

Respostas fisiológicas de plantas do gênero *Manihot* em diferentes condições hídricas

Emerson Wilberto Silva Leite¹; Alysson Menezes Sobreira²; Welson Lima Simões³ Victor Hugo Freitas Gomes⁴; Rafaela Priscila Antonio⁵; Lindomar Maria da Silveira⁶

Resumo

Com este estudo, objetivou-se avaliar o comportamento fisiológico de plantas do gênero *Manihot* submetidas a diferentes regimes hídricos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, num esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas três condições de regimes hídricos (simulação da chuva; reposição de 100% da evapotranspiração da cultura (ETc); e um déficit hídrico com reposição de 20% da ETc) e as subparcelas quatro plantas do gênero *Manihot* ('Gema de Ovo', 'Engana Ladrão', BGMS79 e BGMS24). Aos 120 dias após a aplicação dos tratamentos foram avaliadas a condutância estomática, a transpiração e a taxa fotossintética das plantas por meio de um analisador de gases por infravermelho (IRGA, LI-6400XT). As plantas avaliadas demonstram respostas fisiológicas diferenciadas aos regimes hídricos testados, com destaque a BGMS79, que apresentou melhores resultados ao regime de 100% da ETc, que o da simulação da chuva. As plantas de Gema de Ovo se destacam das demais por não demonstrarem redução nas suas atividades fotossintética quando submetidas ao estresse hídrico.

Palavras-chave: déficit hídrico, germoplasma, plantas forrageiras.

¹Engenheiro Agrícola e Ambiental, mestrando em Engenharia Agrícola — Univasf, Petrolina, PE.

²Engenheiro-agrônomo, mestrando em Produção Vegetal — UFRPE/UAST, Serra Talhada, PE.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, welson.simoes@embrapa.br.

⁴Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Engenharia Agrícola — Univasf, Petrolina, PE.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁶Engenheira-agrônoma, D.Sc em Fitotecnia, professora da Ufersa, Mossoró, RN.

Introdução

O gênero *Manihot* possui grande variedade de espécies distribuídas em várias regiões do País (Orlandini; Lima, 2014). As plantas deste gênero são utilizadas como forrageira na criação de animais no Semiárido brasileiro em virtude das suas adaptabilidades ao clima da região e a suas características nutricionais. Essas plantas desempenham um importante papel tanto econômico quanto social, pois serve como alternativa para a alimentação dos rebanhos (Castro et al., 2007).

Além disso, o gênero se destaca devido à sua tolerância à seca e facilidade de cultivo em solos pobres. Entretanto, em contraponto, tem-se a presença de substâncias tóxicas em sua composição que, mal manejada, podem ser prejudiciais aos animais (Soares, 2001; Alves, 2006).

As plantas, quando submetidas ao déficit hídrico, tendem a diminuir a sua capacidade fotossintética limitando também seu desempenho produtivo, devido à baixa produção de fotoassimilados. Nesse contexto, algumas espécies vegetais conseguem desenvolver processos adaptativos em níveis moleculares, celulares, bioquímicos e fisiológicos, que possibilitam a sua sobrevivência nesses ambientes (Putpeerawit et al., 2017).

Com este estudo, objetivou-se avaliar o comportamento fisiológico de plantas do gênero *Manihot* submetidas a diferentes regimes hídricos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Caatinga, pertencente à Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE, com as coordenadas 09°03'25" de latitude Sul, 40°28'95" de longitude Oeste e 395 m de altitude, sendo o clima classificado, segundo Köppen, como BSw^h. A temperatura média anual é de 26,5 °C, variando entre 21 °C e 32 °C, com uma evaporação média anual em torno de 2.000 mm, umidade relativa do ar média anual em torno de 67,8%, com 3.000 horas de brilho solar e velocidade do vento de 2,3 m s⁻¹. O solo da área experimental, conforme Santos et al. (2013), é classificado como Neossolo quartzarênico, sendo a sua classificação textural definida como franco arenoso (Lemos; Santos, 1996).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições, sendo as parcelas três condições de regimes hídricos: simulação da chuva (com uso das séries históricas dos últimos 30 anos da região, no qual foram dispostos microaspersores nas parcelas experimentais para simulação da quantidade de água precipitada no período chuvoso) no período de 4 meses; reposição de 100% da evapotranspiração da cultura (ET_c) e um déficit hídrico com reposição de apenas 20% da ET_c, sendo estes dois últimos irrigados por gotejamento; e nas subparcelas, quatro plantas do gênero *Manihot* ('Gema de Ovo', 'Engana Ladrão'; BGMS79 e BGMS24) coletadas no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) pertencente à Embrapa Semiárido. As duas plantas centrais das subparcelas foram consideradas como plantas úteis.

