



Alterações fisiológicas em coqueiro irrigado com água salina

Francisco J. L. Marinho¹, Hans R. Gheyri², Pedro D. Fernandes² & Miguel Ferreira Neto³

¹EAAC/UEPB. Fone (83) 33313845 E-mail: chicohare@yahoo.com.br

²DEAg/UFPB, CP 100, CEP 58109970, Campina Grande-PB, Fone: (83)33101056. E-mail: hans@deag.ufpb.br;

³Dr. em Irrigação e drenagem, n° 484, CEP 59151250, Parnamirim, RN. Fone: (84) 36081194. E-mail: ferreira@esalq.usp.br

Protocolo 170

Resumo: O uso de água salina para fins de irrigação, apesar das limitações, vem se tornando uma alternativa para agricultores de diferentes regiões semi-áridas do mundo, inclusive do Nordeste do Brasil. Nesse sentido, realizou-se este trabalho, durante dois anos, com o objetivo de se analisar os efeitos da irrigação com água salina sobre a condutância estomática, eficiência fotossintética e o potencial hídrico do coqueiro anão, em fase inicial de produção. O ensaio foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso, com quatro níveis de salinidade da água (condutividade elétrica – CEa = 0,1, 5,0, 10,0 e 15 dS m⁻¹) e cinco repetições. Constatou-se redução na condutância estomática e diminuição no potencial hídrico das folhas, com o incremento da salinidade. Não se verificou alteração na eficiência do aparelho fotossintético, devido à salinidade da água de irrigação.

Palavras-chave: Irrigação, fisiologia vegetal, salinidade, *Cocos nucifera*

Physiological variations of green coconut tree irrigated with saline water

Abstract: The use of saline water for irrigation purposes in spite of its limitations, is becoming an alternative, for the farmers of different semi-arid regions of the world, including the Northeast Brazil. In this regard an experiment was conducted, during 2 years, with the objective of evaluating the viability of the use of saline water for irrigating dwarf coconut tree, in the initial phase of production. A completely randomized block design consisting of 4 levels of water salinity (ECw = 0.1, 5.0, 10.0 and 15.0 dS m⁻¹) was adopted with five replications. Was evidenced reduction stomatal conductance and reduction in water potential of leaves increasing salinity. Alteration in photosynthesis efficiency apparatus was not verified, due to salinity of irrigation water.

Key words: Irrigation, vegetal physiology, salinity, *Cocos nucifera*

INTRODUÇÃO

O uso de águas salinas na irrigação de culturas é um desafio que vem sendo superado com sucesso em diversas partes do mundo, graças à utilização de espécies tolerantes e à adoção de práticas adequadas de manejo do cultivo, do solo e da água (Rhoades et al., 2000); nesse contexto, tendem a se destacar os estudos que visam identificar a tolerância das espécies à salinidade.

O coqueiro é a palmeira de maior importância socioeconômica das regiões intertropicais do globo terrestre; desempenha papel importante na sustentabilidade dos ecossistemas frágeis de ilhas e regiões costeiras do mundo

tropical, devido ao seu crescimento e desenvolvimento em ambientes com alta salinidade, secos e dotados de solos com baixa fertilidade natural; em atóis, onde poucas plantas são capazes de sobreviver; seu cultivo está em franca expansão no Brasil, intensificando-se os plantios desde a região Norte até o Sudeste, sendo o Nordeste responsável por 70,67% da produção nacional de coco (Agriannual, 2003).

A salinidade, tanto de solos como de águas, é uma das principais causas da queda de rendimento das culturas, em razão dos efeitos de natureza osmótica, tóxica e/ou nutricional. Algumas espécies produzem rendimentos aceitáveis, sob condições salinas, em virtude da melhor adaptação osmótica, tendo maior capacidade de absorção de água, mesmo em

potenciais osmóticos muito baixos (Flowers, 2004). Uma das adaptações que resulta em maior tolerância ao estresse hídrico é o ajustamento osmótico, que pode ocorrer em xerófitas, halófitas e mesófitas; ocorre redução do potencial osmótico nas células, em resposta ao déficit hídrico ou à salinidade (Begg & Turner, 1986), o que permite a manutenção de uma turgescência positiva em potenciais hídricos relativamente mais baixos. Diminuição na transpiração e na condutância estomática pode ocorrer antes de decréscimos acentuados das taxas de assimilação (Calbo & Moraes, 1997).

