

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA QUALIDADE DE MUDAS DE IPÊ AMARELO

RAPHAELA DE PAULA SILVA DO NASCIMENTO¹; WILSON ARAÚJO DA SILVA².

AFILIAÇÃO

¹ UEMASUL – CCA – Av. Agrária, 100 – Colina Park, Imperatriz – MA, 65900-001 – Bolsista PIBIC/FAPEMA, Graduanda em Engenharia Florestal;² UEMASUL – CCA – Av. Agrária, 100 – Colina Park, Imperatriz – MA, 65900-001 – Orientador do PIBIC/FAPEMA Professor Adjunto IV.

RESUMO

O sucesso de um plantio no campo é fortemente influenciado pelo desenvolvimento das mudas no viveiro, onde o teor de nutrientes no substrato, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio, tem grande influência na qualidade final das mudas produzidas. A quantidade de água necessária para na irrigação das mudas no viveiro pode variar entre espécies e a deficiência ou a aplicação de grandes quantidades de nutrientes pode interferir de formas positivas ou negativas no desenvolvimento da muda. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar a qualidade de mudas de ipê amarelo em função de diferentes lâminas de irrigação e doses de adubação nitrogenada. O trabalho foi realizado na casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, localizado na cidade de Imperatriz – MA. O arranjo experimental foi em esquema fatorial 3×3 no delineamento experimental em blocos casualizado, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por três lâminas de irrigação (50%, 100% e 150% da ETo) e três doses de nitrogênio (0, 100 e 200 mg.dm⁻³), utilizando como fonte nitrogenada o sulfato de amônio. Aos 100 dias após o início da aplicação dos tratamentos foram analisadas a altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST). Também foi calculada a qualidade das mudas pelo Índice de Qualidade de Dickson (IQD). As melhores médias para todas as características quantitativas analisadas foram obtidas nas mudas de ipê-amarelo que receberam o tratamento com 200 mg.dm⁻³ de N e lâmina de irrigação a 100% da ETo. Este tratamento também apresentou o melhor Índice de Qualidade de Dickson, que mede a qualidade das mudas em função de suas características morfológicas.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição mineral; Produção de mudas; Macronutrientes.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA**INTRODUÇÃO**

O ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* Vahl Nich.), pertencente à família Bignoniaceae, é uma espécie arbórea que atinge de 5 a 20 m de altura (Lorenzi, 1992; Goulart et al., 2017). É uma espécie encontrada em florestas pluviais e semidecíduas das regiões Amazônica, Sudeste e Nordeste, onde a família apresenta uma ampla variedade de usos etnobotânicos e econômicos (Gentry, 1980; Silva et al., 2022). Desta forma, estudos que envolvam metodologias para auxiliar seu desenvolvimento são de suma importância, pois proporcionam a possibilidade da sua preservação no meio ambiente. Além da germinação, a boa formação e desenvolvimento das mudas no viveiro também contribui para o sucesso do plantio no campo, sendo que o teor de nutrientes no substrato, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio, tem grande influência na qualidade das mudas produzidas e no seu desenvolvimento (Tucci et al., 2009). Nesse sentido, existem vários estudos sobre a fertilização nitrogenada de mudas de espécies nativas e estes têm evidenciado respostas positivas na produção de mudas (Goulart et al., 2017).

No entanto, no estado do Maranhão, existe uma carência de estudos sobre a resposta de crescimento e qualidade de mudas florestais submetidas a diferentes lâminas de irrigação e doses de adubação nitrogenada. Rodrigues et al. (2011) relatam que a água é essencial para o metabolismo vegetal, participando estrategicamente da constituição celular e do processo de fotossíntese. Contudo, a planta transfere para a atmosfera mais de 95% da água retirada do solo. Dessa maneira, o ideal é aliar a produção com a eficiência do uso da água, surgindo a necessidade do aprimoramento dos fatores de evapotranspiração, adubação, solo e clima (Couto, 2015; Santana et al., 2020a). O nitrogênio (N) é um macronutriente responsável por compor as principais moléculas e estruturas da planta, como clorofila, ácidos nucleicos, proteínas, dentre outros. Além de ser altamente móvel na planta e translocado entre tecidos velhos para a formação de novas estruturas (Malavolta et al., 1997; Marschner, 2012; Araújo et al., 2020).

