

VARIABILIDADE DAS TROCAS GASOSAS ENTRE CLADÓDIOS DE PALMA FORRAGEIRA (*Nopalea cochenillifera*) CULTIVADAS EM TELADO SOB IRRIGAÇÃO

VARIABILITY OF GAS EXCHANGES BETWEEN CLADODES OF CACTUS PEAR (*Nopalea cochenillifera*) CULTIVATED IN GREENHOUSE UNDER IRRIGATION

Alves, FAL¹; Santos, DC²; Silva, SMS²; Oliveira, MAB²

¹Instituto Agronômico de Pernambuco, Estação Experimental de Caruaru, Povoado de Malhada de Pedra, s/n, zona rural, 55.100-000, Caruaru, Pernambuco, Brasil. abel.alves@ipa.br

²Instituto Agronômico de Pernambuco, Estação Experimental de Arcoverde, BR-232, km 253, zona rural, 56.500-000, Arcoverde, Pernambuco, Brasil. djalma.cordeiro@ipa.br; servulo.siqueira@ipa.br; marciano.arcanjo@hotmail.com

INTRODUÇÃO: A palma forrageira (*Opuntia* spp. e *Nopalea* spp.) são plantas muito cultivadas na região semiárida do Brasil. Estima-se que aproximadamente 600.000 ha são cultivados com as espécies *O. ficus indica* (cv. Gigante, Redonda e IPA clone 20), *N. cochenillifera* (cv. IPA-Sertânia e Miúda) e *O. stricta* (cv. Orelha de Elefante Mexicana). Essas plantas são utilizadas para diversos fins, alimentação humana e animal, produção de energia, medicina, cosméticos, indústria química e alimentícia, produção de corante de carmim, uso como cercas vivas, paisagismo, controle da erosão e conservação do solo. No Brasil essa planta é muito difundida e utilizada como forragem na alimentação animal, principalmente na época seca; E na alimentação humana através do consumo de seus frutos. Por apresentarem o metabolismo fotossintético Ácido das Crassuláceas-CAM, essas plantas são adaptadas a região semiárida, onde o principal fator limitante para a produção nessas regiões é a água (ALVES, 2015). No metabolismo fotossintético CAM, as plantas abrem seus estômatos durante a noite, quando as temperaturas são mais amenas, para fixação de CO₂, e fecham durante o dia, quando as temperaturas são elevadas, evitando a perda de água, e aumentando a eficiência no uso da água (TAIZ et al., 2017). Na literatura a maioria dos trabalhos sobre trocas gasosa e fotossíntese em palma forrageira são descritos na espécie *O. ficus indica*, não tendo nada publicado na espécie *N. cochenillifera*, principalmente, nas variedades cultivadas no Brasil. Além disso, os trabalhos não especificam qual ordem do cladódio é avaliado. Assim, o objetivo desse trabalho foi determinar as trocas gasosas e eficiência no uso da água de cladódios de palma forrageira (*N. cochenillifera*), variedade Miúda, cultivada em condições de telado sob irrigação na região semiárida.

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi determinar as trocas gasosas e eficiência no uso da água de cladódios de palma forrageira (*N. cochenillifera*), variedade Miúda, cultivada em condições de telado sob irrigação na região semiárida. As plantas foram cultivadas em telado sob condições reduzidas de luminosidade (50%), e irrigadas a cada sete dias, com 1/3 da evapotranspiração total semanal. Foram determinados a taxa de fotossíntese líquida (P_n), taxa de transpiração (E), condutância estomática (C), e eficiência no uso da água (EUA), de plantas com dois anos de idade. As medições foram feitas, em todos os cladódios, as 6:00, 12:00, 18:00 e 00:00 horas, com o auxílio do





III SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS EM
PRODUÇÃO VEGETAL NO
SINPROVS

aparelho *Ultra-Light* CI-340®, da CIDBio-Science. A P_n varia de $-1,09 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (12:00 h – cladódio terciário) a $11,25 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (00:00 h – cladódio terciário e quaternário). A E de $0,02 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (18:00 h – cladódio primário e secundário) a $0,44 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (00:00 h – cladódio secundário). A C de $0,00 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (ausência de luz) a $10,11 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (12:00 h – cladódio quaternário). A EUA de $0,005 (\text{mmol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1})$ (12:00 h) a $0,060 (\text{mmol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1})$ (00:00 h). As plantas realizaram a abertura estomática e trocas gasosas, diuturnamente. A perda de H_2O é mais evidente a noite e ao meio dia. A assimilação de CO_2 predomina a noite. A palma forrageira é uma planta CAM-facultativa, dependendo das condições ambientais a qual a planta está exposta, abrindo seus estômatos diuturnamente para realizar suas trocas gasosas. A variação nos valores médios dos parâmetros avaliados entre as ordens dos cladódios é evidente.

