



COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO SAZONAL DO COQUEIRO GIGANTE SOB CONDIÇÕES ABIÓTICAS NO LITORAL OESTE DO ESTADO DO CEARÁ

M. M. S. Santos¹, C. F. de Lacerda², A. L. R. Neves³, C. H. C. Sousa³, A. A. Ribeiro⁴,
A. C. Oliveira⁵

RESUMO: Os impactos dos fatores abióticos nas culturas são considerados os principais agentes causadores da limitação na produção agrícola. Nesse contexto, objetivou-se caracterizar o comportamento fisiológico do coqueiro gigante, instalado em ambiente Preamar (plantas submetidas a condições de salinidade temporária) e ambiente Foreiro (plantas instaladas a 50 m de distância do mar, submetidas a déficit hídrico), nas estações seca (outubro/ 2015 e setembro 2016) e estação chuvosa (junho/2016 e março/2017) no litoral Oeste do estado do Ceará, Brasil. Nos ambientes de estudo, escolheram-se dez plantas adultas, aleatoriamente, para realização de medições da taxa de fotossíntese (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 , ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) empregando um analisador de gás no infravermelho (IRGA, modelo LI-6400XT, Licor). Adotou-se o arranjo experimental de medidas repetidas no tempo, num esquema de parcela subdividida (quatro épocas na parcela e dois ambientes na subparcela) com 10 (dez) repetições. O ambiente Preamar limitou as trocas gasosas foliares durante o período de estudo. As plantas instaladas em ambiente Foreiro, apesar de estarem submetidas ao estresse hídrico, apresenta taxas de fotossíntese superiores as plantas instaladas em ambiente Preamar, principalmente na estação chuvosa. No entanto, os baixos valores de trocas gasosas na estação seca do ano de 2016, pode evidenciar um abaixamento do lençol freático em decorrência da intensificação das condições de baixa pluviosidade na região.

PALAVRAS-CHAVE: *Cocos nucifera L.*, salinidade, estresse hídrico

SEASONAL PHYSIOLOGICAL BEHAVIOR OF THE GIANT COCONUT PLANTS SUBMITTED TO ABIOTIC CONDITIONS ON THE WEST COAST OF THE STATE OF CEARÁ

¹ Mestranda, UFC/ DENA/ PPGEA, Fortaleza – Ceará. Email: mmayarass@gmail.com

² PhD. UFC/ CCA/ DENA. Fortaleza – Ceará. Email: cfeitosa@ufc.br.

³ Pós-Dr, UFC/ DENA/ PPGEA, Fortaleza – Ceará. Email: leilaneves7@hotmail.com; sousaibiapina@yahoo.com.br

⁴ Doutorando, UFC/ DENA/ PPGEA, Fortaleza – Ceará. Email: alburibeiro@hotmail.com

⁵ Acadêmica de Engenharia Agrônoma, UFC – Fortaleza – Ceará. Email: drica_fj@hotmail.com

SUMMARY: The impact of abiotic factors in crops are considered the main causative agents of limitation in agricultural production. In this context, the objective of characterizing the physiological behavior of the giant coconut, installed in the Preamar (plants under salinity conditions temporary) and Foreiro environment (plants installed 50 m away from the sea, under water deficit), in dry seasons (October/ 2015 and September/ 2016) and wet season (June/2016 and March/ 2017) on the West coast of the State of Ceará, Brazil. Study environments, chose ten adult plants, randomly, for performing measurements of photosynthesis rate ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiration (E) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), stomatal conductance (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), and internal CO_2 concentration ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) using an infrared gas analyser (IRGA, model LI-6400XT, liquor). It took the experimental arrangement of repeated measurements in time, in a scheme to plot subdivided (four seasons in plot and two rooms in the sub-plot) with 10 (ten) repetitions. The morning tide environment limited the leaf gas exchange during the study period. Plants installed in Foreiro environment, although they are subject to water stress, features higher photosynthesis rates plants installed in the morning tide, especially in the rainy season. However, the low values of gas exchange in the dry season of the year 2016, can show a drawdown of the water table due to the intensification of low rainfall in the region.

