao estresse hídrico. Lima et al. (2016) ao estudarem o efeito de diferentes regimes hídricos e da suspensão do estresse hídrico em mudas de andiroba, verificaram redução do potencial hídrico, da taxa transpiratória e condução estomática nos tratamentos com suspensão de irrigação e alagamento.

Observou-se maior MSR na irrigação diária com adição de 10% de adubo orgânico. Nos déficits hídricos de 5 e 10 dias não houveram diferenças estatísticas entre as doses de adubo orgânico. Por outro lado, na irrigação diária, a ausência de adubação orgânica promoveu menor crescimento do sistema radicular, assim como para a MSC, MSPA e MST (Tabela 4). Dessa forma, verifica-se que adubação orgânica é essencial para a produção de biomassa de mudas de andirobeira.

A produção de raízes é essencial para a adequada absorção de nutrientes do solo, propiciando o pleno desenvolvimento das mudas, o que diminui a taxa de mortalidade dos povoamentos florestais. A elevada produção de MSR em detrimento da MSPA, em situação de restrição hídrica (Tabela 4), é uma alternativa para a absorção de água em camadas mais profundas do solo (Taiz et al., 2017).

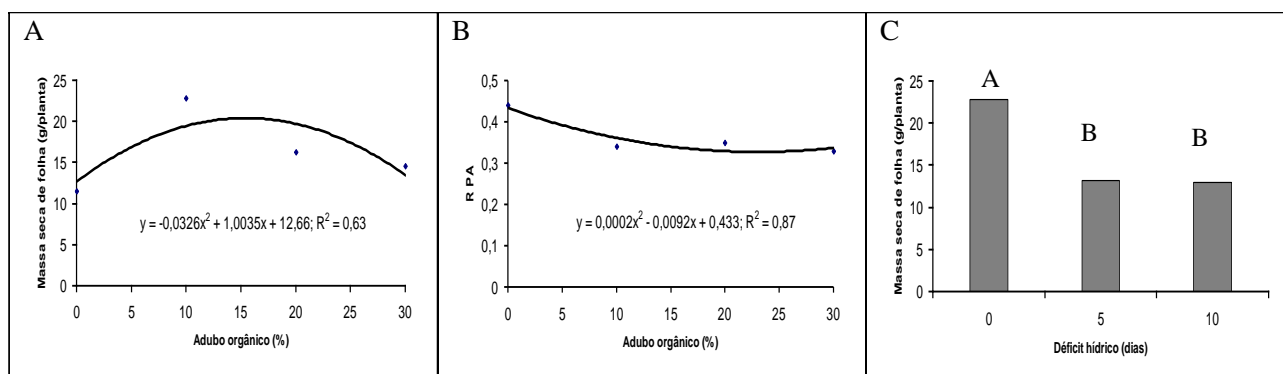
Tabela 4 – Médias da interação para massas de matérias secas da raiz (MSR), caule (MSC), parte aérea (MSPA) e total (MST) da andirobeira. UFRA.

Adubo orgânico (%)	Déficit hídrico (dias)					
	0			5		
	10			10		
	MSR (g planta ⁻¹)			MSC (g planta ⁻¹)		
0	12,71 B	10,72 A	14,70 A	17,31 Ba	12,49 Ba	21,61 Aa
10	21,66 A	15,62 A	14,01 A	45,57 Aa	26,37 Ab	20,20 Ab
20	17,91AB	18,41 A	9,46 A	40,34 Aa	26,97 Ab	19,38 Ab
30	15,87AB	10,52 A	15,14 A	34,46 Aa	22,30ABa	26,45 Aa
DMS (5%)	8,22			13,48		
CV	24,62			22,77		
	MSPA (g planta ⁻¹)			MST (g planta ⁻¹)		
0	29,13 Ca	22,94 Ba	33,94 Aa	41,84 Ca	33,67 Ba	48,64 Aa
10	79,01 Aa	45,80 Ab	35,82 Ab	100,68Aa	61,42 Ab	49,83 Ab
20	65,59 ABa	38,60 ABb	31,45 Ab	83,50 ABa	57,01 ABb	40,91 Ab
30	55,11 Ba	33,61 ABb	38,25 Aab	70,98 Ba	44,13 ABb	53,39 Aab
DMS (5%)	20,65			27,01		
CV	21,46			20,84		

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas ou minúsculas, nas colunas ou linhas, respectivamente, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey. Fonte: Autores.