Diante do exposto, para melhor entendimento da qualidade de mudas florestais, quando submetidas a diferentes lâminas de irrigação e doses de adubação nitrogenada, objetivou-se com esta pesquisa estudar o crescimento de mudas de ipê amarelo em viveiro, sob diferentes lâminas de água e doses de adubação nitrogenada e sua influência na qualidade final das mudas.

METODOLOGIA

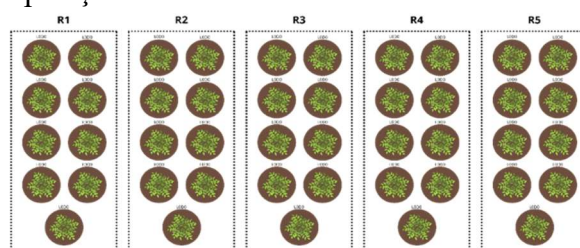
O trabalho foi realizado na casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias da

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, localizado na cidade de Imperatriz –MA (latitude: 5° 31' 32" Sul, longitude: 47° 28' 37" Oeste). Segundo a classificação de Köppen e Geiger, o clima da região é tropical com estação seca. As sementes, após passarem pelo processo de quebra de dormência por 24 horas, foram semeadas diretamente nos recipientes de 50 cm³, contendo substrato vegetal comercial da marca Terra Nova, inerte e adequado para a produção de mudas.

O arranjo experimental adotado foi em esquema fatorial 3 × 3 no delineamento experimental em blocos casualizado, com cinco repetições. Os dois fatores F1 (lâminas de irrigação) e F2 (doses de nitrogênio) foram compostos por 3 níveis cada, sendo: os níveis de F1 corresponderam as seguintes lâminas de irrigação: 50%, 100% e 150% da Evapotranspiração de referência (ET_o), codificados, respectivamente, como L1, L2 e L3; e, os três níveis do F2 foram compostos por 0, 100 e 200 mg.dm⁻³ de N, utilizando como fonte nitrogenada o sulfato de amônio, codificados como D1, D2 e D3, respectivamente (Figura 1).

Figura 1: Esquema da disposição das mudas nos blocos na casa de vegetação.



Fonte: Autor (2023).

As doses de nitrogênio foram aplicadas no dia 1 e num período de 100 dias, que compreenderam os meses de maio a agosto, foram aplicadas as lâminas de irrigação. As lâminas de irrigação foram calculadas por meio da Equação 1 e o coeficiente da cultura (K_c) de 0,78 (Monteiro et al., 2016). As lâminas foram atualizadas no início de cada mês, conforme a média mensal de ET_o demonstrada na Tabela 1.

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad \text{Eq.1}$$

Tabela 1: Média mensal da E_{to} de 2005 a 2018 de Imperatriz – MA (mm.dia⁻¹).

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
4,42	4,18	4,44	4,46	5,03	5,53	6,73	7,90	8,86	7,32	5,26	4,41
Média Geral		5,71									

Fonte: Santana et al. (2020b).

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

As variáveis respostas avaliadas foram: altura da planta (H), que foi obtida com régua graduada em milímetros, medindo-se do nível do solo até a folha mais alta da muda; Diâmetro do colo (DC), obtido com paquímetro digital; Massa Fresca de Raiz (MFR) e Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), que foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g, logo após a separação entre essas partes, utilizando-se estilete; Massa Seca de Raiz (MSR) e a Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) foram obtidas em balança de precisão após peso constante em estufa de circulação forçada à temperatura de 60° C. A Massa Seca Total (MST) em gramas corresponde ao somatório da MSR + MSPA. O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi calculado conforme Equação 2, proposta por Dickson et al., (1960) apud Goulart et al., (2017) apresentada abaixo:

$$IQD = \frac{MST}{\frac{H}{D} + \frac{MSPA}{MSR}} \quad \text{Eq.2}$$

Os dados obtidos foram analisados por meio do teste de Análise de Variância (ANOVA) e pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizado para comparar o efeito da interação entre os dois fatores analisados. Os recursos estatísticos utilizados foram os programas Excel e Assistat 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura, o diâmetro do coleto, as massas fresca e seca da parte aérea e a massa seca total apresentaram resultados semelhantes, onde os melhores resultados foram observados no tratamento L2D3, em que a dose de nitrogênio foi de 200 mg.dm⁻³ associada à lâmina de irrigação a 100% da ETo (Tabela 2 e Figura 2, respectivamente).

Tabela 2: Médias observadas para as variáveis altura (H; cm), diâmetro do coleto (DC; mm), massa fresca da parte aérea (MFPA; g), massa fresca das raízes (MFR; g), massa seca da parte aérea (MSPA; g), massa seca das raízes (MSR; g) e massa seca total (MST; g) de mudas de ipê-amarelo em resposta aos tratamentos.

Tratamento	H (cm)	DC (mm)	MFPA	MFR	MFT	MSPA (g)	MSR	MST	IQD
L1D1	16,26	1,3780	1,6413	1,1829	2,8241	0,4642	0,4030	0,8673	0,0676
L1D2	26,46	2,60	2,6819	4,3660	7,0480	0,9616	1,7087	2,6703	0,2545
L1D3	38,44	3,44	5,9531	3,4273	9,3804	2,1218	1,2813	3,4030	0,2689
L2D1	18,62	1,4660	2,2672	2,3410	4,6082	0,6427	0,6420	1,2847	0,0917
L2D2	32,26	2,9620	5,5568	7,5037	13,0605	1,7868	2,6963	4,4831	0,3958
L2D3	47,42	4,2960	12,9498	9,6017	22,5516	4,2545	3,8127	8,0672	0,6577
L3D1	22,20	1,97	3,0621	1,7900	4,8520	0,8286	0,5187	1,3472	0,1064

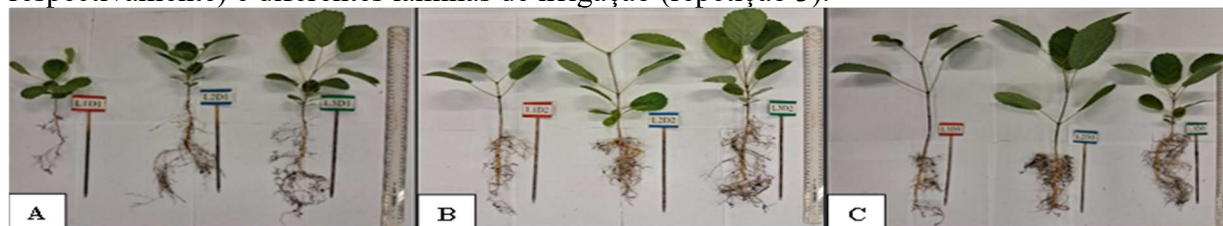
VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

L3D2	25,64	2,70	4,7517	6,1278	10,8795	1,4798	2,0104	3,4903	0,3326
L3D3	35,22	2,7720	6,9923	11,8356	18,8280	2,3087	4,3654	6,6741	0,4945

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Tais resultados podem ser explicados pelo fato de o N ser um macronutriente que aumenta de forma direta o teor de proteína nas plantas (Paulilo et al., 2015). Esta hipótese corrobora com os resultados encontrados por Goulart et al. (2017) onde estes constataram que o N afetou de forma positiva o desenvolvimento das características morfológicas de mudas de ipê-amarelo, ocasionando incremento nas variáveis altura, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total, além disso, os autores afirmam que há certa preferência da espécie por N na forma amoniacal, como sulfato de amônio e nitrato de amônio.