KEYWORDS: *Cocos nucifera L*; salinity, hydric stress

INTRODUÇÃO

Os impactos dos fatores abióticos nas culturas são considerados os principais agentes causadores da limitação na produção agrícola. Entre os fatores ambientais que restringem o desenvolvimento do coqueiro (*Cocos nucifera L.*), em muitas áreas do mundo, a deficiência hídrica é um dos mais frequentes.

Passos et. al (2006) evidencia que o déficit hídrico na planta é produzido tanto por deficiência de água no solo quanto por perda excessiva pela transpiração em relação à absorção feita pelas raízes, sendo esses processos influenciados por fatores ambientais e por características da própria planta. De todos os recursos abióticos que as plantas necessitam para crescer e funcionar, a água é o mais abundante e, ainda, frequentemente, o mais limitante (TAIZ; ZEIGER, 2013).

As sensibilidades ou tolerâncias das espécies vegetais ao déficit hídrico dependem de uma série de fatores, dentre eles o estágio fenológico, a duração e a intensidade do estresse. As

respostas às condições de deficiência hídrica são muito complexas e resultam da coordenação de ajustes fisiológicos, bioquímicos, metabólicos e moleculares, tanto a nível celular, como em órgãos e, até mesmo, em plantas inteiras, objetivando permitir a sobrevivência das plantas em condições de estresse (SANTOS; CARLESSO, 1998).

Além do déficit hídrico, que prejudica o desenvolvimento das culturas, a salinidade também influencia no desenvolvimento dos vegetais. Ferreira Neto et. al. (2007), demonstra que entre as espécies vegetais de conhecida tolerância à salinidade, o coqueiro, de uma maneira particular, por sua ocorrência natural em zonas costeiras, caracterizadas por apresentarem um acentuado gradiente de salinidade do solo, devido à grande influência de águas oceânicas, pode apresentar características de adaptação as condições abióticas de produção agrícola.

Visando a utilização sustentável de áreas agricultáveis que apresentam solos com excesso de sais, tanto para reabilitação do solo quanto para a produção econômica, torna-se necessário eleger e utilizar de espécies tolerantes à salinidade. Dessa maneira, conhecer como as diferentes espécies vegetais respondem à salinidade, principalmente, aquelas com potencial econômico, é imprescindível para assegurar o sucesso dos cultivos dessas espécies agronomicamente promissoras em áreas afetadas por sais (MENDONÇA et al., 2007).

Nesse contexto, objetivou-se caracterizar o comportamento fisiológico do coqueiro gigante, instalado em ambiente Preamar (plantas submetidas a condições de salinidade temporária) e ambiente Foreiro (plantas instaladas a 50 m de distância do mar, submetidas a déficit hídrico), nas estações seca (outubro/ 2015 e setembro 2016) e estação chuvosa (junho/2016 e março/2017) no litoral Oeste do estado do Ceará, Brasil.

MATERIAL E METODOS

A pesquisa foi realizada em ambientes diferenciados de cultivo de coqueiro gigante (*Cocos nucifera L.*), localizados no distrito de Icaraí de Amontada, região litorânea do estado do Ceará, distante aproximadamente 200km da capital do estado. Realizou-se avaliações de desenvolvimento das plantas afim de caracterizar o comportamento fisiológico do coqueiro gigante, instalado em ambiente Preamar: plantas submetidas a condições de salinidade temporária (latitude 3° 1' 24,09" S, longitude 39°38'45,32" O, altitude 8m) e ambiente Foreiro: plantas instaladas a 50 m de distância do mar, submetidas a déficit hídrico (latitude 3°1'23,12" S, longitude 39° 38'41,07" O, altitude de 11m). Realizou-se o experimento em épocas sazonais, sendo outubro de 2015 e setembro de 2016 caracterizados como época seca. Junho de 2016 e

março de 2017 caracterizados como época chuvosa, nos dois ambientes de produção, preamar e foreiro.