Houve comportamento quadrático para massa seca de folha (MSF) e para relação sistema radicular e a parte aérea (RPA) em função de doses de adubo orgânico (Figura 1). Para MSF observou-se que nas doses de 0% e 30%, as mudas apresentaram as menores massas com valores entre 10 e 15 g planta⁻¹. Já para a RPA, na dose com 0% de AO foi obtido o maior resultado. Enquanto que, o tratamento com irrigação diária foi significativamente superior na produção de MSF (Figura 1).

Figura 1 - Massa seca de folha (MSF) (A) e relação sistema radicular e a parte aérea (R/PA) (B), em função de doses de adubo orgânico e, MSF (C), em função de déficits hídricos.



Fonte: Autores.

A determinação da dose ideal para a adubação com cama de aviário na produção de plantas jovens de andirobeira é de grande relevância, pelo fato de ser um insumo agrícola de baixo custo e cada vez mais utilizado por ser menos agressivo ao meio ambiente e ser proveniente de fonte renovável. Além disso, propicia o pleno desenvolvimento das mudas, sem causar alterações no balanço nutricional da planta. Wendling et al. (2007) afirmam que, está cada vez mais frequente a busca por substratos que não agridam ao meio ambiente. Marco et al. (2013) ao estudaram a resposta de mudas de *Toona ciliata* à fertilização orgânica e mineral, constataram que fornecer às plantas doses adequadas de nutrientes via orgânicas ou minerais tem papel chave para o pleno desenvolvimento de espécies florestais.

Para alocação de biomassa da raiz (ABR), pode-se observar que os maiores resultados foram na dose de 0% de AO. Por outro lado, a alocação de biomassa do caule foi maior nos tratamentos em que as plantas receberam o AO (10%, 20% e 30%) e para ABF não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 5). É perceptível que o tratamento sem a adubação com cama aviária induziu as plantas a alocarem maior quantidade para as raízes, uma vez que, essa foi uma estratégia utilizada pelas plantas, para aumentar a área de contato com o solo, no intuito de buscar água e nutrientes nas camadas mais profundas (Larcher, 2006; Lambers et al., 2008). Para que as plantas possam desenvolver-se com boa qualidade, é necessário, segundo Delarmelina et al (2013), que os substratos compostos por um material ou formulados com diferentes tipos de materiais, apresentem características físicas, químicas e biológicas adequadas, além de disponibilidade de aquisição, fácil manuseio e transporte.

Tabela 5 – Comparação das médias de alocações de biomassa da raiz (ABR), caule (ABC) e folha (ABF) da andirobeira. UFRA.

Adubo orgânico (%)	ABR	ABC	ABF
0	0,30 a	0,41 b	0,26 a
10	0,24 b	0,43 ab	0,32 a
20	0,26 ab	0,47 ab	0,28 a
30	0,25 b	0,49 a	0,26 a
DMS (5%)	0,05	0,07	0,07
CV (%)	16,39	12,43	17,85

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey. Fonte: Autores.

4. Conclusão

As plantas jovens de andiroba responderam à adubação orgânica e ao regime hídrico, em que apresentaram desenvolvimento satisfatório com irrigação diária.

As plantas de andiroba foram influenciadas positivamente com as doses de adubo orgânico de cama aviária curtida. As doses mais adequadas para que haja pleno desenvolvimento destas foram de 10%, e 20% para a maioria das variáveis analisadas.

Dessa forma recomenda-se o uso da adubação orgânica na proporção de 10% com turno de rega diário em plantas jovens de andiroba cultivadas em sacos de 25 kg nas condições edafoclimáticas da região amazônica.