PALAVRAS-CHAVE: Estresses abióticos; Fotossíntese, Metabolismo Ácido das Crassuláceas-CAM;

METODOLOGIA: O estudo foi conduzido na estação experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), localizado em Arcoverde, Pernambuco, Brasil. A palma forrageira (*N. cochenillifera*), variedade Miúda (IPA-100004), foi cultivada no espaçamento, 1,00 m entre filas e 0,20 m entre plantas, sob condições de telado, com tela de redução da luminosidade de 50%. As plantas foram irrigadas a cada 7 (sete) dias, com 1/3 da evapotranspiração total semanal (QUEIROZ *et al.*, 2016). Na implantação do ensaio e a cada um ano, as plantas foram adubadas com 20t.ha^{-1} de esterco bovino, aplicados ao solo, entre as fileiras. A determinação da variação diária na temperatura do ar ambiente, dos cladódios, radiação fotossintética ativa, taxa de fotossíntese líquida, taxa de transpiração, condutância estomática e eficiência no uso da água, dos cladódios de palma forrageira, com dois anos de idade, foram feitas as 6:00, 12:00, 18:00 e 00:00 horas. O aparelho utilizado para a determinação desses parâmetros foi o Sistema de Fotossíntese portátil *Ultra-Light* CI-340®, da CIDBio-Science. O estudo foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. A análise dos dados foi realizada determinando-se as médias e desvios padrão, através do programa Excel da Microsoft® Office 2010.

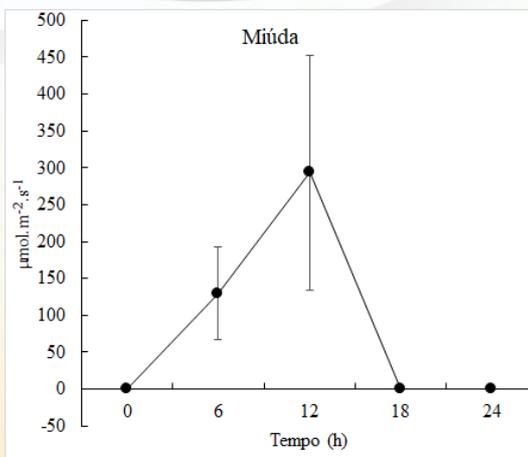
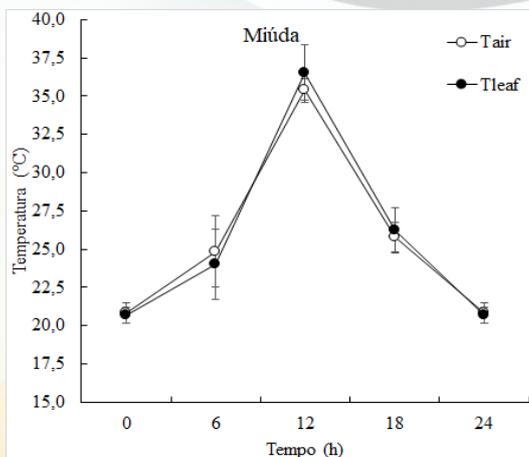


Figura 1. Temperatura do ar ambiente e do cladódio (A) e radiação fotossintética ativa (B), das condições de cultivo da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*), no município de Arcoverde, Pernambuco, Brasil

