



PRODUTIVIDADE DE SEMENTE DA MORINGA SOB COMPLEMENTAÇÃO HÍDRICA COM ÁGUA PRODUZIDA DO PETRÓLEO SINTÉTICA COMO ALTERNATIVA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Jéssica Crhistie de Castro Granjeiro¹, Francielle Gurgel de Castro Alves¹, Francimar Maik da Silva Moraes¹, Rodrigo Rafael da Silva¹, José Francismar de Medeiros¹.

¹Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA),

RESUMO

A Moringa oleífera Lam (moringa) é uma espécie que apresenta múltiplas potencialidades, facilidade de manejo e adaptada para condições climáticas árida e semiárida. O aproveitamento da água produzida do petróleo para irrigação complementar dessa cultura poderá ser uma alternativa para o aumento de sua produtividade. Desta forma, objetivou-se avaliar a produção de sementes da moringa, matéria prima para biodiesel, submetidas aos efeitos da salinidade das água produzidas (0,5; 2,5 e 4,5 dS m⁻¹) e lâminas de irrigação (0,33ETc; 0,66ETc e 1,00ETc). O experimento foi realizado na Universidade Federal do Semi-Árido, Campus Leste – Mossoró-RN, adotando delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições em esquema fatorial 3x3+1, durante período reprodutivo da cultura de 6 meses. As características avaliadas foram: produção de vagens, semente e seus respectivos pesos, a fim de avaliar a possibilidade de sua utilização para produção de biodiesel. A produção de sementes aumentou com a lâmina de irrigação de 66% da ETc estimada para a cultura. Não houve variação na produção de semente relacionada aos efeitos da salinidade.

Palavras-chave: *Moringa oleifera* Lam; Biodiesel; Oleaginosas; Sustentabilidade

INTRODUÇÃO

A região semiárida apresenta baixo índice pluviométrico e escassez hídrica devido a concentração de chuvas em período curto do ano. A Moringa é uma planta oleaginosa originária da Índia, adaptada a climas semiárido e tropical. Souto e Maior Junior (2018) a descrevem como uma planta de múltiplos usos, que vem se difundindo ao decorrer dos anos pela capacidade de adaptação aos climas quentes e secos.

Uma importante potencialidade econômica nos Estados do Rio Grande do Norte e Ceará é a extração e refinamento de petróleo, processos industriais que proporcionam efluentes líquidos em volume superior ao óleo produzido no processo de extração. De acordo com a resolução do CONAMA 393/2007, a composição desta água residuária varia com os processos produtivos efetivados e causam impactos ambientais locais caso sejam descartadas sem tratamento prévio (Silva et al., 2019).

Diante desta problemática, uma das alternativas para uso dessa água, após tratamento prévio, é a irrigação de culturas oleaginosas, visando a produção de sementes e a extração de óleo para utilização no biodiesel (PINTO et al., 2016). Deste modo, a moringa apresenta-se como cultura viável a ser irrigada com este efluente devido a sua característica de adaptabilidade a região semiárida, embora os níveis de sais presentes nas mesmas podem ser um fator limitante.

Nesse viés, Silva et al. (2013) evidenciaram a potencialidade da moringa para a produção de biodiesel, devido as propriedades de alto teor de ácido oleico e baixo teor de insaturação determinadas no óleo extraído das suas sementes. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo determinar a produtividade de sementes da Moringa oleífera Lam para extração de óleo e consequente produção de biodiesel, utilizando a complementação hídrica com diferentes lâminas e diferentes níveis de salinidade da água produzida sintética, que é um dos principais problemas existentes nestas águas, por necessitar de tratamentos atualmente antieconômico para sua redução.

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida em área experimental de 0,3 ha, localizada no campus Leste da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), no município de Mossoró/RN. Inicialmente, produziu-se as mudas da moringa em bandejas de polietileno em casa de vegetação, sendo transplantadas no dia 05 de julho de 2022, no espaçamento de 3,0 x 3,0 m. Os tratamentos dispuseram-se em esquema fatorial de 3x3+1 (testemunha), sendo um fator lâminas de irrigação (L1= 0,33ETc, L2= 0,67ETc e L3=1,00ETc) e o outro fator os níveis de salinidade da água produzida sintética (S1= 0,5; S2=2,5 e S3=4,5 dS.m⁻¹), além de um tratamento adicional sem irrigação, conforme referenciado na figura 1.