Considerando a importância do coqueiro, estudou-se a viabilidade de utilização da água salina no cultivo da cv. 'Anão-verde', com o objetivo de se analisar os efeitos da salinidade sobre a condutância estomática, a eficiência fotossintética e o potencial hídrico; além disso, procurou-se detectar a adaptação das plantas ao estresse hídrico, através de ajustamento osmótico.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de janeiro de 2000 a março de 2001, na fazenda experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), município de Parnamirim, RN. A área do campo experimental é de relevo plano, sendo o solo classificado como Neossolo quartzarênico.

Os tratamentos constaram de quatro níveis de salinidade na água de irrigação, expressos pela condutividade elétrica da água (CEa): 0,1, 5,0, 10,0 e 15,0 dS m⁻¹. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições e quatro plantas por parcela. As águas salinas utilizadas (N₂, N₃, e N₄) foram preparadas adicionando-se quantidades de NaCl na água N₁, proveniente da Lagoa do Jiqui (CEa = 0,1 dS m⁻¹).

Foi utilizado o sistema de irrigação por microaspersão, com um emissor de vazão de aproximadamente 56L h⁻¹ e raio de alcance de 3 m. A frequência de irrigação era diariamente, pela manhã, suspensa apenas nos dias em que ocorreram precipitações superiores a 10 mm. Com base em estudos realizados por Jayasekara & Jayasekara (1993) e Miranda et al. (1999), para coqueiro nesta idade de cultivo, foram aplicados, entre janeiro/2000 – outubro/2001 e entre novembro/2001 – janeiro/2002, volumes de água igual a 120 e 240L por planta dia⁻¹, respectivamente. As precipitações ocorridas nos anos de 2000 e 2001 foram 2240 e 1416 mm, sendo a maior parte concentrada nos meses de abril a setembro.

Adotaram-se, durante todo o período experimental, práticas de adubação, controle de pragas, eliminação de folhas secas e restos florais, recomendados para a cultura (Ferreira et al., 1997). A adubação de cobertura teve periodicidade semestral, com esterco de frango (15 L/planta) e 2 kg/planta do composto químico à base de fósforo (FOSMAG®), com a seguinte composição (%): P₂O₅ - 18,0; Ca - 14,0; Mg - 3,5; S - 10,0; Zn - 0,65; B - 0,15; Cu - 0,18. Fertilizantes nitrogenado (uréia) e potássico (cloreto de potássio) foram aplicados, semanalmente, nas quantidades de 40 e 30 g/planta, respectivamente, via fertirrigação.

Foram realizadas, em agosto e novembro de 2001 e em janeiro de 2002, avaliações de: potencial hídrico nas folhas (ψ_f), utilizando-se da bomba de Scholander (Scholander et al., 1965;

Tyree & Richter, 1982); condutância estomática (GS), obtida por porômetro APA – DELTA-T DEVICES – CAMBRIDGE - UK (Monteith et al., 1988) e eficiência do aparelho fotossintético verificada pela fluorescência da clorofila **a** (FC), *in vivo*, na superfície superior de folíolos localizados no terço médio da 14ª folha, contada a partir do ápice, usando-se o instrumento PEA II (Hansatech Instruments Co., UK). Para avaliação dos parâmetros de fluorescência (Fo, inicial; Fm, máxima e Fv, variável), foram ajustados leafclips na área das folhas escolhidas para as leituras, adaptando-as ao escuro por no mínimo 30 minutos (Durães et al., 2000).

Como a folha do coqueiro é hipoestomática (Passos et al., 1999), as medições de GS foram realizadas na face inferior dos folíolos, no terço médio da 14ª folha e os valores do ϕ_f foram obtidos em folíolos próximos àqueles retirados para determinação da condutância estomática.

Os resultados foram submetidos a análises estatísticas e a estudos de regressão polinomial, de acordo com recomendações contidas em Ferreira (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condutância estomática (GS) foi reduzida, significativamente, pela salinidade da água de irrigação na maioria das avaliações realizadas. Constataram-se decréscimos lineares da GS em função do aumento da CEa, sendo de 4,30%, por aumento unitário da CEa, na manhã de agosto/2001; nas avaliações realizadas em novembro/2001, pela manhã e à tarde, os decréscimos foram de 5,98 e 2,70%, e em janeiro/2002, também nos mesmos períodos do dia, os decrementos foram 4,07 e 5,24% por incremento unitário da CEa, em relação ao controle (N₁) (Figura 1).