Figura 2: Mudanças de ipê-amarelo que receberam 0, 100 e 200 mg.dm⁻³ de N (imagens A, B e C, respectivamente) e diferentes lâminas de irrigação (repetição 3).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A relação positiva entre a maior dosagem de N e a segunda maior lâmina de irrigação (tratamento L2D3) no desenvolvimento das características das mudas em comparação ao tratamento composto pelo valor máximo dos dois fatores analisados (L3D3), pode ser explicada pela perda de N no processo de nitrificação combinada com a maior quantidade de água aplicada, visto que, o N nítrico apresenta maior mobilidade no solo que o N amoniacal (Instituto da Potassa & Fosfato, 1998), o que, em teoria, teria favorecido a penetração do nitrogênio em maior profundidade e, posteriormente, sua conversão de N nítrico para N₂O ou N elementar (Vieira, 2017), que seriam perdidos para a atmosfera. Este último processo é conhecido como desnitrificação e poderia ter sido favorecido pela menor aeração do substrato em profundidade e pela temperatura elevada na casa de vegetação onde os testes foram realizados.

Apesar da lâmina L3 ser três vezes maior que a L1, as mudas que receberam 200 mg.dm⁻³ de N não mostraram diferença estatística nas alturas médias, evidenciando que a maior quantidade de água não interferiu nos resultados. Este dado é importante para avaliar o uso

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

eficiente da água na produção das mudas de ipê-amarelo. Além da ETo, os cálculos de lâmina de irrigação consideraram o coeficiente da cultura, desta forma, os resultados da melhor lâmina de irrigação nos mostram a importância de conhecer as necessidades das espécies de interesse para um aproveitamento mais eficiente da água.

Este resultado pode ter sido provocado pela menor perda de N, como explicado acima, já que a menor dosagem de água aumentaria a “vida útil” do N no substrato para as mudas. Este resultado fica ainda mais interessante quando observamos as médias sem considerar os resultados estatísticos, em que a média de altura do tratamento L1D3, 38,44 cm, é maior que a média do tratamento L3D3, 35,22 cm (Tabela 2), ou seja, o tratamento que recebeu três vezes menos água teve mudas com alturas maiores. Este resultado, no entanto, não se repete nas massas fresca e seca do sistema radicular, onde as mudas que receberam a menor lâmina de irrigação apresentaram menos MFR e MSR que as que receberam a maior (L3D3). Ao estudar a deficiência hídrica e o crescimento de raízes em mudas de laranjeira, Magalhães Filho (2008), observaram que entre os tratamentos irrigados e não irrigados, o comprimento das raízes fora semelhante, diferindo dos resultados encontrados neste trabalho.

Santos e Carlesso (1988), argumentam que “o déficit hídrico estimula a expansão do sistema radicular para zonas mais profundas e úmidas do perfil do solo”. O resultado oposto neste estudo para as mudas que receberam menos água pode ser explicado pelo fato de as mesmas não estarem em contato direto com o solo, não tendo área para expandir em busca de água. Além disso, a quantidade limitada de água na lâmina L1 resultava numa parte mais úmida do substrato num raio muito pequeno a partir do coleto, o que também poderia explicar o baixo desenvolvimento do sistema radicular.

Goulart et al. (2017) recomendam que a adubação nitrogenada com sulfato de amônio seja feita de forma parcelada. O que é compreensível, considerando a alta dinamicidade do N no solo. O principal objetivo do parcelamento das doses de N é evitar a perda deste nutriente, visto que, geralmente a planta não tem capacidade de absorver todo nutriente que está disponível no solo de uma só vez e em virtude do grande número de reações e perdas a que está sujeito (Instituto Da Potassa & Fosfato, 1998).

A influência do N do desenvolvimento das mudas é confirmado pelos resultados obtidos nos tratamentos em que D1 faz parte, pois, independentemente da lâmina de irrigação, os tratamentos que não receberam doses de nitrogênio apresentaram os menores valores médios em todas as variáveis analisadas (Tabela 2). O índice de qualidade de Dickson (Tabela 2)

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

também corrobora com os resultados apresentados acima, o tratamento L2D3 foi o que influenciou de forma mais significativa o desenvolvimento das mudas de ipê e o tratamento L1D1 o que demonstra menor qualidade.