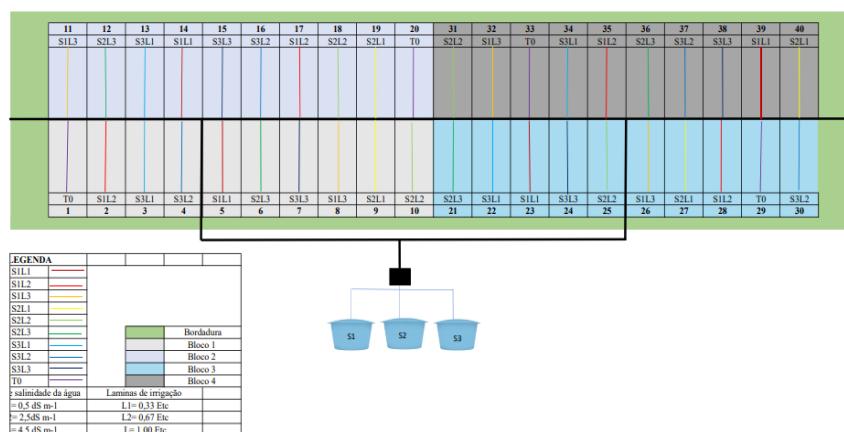


Figura 1. Croquis da área experimental.

Durante o experimento, foram realizados tratos culturais, como: capinas manuais, controle de pragas e doenças, adubações de cobertura e podas. A poda de formação ocorreu quando a planta atingiu a altura de 1,2m, aproximadamente 3 meses após o transplante, cortando na altura de 0,8m da haste principal, seguidas de duas podas de condução quando as plantas atingiram a altura de 2 m, a cada 2 meses, sendo o corte na altura de 1,20 m em ambos os cortes.

A lâmina de irrigação média aplicada diariamente foi contabilizada de acordo com a tabela 01, onde a maior lâmina de irrigação (L3) condiz com a ETc da cultura, estimada pelo balanço hídrico, e as demais (L1 e L2) apresentam condição de estresse hídrico na proporção de 33% e 66% da ETc.

Tabela 1. Lâminas de irrigação média diária e volume médio diário aplicado por planta para L1, L2 e L3 durante 80 dias, após o período chuvoso.

Discriminação	L3	L2	L1
Lâmina média diária (mm)	1,13	0,75	0,37

Volume médio por planta (L)	10,13	6,75	3,37
------------------------------------	--------------	-------------	-------------

A irrigação foi feita por um sistema de irrigação localizada utilizando microtubos e o manejo foi realizado pelo monitoramento da umidade do solo, a partir da medição por tensiometria, de modo que o potencial matricial da água no solo ficasse entre a capacidade de campo (-6 kPa) e umidade crítica, estimada em -30 kPa, isto para a maior lâmina de irrigação (L3 - 100% da ETc) e a água S1. Os tratamentos que receberam as lâminas L1 e L2 foram irrigados no mesmo momento dos L3, com quantidades de água proporcional ao L3. Durante o período chuvoso, as irrigações apenas foram realizadas quando a umidade do solo atingiu a umidade crítica, conforme apresentado na figura 2.

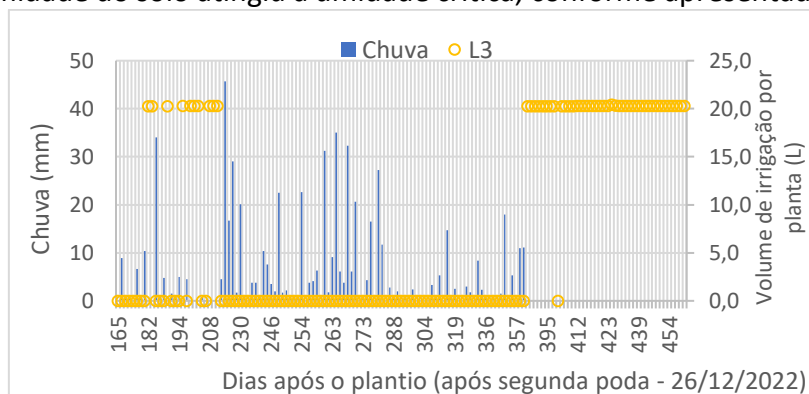


Figura 2. Chuvas diárias e volume de água aplicado por planta para a lâmina L3 (100% da ETc) a partir da última poda de formação da Moringa.