Conforme proposto por Allen et al. (1998), utilizou-se a evapotranspiração de referência (ET_o) obtida de uma estação meteorológica instalada próximo ao local do experimento e o coeficiente de cultura (K_c) variando de 0,3 a 1,1, conforme descritos pelos mesmos autores.

Aos 120 dias após a aplicação dos tratamentos, foram avaliadas as variáveis fisiológicas, selecionando-se folhas maduras fisiologicamente e avaliando-se a condutância estomática, a transpiração foliar e a fotossíntese, por meio de um analisador de gases por infravermelho (IRGA, LI-6400XT). As leituras foram realizadas em dias sem nebulosidade, para evitar instabilidades causadas por variações rápidas da radiação solar, das 9h às 11h.

As análises estatísticas foram realizadas no programa Sisvar (Ferreira, 2014), sendo as médias das variáveis comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Observou-se interação significativa entre as plantas e os regimes hídricos para as características fotossíntese, condutância estomática e transpiração. Para os resultados obtidos de fotossíntese, pôde-se notar que as plantas 'Gema de Ovo' e BGMS24 tiveram maiores taxas fotossintéticas que os demais, quando submetidas ao regime hídrico baseado na simulação de chuva (Tabela 1).

Tabela 1. Médias para fotossíntese ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) das plantas do gênero *Manihot* submetidos a diferentes regimes hídricos⁽¹⁾.

Plantas	Chuva	100% ETC	20% ETC
Gema de Ovo	27,08 aA	24,63 aB	21,95 aA
Engana Ladrão	25,02 aB	24,92 aB	18,40 bA
BGMS79	25,42 bB	29,78 aA	21,16 bA
BGMS24	27,91 aA	26,07 aB	21,00 bA

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ETC = evapotranspiração da cultura.

Maiores valores para a fotossíntese também foram verificados para a planta BGMS79 em 100% da ETC. O fato de o valor de fotossíntese encontrado em 'Gema de Ovo' não ter sido superior àqueles observados nas demais cultivares, no tratamento com 100% da ETC, pode estar associado ao sistema de irrigação utilizado. Neste tratamento, o volume de água foi aplicado via gotejamento e a mesma não atinge a parte aérea da planta como no tratamento de simulação de chuva. No regime com limitação hídrica (20% da ETC), as plantas não diferiram estatisticamente entre si para esta variável. utilizado, em que no tratamento de 100% da ETC, o volume de água é aplicado via gotejamento e a mesma não atinge a parte aérea da planta. No regime com limitação hídrica (20% da ETC), as plantas não diferiram estatisticamente entre si para esta variável.

De modo geral, verificou-se que os regimes com maior oferta de água (simulação de chuva e 100% da ETC) promoveram maior taxa fotossintética para a maioria das plantas, quando comparados ao regime com menor disponibilidade hídrica (20% da ETC) (Tabela 1), observando-se que a planta 'Gema de Ovo' não apresentou diferença significativa entre os regimes. Considerando-se que esta característica fisiológica da planta reflete diretamente o efeito do estresse hídrico (Taiz; Zeiger, 2013), este resultado indica que as plantas de 'Gema de Ovo' apresentam maior tolerância ao estresse hídrico aplicado que as demais avaliadas.

Para a condutância estomática em regime de simulação de chuva, pôde-se observar que a planta 'Gema de Ovo' apresentou a maior média (Tabela 2). Em regime com 20% e 100% da ETC, todas as plantas tiveram o mesmo comportamento, não apresentando diferenças estatísticas entre si (Tabela 2).

Conforme descrito para fotossíntese, esta diferença de condutância estomática entre as plantas para o tratamento de simulação de chuva pode estar associada à adaptabilidade da planta à forma de aplicação da água, em que, neste tratamento, a parte aérea das plantas era molhada, o que criava um microclima diferenciado que pode ter interferido nos processos fisiológicos das mesmas.

Tabela 2. Médias para condutância estomática ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de plantas do gênero *Manihot* submetidas a diferentes regimes hídricos⁽¹⁾.