Nos ambientes de estudo escolheram-se dez plantas adultas de coqueiro gigante, aleatoriamente, para realização de medições da taxa de fotossíntese (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), utilizando-se folíolos do terço médio da folha 14, a partir do ápice. Para as medições foi empregando um analisador de gás no infravermelho (IRGA, modelo LI-6400XT, Licor), em sistema aberto, com fluxo de ar de 500 mL min^{-1} . As leituras foram realizadas entre 8:00 e 11:00 h, utilizando-se uma fonte de radiação artificial com intensidade de $1.600 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Adotou-se o arranjo experimental de medidas repetidas no tempo, num esquema de parcela subdividida (quatro épocas na parcela e dois ambientes na subparcela) com 10 (dez) repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as medias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS

Dados das taxas fotossintéticas das plantas submetidas à diferentes ambientes de desenvolvimento sob condições sazonais em estão expressos na figura 1. Observa-se que as plantas em ambiente foreiro, submetidas as condições de déficit hídrico, apresentam comportamento fotossintético superior às plantas submetidas às condições salinas, em ambiente preamar, durante todo o período avaliado. Há incrementos da assimilação de CO_2 nas plantas em ambiente foreiro com taxas de $12,8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ no período chuvoso (março de 2017) em comparação com o mesmo ambiente no período seco (setembro de 2016) com taxas de $7,4 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, diferença de 57,8% entre os dois períodos. O aumento das taxas fotossintéticas pode ser explicado devido à elevação do teor de umidade do solo, na época das chuvas.

As plantas instaladas em ambiente preamar apresentam maiores taxas de CO_2 chegando a $7,8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ no período seco, outubro de 2015; no decorrer das avaliações as taxas sofrem reduções chegando a $5,58 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na última avaliação ocorrida em período chuvoso, marco de 2017. Dias et. al. (2010) evidencia que os mecanismos pelo qual o estresse salino deprecia as plantas ainda é uma questão a ser discutida, devido à natureza desses fatores serem muito complexa. A redução do crescimento da planta devido o estresse salino pode estar relacionado com os efeitos adversos do excesso de sais sob a homeostase iônica, balanço hídrico, nutrição mineral e metabolismo do carbono fotossintético (Zhu, 2001; Munns, 2002)

Os dados de condutância estomática estão expressos na figura 2. Verificou-se que as plantas em ambiente foreiro respondem à presença e ausência das chuvas, sendo que as maiores taxas de condutância estomática $0,176 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ são demonstradas no período chuvoso, em junho 2016, e as menores taxas no período seco chegando a $0,108 \text{ mol m}^{-2}$, esses valores evidenciam a capacidade de reidratação destas plantas no período das chuvas.

De acordo com os dados apresentados, verificou-se que o estresse salino limitou a abertura estomática no ambiente preamar, onde as plantas sofrem estresses salinos intermitentes. As maiores taxas de condutância estomática, no ambiente preamar, ocorreu no período chuvoso com $0,118 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, em junho de 2016. Após este período há decréscimos das taxas de condutância chegando a $0,086 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ no final do período avaliado. O fechamento estomático é uma das respostas mais rápidas e intensas que ocorrem em plantas submetidas aos agentes estressantes que comprometem seu estado hídrico, como a seca e a salinidade. Essa resposta estomática é regulada por vias de sinalização que ocorrem nas raízes, modulada pela síntese e pela distribuição do ácido abscísico (DAVIES; WILKINSON; LOVEYS, 2002)

As máximas taxas de transpiração (Figura3) ocorreram no ambiente foreiro na época chuvosa. As variações das taxas de transpiração apresentaram tendência semelhante a condutância estomática, com exceção do ambiente preamar em junho de 2016, que apresentou taxas de transpiração semelhantes às plantas no ambiente Foreiro.