A primeira colheita de sementes foi iniciada em setembro de 2023, e realizou a estimativa da produção dessa colheita a partir dos frutos colhidos até 25/10/2023 e os frutos formados contidos nas plantas. A partir dos frutos secos colhidos, determinou-se número médio de sementes por fruto e massa média das sementes, e somando os frutos colhidos mais os não colhidos, estimou-se o rendimento de sementes para umidade de 10% (kg ha^{-1}) ($Y = NV \times NSV \times MS \times 9,0/10$), sendo NV – número total de frutos colhidos por planta, NSV – número médio de sementes por fruto e MS – massa média de uma semente, em g. Os dados de produtividade e componentes da produção foram submetidos a análise de variância (ANOVA), verificando-se as significâncias ao nível de 5%, conforme descrito por Banzatto & Kronka (2006). Àquelas análises significativas foram aplicadas o teste de Tukey a 5% de probabilidade entre os níveis dos fatores estudados, e aplicou-se o teste de Dunnett para comparar as médias dos níveis dos fatores estudados com o tratamento testemunha (sem irrigação).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados climáticos são de extrema importância para a condução do experimento, onde de acordo com a utilização da água produzida com alto teor de salinidade, o período chuvoso dessaliniza facilmente o solo, evitando impacto ambiental, conforme as figuras 3 e 4. No início do período chuvoso, aplicou-se 210 L por planta na lâmina L3 (100% da ETc) e no período seco, após as chuvas, quando voltou para irrigar a moringa novamente, aplicou-se 600 L por planta num período de 80 dias, o que corresponde a uma Lâmina bruta de irrigação de $600/9 = 66,7$ mm, para um período onde o somatório da evapotranspiração de referência foi de 469 mm, que considerando uma eficiência de aplicação de 90%, podemos estimar num coeficiente de

cultura (kc) médio para o período de 0,134, bem inferior ao encontrado por Santos et al. (2017) em condições de lisimetria, que aos 240 dias após o transplântio verificou-se valor de 0,8 crescendo para 1,7 aos 260 dias, mantendo-se constante até os 295 dias. Vale ressaltar que a moringa tem vários ciclos de produção, onde vegeta com o aumento da área foliar, em seguida flora e frutifica, seguido de desfolha que ocorre com a maturação dos frutos, período este que deve ocorrer uma redução significativa do kc.

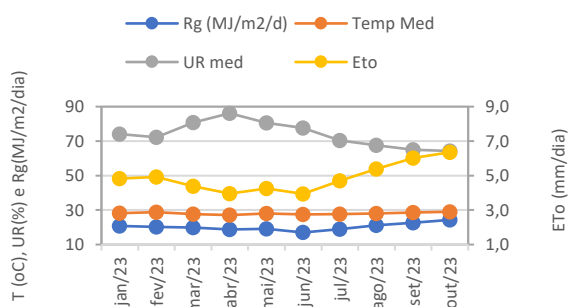


Figura 3. Dados climáticos durante o ano de 2023, médias mensais

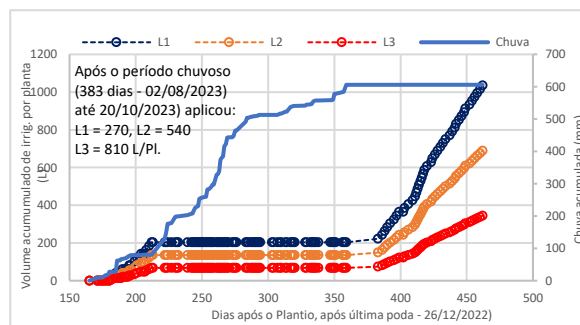


Figura 4. Chuva acumulada e lâminas de irrigação aplicada acumuladas desde a última poda de formação

De acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 1), não houve efeito significativo para as interações L x S, nem para a salinidade (S) das águas produzidas, e para Lâmina de irrigação (L), houve efeito significativo apenas para Rendimento de sementes, onde a Lâmina intermediária (66% da ETc) proporcionou maior rendimento. Quando se compara o rendimento de sementes obtido nas plantas de moringa não irrigadas com aquelas irrigadas, verifica-se que o uso de água mais salobra (S3) e o uso lâmina de irrigação intermediária (L2 – 66% da ETc) aumentou de forma significativa em 76% e 91%, respectivamente, mesmo comportamento observado para número de vagens por planta, em que os aumentos foram de 77% e 79% para os respectivos níveis.