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 2 mostra a variação diária na taxa de fotossíntese líquida, taxa de transpiração, condutância estomática e eficiência no uso da água, de cladódios de palma forrageira (*N. cochenillifera*), variedade Miúda (IPA-100004), cultivadas sob condições de telado sob irrigação, no município de Arcoverde, Pernambuco, Brasil. A variação nos valores médios dos parâmetros avaliados entre as ordens dos cladódios é evidente. A taxa fotossintética líquida varia de $-1,09 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (12:00 h – cladódio terciário) a $11,25 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (00:00 h – cladódio terciário e quaternário). A taxa de transpiração de $0,02 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (18:00 h – cladódio primário e secundário) a $0,44 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (00:00 h – cladódio secundário). A condutância estomática de $0,00 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (ausência de luz) a $10,11 \text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (12:00 h – cladódio quaternário). A eficiência no uso da água $0,005 (\text{mmol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}) / (\text{mmol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1})^{-1}$ (12:00 h) a $0,060 (\text{mmol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}) / (\text{mmol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1})^{-1}$ (00:00 h). A variação no perfil médio diário em todos os parâmetros analisados na palma forrageira é esperada, tendo em vista que no metabolismo fotossintético CAM, as plantas abrem seus estômatos a noite para a fixação do CO_2 e fecham eles durante o dia, evitando a perda de água, pela transpiração (TAIZ et al., 2017). Além disso, devido a arquitetura da planta, onde os cladódios estão dispostos em todas as direções, para captação de luz e equilíbrio da planta, um cladódio acaba sombreando outro, dependendo da posição do sol durante a hora do dia, alterando as taxas fotossintéticas e trocas gasosas individuais de cada cladódio. Como as plantas foram cultivadas em casa de vegetação, em uma condição reduzida de radiação fotossintética ativa (Figura 1B), e foram bem hidratadas durante todo o período, irrigadas a cada sete dias, com 1/3 da evapotranspiração semanal. As plantas apresentaram metabolismo CAM facultativo, onde durante o dia as plantas realizam a abertura estomática para fazerem suas trocas gasosas, fixação de CO_2 e perda de água pela transpiração (Figuras 2A, 2B e 2C). A abertura estomática durante o dia, principalmente ao meio-dia (Figura 2B e 2C), provavelmente é devido a temperatura mais elevada do cladódio (Figura 1A). Um dos mecanismos fisiológicos da planta para o resfriamento da folha é a perda de água para o exterior, através da transpiração. Mesmo apresentando uma pequena assimilação de CO_2 durante o dia, a maior taxa de fixação de CO_2 e uso eficiente da água acontece a noite (Figura 2D). Ademais, a perda de água durante a noite é notória, uma vez que os estômatos estão abertos (Figura 2 B). Os fatores genéticos e ambientais modulam a expressão de genes nas plantas CAM. Embora, muitas espécies sejam CAM-obrigatórias, outras apresentam fotossíntese C3 e CAM simultaneamente, dependendo das condições ambientais (TAIZ et al., 2017). As plantas (*Mesembryanthemum crystallinum*), *Agave* spp., *Clusia* spp. e *Opuntia* spp. utilizam o metabolismo CAM quando a água é escassa, mas fazem uma transição gradual para C3 quando a água se torna abundante (TAIZ et al., 2017; WINTER et al., 2011). Assim, estudos adicionais estão sendo conduzido para determinar essa transição de CAM-obrigatória para C3-CAM, dependendo da umidade do cladódio e do teor de água no solo em plantas do gênero *Nopalea*.