Referências

- Araújo, E. N. D., Oliveira, A. P., Cavalcante, L. F., Pereira, W. E., Brito, N. M., Neves, C. M. L., & Silva, É. É. (2007). Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, 11, 466-470. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000500003>
- Barbosa, J. C., & Maldonado Júnior, W. (2009). *Software AgroEstar: Sistema de análises estatísticas de ensaios agrônômicos*. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- Benincasa, M. M. P. (2003). *Análise de crescimento de plantas (noções básicas)*. FUNEP.
- Brito, A. C. P., Sousa, A. J. B., Silva, R. T. L., Braga, N. S., Monfort, L. E. F., Oliveira Júnior, M. V. R., Pereira, W. C., Paiva, A. P., Nascimento, V. R., & Oliveira Neto, C. F. (2019). Emergency and Growth of Andiroba Seedlings (*Carapa guianensis* Aubl.) in Function of the Seeds. *Journal of Agricultural Science*, 11(9), 293-298. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n9p293>
- Chaves, M. M., Costa, J. M., Zarrouk, O., Pinheiro, C., Lopes, C. M., & Pereira, J. S. (2016). Controlling stomatal aperture in semi-arid regions - The dilemma of saving water or being cool? *Plant Science*. 251, 54-64. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2016.06.015>
- Costa, J. R., & Morais, R. R. (2013). *Carapa guianensis* Aubl. (*andirobeira*) em sistemas agroflorestais. Embrapa Amazônia Ocidental.
- Delarmelina, W. M., Caldeira, M. V. W., Faria, J. C. T., & Gonçalves, E. O. (2013). Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. *Revista Agro@mbiente on-line*, 7(2), 184-192. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v7i2.888>
- Duarte, D. M., Rocha, G. T., Lima, F. B., Matos, F. S., & Rodrigues, F. (2016). Responses of paricá seedlings to water stress. *Floresta*, 46(3), 405-412. <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/39529/29336>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*.
- Gonçalves, J. F. C., Silva, C. E. M., & Guimarães, D. G. (2009). Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens de andiroba submetidas à deficiência hídrica e à reidratação. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 44, 8-14.
- Guedes, M. G. M., Silva Júnior, M. L., Silva, G.R., Silva, A. L.P., & Lima Junior, J. A. (2011). Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de Andiroba (*Carapa guianensis* aublet). *Enciclopédia Biosfera*, 7(12), 1-8.
- Kerbauy, G. B. (2019). *Fisiologia vegetal*. Guanabara Koogan.
- Lambers, H., Chapin, F. S., & Pons, T. L. (2008). *Plant physiological ecology*. Springer.
- Larcher, W. (2006). *Ecofisiologia vegetal*. Editora RiMa.
- Lima, E. G. S., Maltarolo, B. M., Nogueira, G. A. S., Ataíde, W. L.S., Oliveira, T. B., Nascimento, V. R., Cardoso, K. P. S., Silva, K. R. S., Costa, R. C. L., Viégas, I. De J. M., & Oliveira Neto, C. F. (2016). Gas exchange and carbon metabolism in leaves of crabwood (*Carapa guianensis* Aubl.) in three mechanisms and suspension of water stress. *Australian Journal of Crop Science*, 10(2), 264-270.
- Lima, E. G. S., Oliveira, T. B., Conceição, S. S., Ataíde, W. L. S., Maltarolo, B. M., Nogueira, G. A. S., Oliveira Neto, C. F., Costa, R. C. L., & Okumura, R. S. (2015). Biochemical and physiological responses of andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) seedlings subjected to water deficit. *Australian Journal of Crop Science*, 9(6), 517-522.
- Londres, M., Schulse, M., Staudhammer, C. L., & Karen, A. K. (2017). Population Structure and Fruit Production of *Carapa guianensis* (Andiroba) in Amazonian Floodplain Forests: Implications for Community-Based Management. *Tropical Conservation Science*, 10, 1940082917718835. <https://doi.org/10.1177/1940082917718835>
- Lorenzi, H. (1992). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Plantarum.
- Marco, R., Conte, B., Perrando, E. R., Fortes, F. O., & Martarello, V. (2013). Resposta de mudas de *Toona ciliata* M. Roem à fertilização orgânica e química. *Enciclopédia Biosfera*, 9(16), 1939-1946.
- Martins, M. O., Nogueira, R. J. M. C., Azevedo Neto, A. D., & Santos, M. G. (2010). Crescimento de plantas jovens de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.-Meliaceae) sob diferentes regimes hídricos. *Revista Árvore*, 34, 771-779. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000500002>

Novello, Z., Scapinello, J., Dal Magro, J., Zin, G., Di Luccio, M., Tres, M. V., & Oliveira, J.V. (2015). Extraction, chemical characterization and antioxidant activity of andiroba seeds oil obtained from pressurized n-butane. *Industrial Crops and Products*, 76, 697-701. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.075>

Pacheco, N. A., & Bastos, T. X. (2001). *Caracterização climática do município de Capitão Poço-PA*. Embrapa Amazônia Oriental.

Souza, C. A. M., Oliveira, R. B., Martins Filho, S., & Lima, J. S. S. (2006). Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. *Ciência Florestal*, 16, 243-249. <https://doi.org/10.5902/198050981905>

Taiz, L., Zeiger, E. Møler, I. M. & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Artmed.

Tonini, H., Costa, P., & Kamiski, P. E. (2009). Distribuição espacial e produção de sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) no sul do Estado de Roraima. *Ciência Florestal*, 19, 247-255. <https://doi.org/10.5902/19805098879>

Wendling, I., Guastala, D., & Dedecek, R. (2007). Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St.-Hil. *Revista Árvore*, 31, 209 – 220. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000200003>