Constata-se, pelos maiores valores de GS, que as trocas gasosas do coqueiro foram mais intensas em agosto/2001, no período da manhã, coincidindo com o final da estação chuvosa. Ocorreu redução na abertura dos estômatos, no período da tarde, em todas as avaliações, mesmo com elevada intensidade de luz, principalmente nas plantas irrigadas com maiores níveis de CEa. Possivelmente, esse fato se deva ao mecanismo de regulação hídrica do coqueiro, quando submetido aos baixos potenciais hídricos no solo e/ou à alta demanda evapotranspirativa. Diminuição dos valores de condutância estomática, em função da CEa, foi também observada por Silva Jr. (1994), trabalhando com o coqueiro Gigante do Brasil irrigado com águas salinas e sem irrigação; os menores valores de GS foram observados, por esses autores, em coqueiros irrigados com águas salinas (7,5 e 15 g L⁻¹), em relação às plantas irrigadas com água de baixa salinidade.

As respostas das plantas ao estresse hídrico provocado pela salinidade incluem mudanças fisiológicas, como o fechamento dos estômatos, redução das taxas fotossintéticas, acúmulo de moléculas orgânicas, alterações nos níveis de hormônio e mudanças na atuação de genes (Dudy & Gilad, 2000).

Algumas plantas têm habilidade para limitar o acúmulo e/ou o transporte de íons salinos, principalmente Na⁺ e Cl⁻, da zona da raiz para a parte aérea das plantas (Greenway & Munns, 1980), se portando como tolerantes à salinidade. A maior

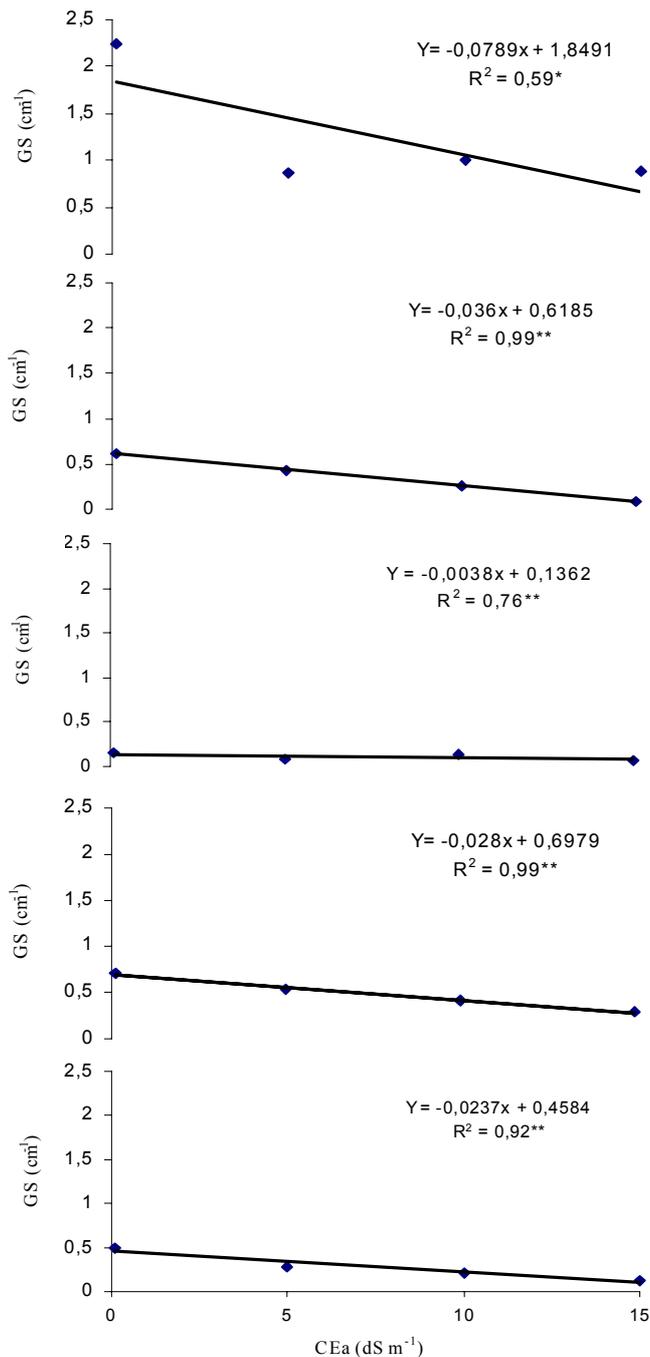


Figura 1. Condutância estomática (GS) das plantas de coqueiro nas avaliações realizadas em agosto/2001 pela manhã (A), em novembro/2001 pela manhã (B) e à tarde (C) e em janeiro/2002 pela manhã (D) e à tarde (E)