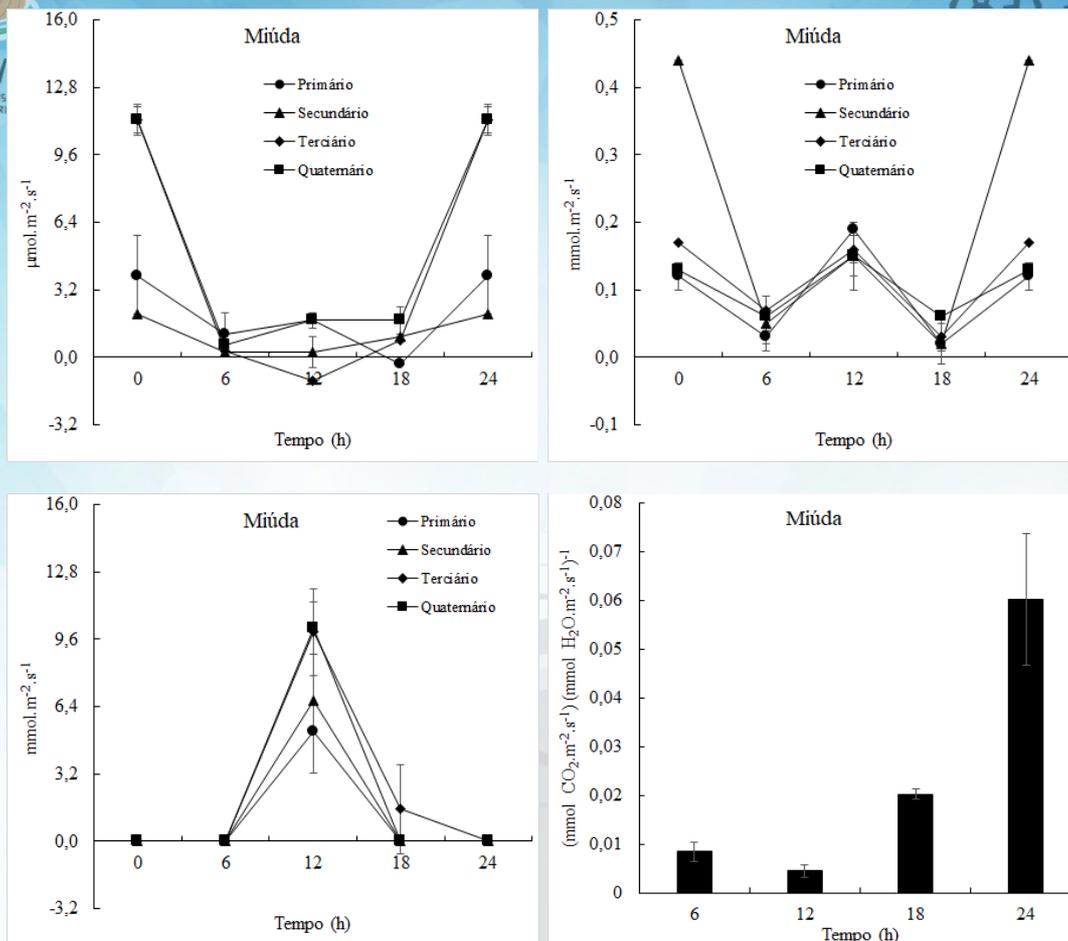


Figura 2. Taxa de fotossíntese líquida (A), taxa de transpiração (B), condutância estomática (C) e eficiência do uso da água (D), de cladódios de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*), variedade Miúda (IPA-100004), cultivadas sob telado sob irrigação, no município de Arcoverde, Pernambuco, Brasil

CONCLUSÕES: A palma forrageira (*N. cochenillifera*) é uma planta CAM facultativa, dependendo das condições ambientais a qual a planta está exposta, abrindo seus estômatos diuturnamente (dia e noite) para realizar suas trocas gasosas. A variação nos valores médios dos parâmetros avaliados entre as ordens dos cladódios é evidente.

AGRADECIMENTOS: IPA, CNPq e FACEPE

REFERÊNCIAS

ALVES, F.A.L. **Variabilidade genética, morfológica e fitoquímica de genótipos de *Opuntia* e *Nopalea***. 200 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

QUEIROZ, M.G.; SILVA, T.G.F.; ZOLNIER, S.; SIQUEIRA E SILVA, S.M.; SOUZA, C.A.A.; CARVALHO, H.F.S. Relações hídrico-econômicas da palma forrageira cultivada em ambiente semiárido. **IRRIGA – Brazilian Journal of Irrigation and Drainage**, v.1, n.1, p.141-154, 2016.





contato@sinprovs.com.br
WWW.SINPROVS.COM.BR
(83) 3322-3222

III SINPROVS
III SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS PARA
PRODUÇÃO VEGETAL NO SEMIÁRIDO

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.**
6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

WINTER, K.; GARCIA, M.; HOLTUM, J. A. M. Drought-stress-induced up-regulation of CAM in seedlings of a tropical cactus, *Opuntia elatior*, operating predominantly in the C3 mode. **Journal of Experimental Botany**, v.62, n.11, p.4037-4042, 2011.