Sucre e Suárez (2011), discorre que as plantas respondem à seca e à salinidade, fechando os estômatos, o que reduz a transpiração foliar e/ou impede o desenvolvimento de uma situação de déficit excessivo de água nos tecidos, permitindo que a folha assegure a conservação de um potencial hídrico capaz de garantir a manutenção de sua capacidade de ajuste e/ou de recuperação diante dos danos causados pelos agentes estressantes, sejam eles isolados e/ou combinados.

Oliveira et. al. (2011) relata que as plantas em condições de estresse salino, ocorrem alterações morfológicas e anatômicas que resultam na redução do número de folhas, constituindo uma estratégia adaptativa adotada pelas plantas para assegurar a absorção de água, mediante a redução da transpiração.

A concentração interna de CO_2 (Figura 4) apresenta comportamento distinto em relação às demais variáveis analisadas. Verificou-se que o ambiente foreiro apresenta maior taxa de concentração interna de CO_2 , no período seco $245,07 \mu\text{mol mol}^{-1}$ em outubro de 2015, em contrapartida há decréscimo dessas taxas nas avaliações subsequentes. As plantas instaladas em ambiente preamar possuem comportamento inverso, menor concentração interna de CO_2 é

verificado no período seco, outubro de 2015, com elevação das taxas nas avaliações subsequentes chegando a $270,60 \mu\text{mol mol}^{-1}$ no período chuvoso, março de 2017. Freitas et al. (2013), ao reportarem que quanto maior o tempo de exposição à salinidade, maiores e mais complexos são os distúrbios causados, tendo em vista que os graus de influência do estresse salino sob os aspectos inerentes ao crescimento vegetal dependem da intensidade, da duração e do estágio de desenvolvimento das plantas. Os maiores valores de Ci nas plantas do preamar pode ser um indicativo de estresse mais severo nas folhas, visto que essas plantas apresentavam menores taxas de fotossíntese. Isso é um claro indicativo que os efeitos sobre as taxas de fotossínteses nas plantas desse ambiente foram também devidos a causas não estomáticas.

CONCLUSÕES

O ambiente preamar limitou as trocas gasosas foliares durante o período avaliado. As plantas instaladas em ambiente Foreiro, apesar de estarem submetidas ao estresse hídrico na estação seca, apresenta taxas de fotossíntese superiores as plantas instaladas em ambiente preamar independente da época de avaliação. No entanto, os baixos valores de trocas gasosas na estação seca do ano de 2016, pode evidenciar um abaixamento do lençol freático em decorrência da intensificação das condições de baixa pluviosidade na região. As limitações fotossintéticas de plantas no ambiente preamar devem estar associadas a causas estomáticas e não estomáticas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade – INCTSal e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

DAVIES, W.J., WILKINSON, S., LOVEYS, B. Stomatal control by chemical signaling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture. *New Phytologist*, v.153, n.1, p. 449 – 460, 2002.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Ed.). *In: Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. p.127-141.

FERREIRA NETO, M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; HOLANDA, J. S. de; BLANCO, F. F. Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. *Ciência Rural*, v.37, n.6, 2007.

MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. de ARAÚJO; BARROSO, D. G.; SANTIAGO, A. R.; RODRIGUES, L. A.; FREITAS, T. A. S. de. Características biométricas de mudas de *Eucalyptus sp* sob estresse salino. *Revista Árvore*, v.31, n.3, p. 365-372, 2007.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, v.25, p.239-250, 2002

OLIVEIRA, F. de A. de; CARRILHO, M. J. S. de O.; MEDEIROS, J. F. de; MARACAJÁ, P. B.; OLIVEIRA, M. K. T. de. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.8, p.771–777, 2011.

PASSOS, EDSON EDUARDO MELO PASSOS; PASSOS, Edson Eduardo Melo; PRADO, C. H. B. A. Comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro anão. *Embrapa Tabuleiros Costeiros*, 2006.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SUCRE, B.; SUÁREZ, N. Effect of salinity and PEG-induced water stress on water status, gas exchange, solute accumulation, and leaf growth in *Ipomoea pes-caprae*. *Environmental and Experimental Botany*, v. 70, s.n, p. 192 – 203, 2011.