CONCLUSÕES

As mudas de ipê-amarelo responderam significativamente à adição do nitrogênio na forma de sulfato de amônio, apresentando ganhos em todas as variáveis analisadas. As melhores médias para todas as características quantitativas analisadas foram obtidas nas mudas que receberam o tratamento com 200 mg.dm^{-3} de N e lâmina de irrigação a 100% da ETo (L2D3). Os resultados demonstram que a maior lâmina de água não foi a que mais influenciou no melhor desenvolvimento das mudas, evidenciando a importância do estudo para o uso eficiente da água na produção de mudas. O tratamento L2D3 também apresentou o melhor Índice de Qualidade de Dickson, que mede a qualidade das mudas em função de suas características morfológicas.

APOIO FINANCEIRO

Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) e a Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEAMSUL)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, M. S. *et al.* Desenvolvimento inicial e nutrição de mudas de mogno-africano em resposta à adubação nitrogenada e fosfatada. *Scientia Forestalis*, v. 48, n. 125, e2938, p. 1-12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n125.14>

Couto, J. P. C. *et al.* S. Estimativa diária da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo simples e dual para a cultura da beterraba. In: *XXV – Congresso Nacional De Irrigação E Drenagem*. São Cristóvão: Anais... CONIRD, 2015.

Gentry, A.H. Bignoniaceae - Part I (Crescentieae and Tourrettieae). *Flora Neotropica Monograph, The New York Botanical Garden*, n. 25, p. 1-130, 1980.

Goulart, L. M. L. *et al.* Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em resposta a fertilização nitrogenada. *Floresta e Ambiente*, v. 24, n. 1, p. 1-9, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.137315>

Instituto da Potassa & Fosfato. 1998. Manual internacional de fertilidade do solo, 2º ed. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177 p.

VI Semana Acadêmica de Pesquisa, Inovação e Extensão da UEMASUL
07 a 11 de novembro de 2023- Imperatriz-MA

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum; 1992. 352 p.

Magalhães Filho, J.R. *et al.* Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira ‘valência’ sobre dois tipos de porta-enxerto. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 1, p. 75-82, 2008

Malavolta, E., *et al.* Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed., 319 p. Piracicaba: POTAFOS., 1997.

Marschner, P. *Mineral nutrition of higher plants*. 3 ed., 655 p. London: Academic Press., 2012.

Monteiro E. B., *et al.* Water requirements and crop coefficients of tropical forest seedlings in different shading conditions. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.* n. 20, p. 709-715.

Paulilo, M. T. S.; Viana, A. M.; Randi, A. M. *Fisiologia Vegetal*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. 182 p.

Rodrigues, S. B. S., *et al.* Necessidades hídricas de mudas de eucalipto na região centro oeste de Minas Gerais. *Irriga*, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 212-223, abr-jun, 2011. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2011v16n2p212>.

Sanatana, M. J. *et al.* Estimativa da evapotranspiração e dos coeficientes de cultivo da cultura da beterraba. *Rev. Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 14, n. 4, p. 4141-4153, 2020a. DOI: 10.7127/rbai.v14n401185.

Santana, J. S. *et al.* Diagnóstico da irrigação na agricultura familiar de Imperatriz - MA. *Rev. Sustinere*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 515-538, jul-dez, 2020b.

Santos, R. F.; Carlesso, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

Silva, F. H. *et al.* Primeira ocorrência de *Prospodium bicolor* em ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius*) no Cerrado Piauiense. *Summa Phytopathol*, Botucatu, v. 48, n. 1 p. 37, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/185338>

Tucci, C. A. F. *et al.* Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). *Acta Amazonica*, 39(2): 289-294, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000200007>.

Vieira, R. F. *Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas*. Brasília: Embrapa, 2017. 163 p.