Tabela 1. Médias, significância estatística do teste F e diferenças mínimas significativas para os testes de Tukey e Dunnett para o rendimento de sementes, número de sementes por vagem, número de vagens por planta (NVPI) e peso de 100 sementes obtidas para as plantas não irrigadas (T0), ou irrigadas com águas de diferentes salinidades (S1 a S3) ou com diferentes Lâminas de irrigação (L1 a L3)

Discriminação	Rendimento (kg/ha)	Semente/vagem	NVPI	Peso100 sem. (g)
Médias				
T0	191,8	13,0	52,9	26,5
S1	288,5 a	12,1 a	82,5 a	28,8 a
S2	268,2 a	11,3 a	75,3 a	28,8 a
S3	337,1*a	12,6 a	93,7*a	27,0 a
L1	264,5 b	12,3 a	75,1 a	27,1 a
L2	374,3*a	13,1 a	94,8*a	27,8 a
L3	255,0 b	10,5 a	81,6 a	29,8 a
CV(%)	36,4	25,0	30,9	23,4
Sig (Sal)	0,269	0,591	0,208	0,759
Sig (Lam)	0,016	0,102	0,162	0,584
Sig (S x L)	0,847	0,781	0,798	0,796

dms Tukey	105,8	3,1	25,2	6,7
dms(Dunnett)	140,8	4,1	33,6	8,8

* Indica diferença significativa pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade entre o tratamento sem irrigação (T0) e os valores médios obtidos pelos níveis de salinidade da água (S1 a S3) ou lâminas de irrigação (L1 a L3). Letras minúsculas nas colunas comparam médias entre os níveis de salinidade ou entre as lâminas de irrigação pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

O rendimento de sementes na primeira colheita pós-período chuvoso e seus componentes de produção não foram influenciados pela salinidade da água produzida do petróleo medida pela condutividade elétrica, para valores de pelo menos 4,5 dS m⁻¹.

O uso da irrigação com água produzida no período antes e pós-chuvas aumentou a irrigação quando se aplicou 66% da evapotranspiração máxima da cultura.

AGRADECIMENTOS

PPGMSA; PRH-ANP; UFERSA.

REFERÊNCIAS

- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237
- PINTO, F. V. S.; ANDRADE, J. P. S.; MAIA, D. F.; GUIMARÃES, I. O.; REUSO DE ÁGUA PRODUZIDA PARA FINS DE IRRIGAÇÃO NO SEMIÁRIDO. I CONIDIS – Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. 2016.
- SILVA, C. S.; MARTINHON, P. T.; SOUZA, J. M. T.; SOUSA, C.; ROCHA, A. S.; BREVE REVISÃO SOBRE ÁGUA PRODUZIDA. 16º Congresso Nacional do Meio Ambiente. Poços de Caldas- MG- Brasil. I ISSN on-line N° 2317-9686 – V. 11 N.1 2019
- SILVA, T. C. S.; NUNES, T. P.; COSTA, D. G.; LIMA, L. A. L. C.; SILVA, G. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. M.. UTILIZAÇÃO DE SEMENTES DE MORINGA OLEÍFERA LAM COMO ALTERNATIVA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL. *Revista Gestão, Inovação e Tecnologias*, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 012-025, 15 jun. 2013. Centivens Institute of Innovative Research. <http://dx.doi.org/10.7198/s2237-0722201300020002>.
- SOUTO, Patrícia Carneiro; MAIOR JUNIOR, Sigismundo G. Souto. ORIGEM, BOTÂNICA E MORFOLOGIA DA MORINGA. In: SILVA, Gabriel Francisco da (org.). *Potencialidade da Moringa oleifera Lam*: volume iv. 4. ed. Aracaju-Se: Ufs, 2018. Cap. 1. Revisão: Ana Eleonora de Almeida Paixão.
- SANTOS, C.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; SANTOS, M.A.L.; PEDROSA, E.M.R. Evapotranspiração e coeficientes de cultura da moringa oleifera em condições semiáridas em pernambuco. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*. Campina Grande, v. 21, n. 12, p. 840-845, dezembro de 2017.