TAIZ, L., ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

ZHU, J. K. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology*, v.53, n.1, p.247-273, 2002.

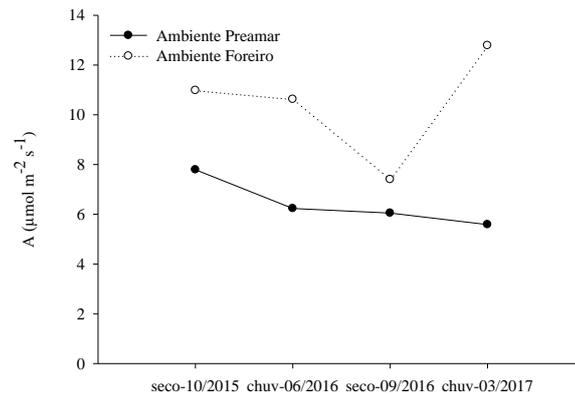


Figura 1. Taxa fotossintética (A) do coqueiro gigante sob condições abióticas. Amontada-CE, 2017.

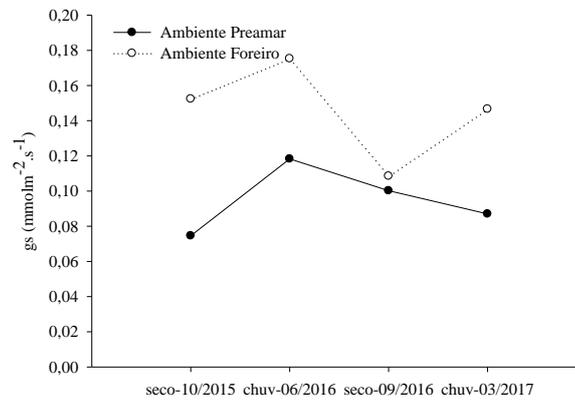


Figura 2. Condutância estomática (g_s) do coqueiro gigante sob condições abióticas. Icaraí de Amontada-CE, 2017.

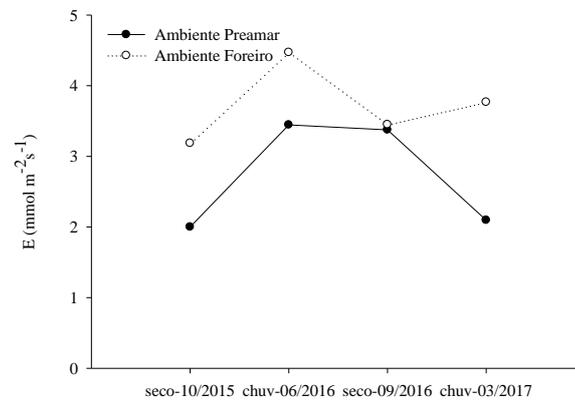


Figura 3. Transpiração (E) do coqueiro gigante sob condições abióticas. Icaraí de Amontada-CE, 2017.

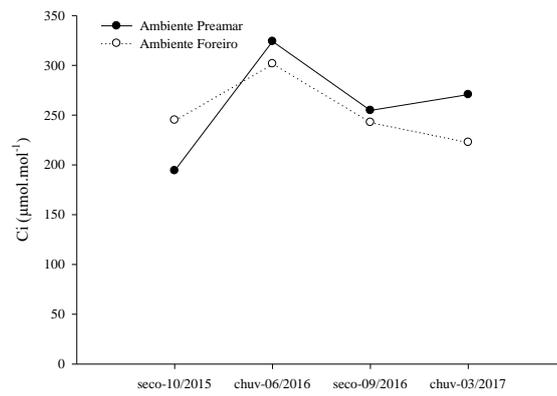


Figura 4. Concentração interna de carbono (Ci) do coqueiro gigante sob condições abióticas. Icarai de Amontada-CE, 2017.