Plantas	Chuva	100% ETC	20% ETC
Gema de Ovo	0,53 aA	0,30 aA	0,23 bA
Engana Ladrão	0,38 aB	0,32 aA	0,20 bA
BGMS79	0,30 bC	0,45 aA	0,18 bA
BGMS24	0,36 aB	0,32 aA	0,20 bA

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ETC = evapotranspiração da cultura.

Comparando-se as plantas com relação aos diferentes regimes hídricos, verificou-se que a condutância estomática foi maior onde não houve limitação da disponibilidade de água para as plantas (simulação da chuva e 100% da ETC), com exceção a BGMS79 que foi menor na simulação de chuva, o que pode estar associado à sua adaptabilidade à forma de aplicação da água, conforme descrito para fotossíntese.

A partir dos resultados observados para a condutância estomática nas plantas avaliados (Tabela 2), pode-se comprovar que o fechamento dos estômatos é um dos primeiros mecanismos fisiológicos das plantas a serem influenciados pela menor disponibilidade hídrica, tendo como objetivo a promoção da maior turgescência celular por meio de ajustes em seu metabolismo, destacando o acúmulo de substâncias orgânicas, principalmente aminoácidos como a prolina, conforme observado por Royer (2001) e Silva et al. (2004).

Os resultados obtidos para a transpiração foram similares aos observados para a condutância estomática, quando as plantas foram submetidas ao regime de simulação de chuva, em que 'Gema de Ovo' apresentou a maior média e o BGMS79 a menor (Tabela 3). Similar ao observado para fotossíntese, no regime hídrico com 100% da ETC, a planta BGMS79 se destacou, apresentando o maior valor. A taxa transpirométrica também foi semelhante para todas as plantas submetidas a 20% da ETC.

Tabela 3. Valores do teste de média para transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) de plantas do gênero *Manihot* submetidos a diferentes regimes hídricos⁽¹⁾.

Plantas	Chuva	100% ETC	20% ETC
Gema de Ovo	9,00 aA	5,91 bB	4,76 bA
Engana Ladrão	7,12 aB	6,21 aB	4,57 bA
BGMS79	6,01 bC	7,68 aA	4,10 cA
BGMS24	6,82 aB	6,09 aB	4,37 bA

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ETC = evapotranspiração da cultura.

Os resultados demonstram que a sensibilidade fisiológica das plantas, com relação aos diferentes regimes hídricos, é diferenciada, com destaque para a planta 'Gema de Ovo', que mesmo fechando o estômato e reduzindo a transpiração com o déficit hídrico, conseguiu manter elevada sua atividade fotossintética.

Conclusões

As plantas avaliadas demonstram respostas fisiológicas diferenciadas aos regimes hídricos testados, tendo destaque a BGMS79 que apresentou melhores resultados ao regime de 100% da ETc que o da simulação da chuva.

As plantas de 'Gema de Ovo' se destacam das demais por não demonstrarem redução nas suas atividades fotossintética quando submetidas ao estresse hídrico.

Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiração de culturas: Diretrizes para calcular as necessidades de água das culturas**. Roma: FAO, 1998. 300 p. (FAO - Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Tropical. Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. cap. 7, p. 138-169.
- CASTRO, J. M. C.; SILVA, D. S.; MEDEIROS, A. N.; PIMENTA FILHO, E. C. Desempenho de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas completas contendo feno de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 674-680, 2007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um guia para seus procedimentos de bootstrap em múltiplas comparações. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- LEMO, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84 p.
- ORLANDINI, P.; LIMA, L. R. Sinopse do gênero *Manihot* Mill. (Euphorbiaceae) no Estado de São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, v. 41, p. 51-60, 2014.
- PUTPEERAWIT, P.; SOJIKUL, P.; THITAMADEE, S.; NARANGAJAVANA, J. Análise genômica ampla da família gênica de aquaporina e suas respostas às condições de estresse hídrico na mandioca. **Fisiologia Vegetal e Bioquímica**, v. 121, p. 118-127, 2017.
- ROYER, D. L. Densidade estomática e índice estomático como indicadores da concentração de CO₂ paleoatmosférico. **Resenha de Palaeobotany and Palynology**, v. 114, n. 2, p. 1-28, 2001.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; BRITO, J. Z.; CABRAL, E. L. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 59, n. 2, p. 201-205, 2004.

SOARES, J. G. G. **Utilização da maniçoba para ensilagem**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 2001 (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 100).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TEIXEIRA, A. H. de. C. **Informações Agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA - 1963 a 2009**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010 (Embrapa Semiárido. Documentos, 233). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31579/1/SDC233.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2018.