concentração em Cl^- que de Na^+ na parte aérea, pode resultar das diferentes capacidades que essas plantas possuem de compartimentar esses íons nos vacúolos. Admite-se que plantas consideradas não halófitas são capazes de acumular Cl^- ; no entanto, muitas não dispõem de mecanismos para fazer a inclusão de Na^+ nos vacúolos (Mennen et al., 1990). No caso do coqueiro, essas plantas possuem capacidade de armazenar íons Na^+ e Cl^- nas folhas, sendo esse ânion em maior proporção.

Em todos os níveis de salinidade (inclusive no tratamento controle: $0,1 \text{ dS m}^{-1}$), os valores de GS foram menores nos meses

de maior aridez. Provavelmente, a irrigação utilizada não supria por completo as necessidades hídricas das plantas; de acordo com Villalobos et al. (1992), o processo de trocas gasosas, avaliadas através da condutância estomática, é um importante parâmetro para se observar as condições de hidratação em diferentes espécies de palmeiras. Trabalhando com o coqueiro Anão, em condições de sequeiro, Passos et al. (1999) constataram que a transpiração é proporcional aos valores de condutância estomática para determinada diferença de pressão de vapor de água entre as folhas e a atmosfera. Os autores observaram, também, menores valores de GS durante o período de estiagem e que os maiores valores de GS ocorridos na estação chuvosa aumentam a possibilidade de intercâmbio gasoso, facilitando a difusão de CO_2 até o sítio de carboxilação. Essas observações exercem consequência direta sobre o aumento das taxas fotossintéticas; além disso, maiores valores de GS aumentam a capacidade de resfriamento das folhas e, conseqüentemente, a absorção e translocação de nutrientes, via corrente transpiratória.

Os níveis de salinidade provocados pelo cloreto de sódio da água de irrigação, devem ter reduzido a abertura estomática do coqueiro, devido ao efeito osmótico. Por outro lado, segundo Braconnier & d'Auzac (1989), em plantas deficientes em cloreto ocorre atraso de pelo menos três horas na abertura dos estômatos e, sob condições de estresse osmótico, a deficiência desse elemento contribui para a redução na abertura dos estômatos e na capacidade de regulação osmótica do coqueiro; além disso, o sódio contribui no balanço osmótico de alguns vegetais, devido ao seu acúmulo (como soluto) nos vacúolos e ao mais rápido fechamento dos estômatos das plantas supridas nesse elemento (Marschner, 1995).

A diminuição da condutância estomática está diretamente relacionada com a queda do potencial hídrico das folhas - ψ_f (Schülze, 1982); contudo, observou-se, neste trabalho que, diferente do que foi observado para GS, a CEa influenciou significativamente ($p < 0,01$) o ψ_p apenas nas avaliações realizadas no período da manhã, em novembro/2001 (Figura 2A) e em janeiro/2002 (Figura 2B); não foi constatado efeito significativo da salinidade durante o mês de agosto/2001 e em nenhum período da tarde dos meses avaliados. A redução da condutância estomática foi, também, detectada por Voleti et al. (1993), em três diferentes genótipos de coqueiro em condições de campo, encontrando redução da condutância de 55 a 230% na estação seca, quando os valores do potencial hídrico foliar eram de aproximadamente $-1,4 \text{ MPa}$. Pomier & Brunin (1974) constataram que plantas de coqueiro, irrigadas com água salina contendo 15 g L^{-1} , em condições de campo, reduziram a abertura estomática, em comparação com plantas irrigadas com água doce.

No presente trabalho, o coqueiro irrigado com águas salinas aumentou a capacidade de absorção de água no final da época das chuvas (agosto/2001); no período da tarde não havia diferença no teor de umidade das folhas entre os diferentes tratamentos, em virtude, provavelmente, do aumento da demanda evapotranspirativa provocada pela elevação da temperatura e ao mais rápido fechamento dos estômatos das plantas submetidas aos tratamentos de estresse salino.

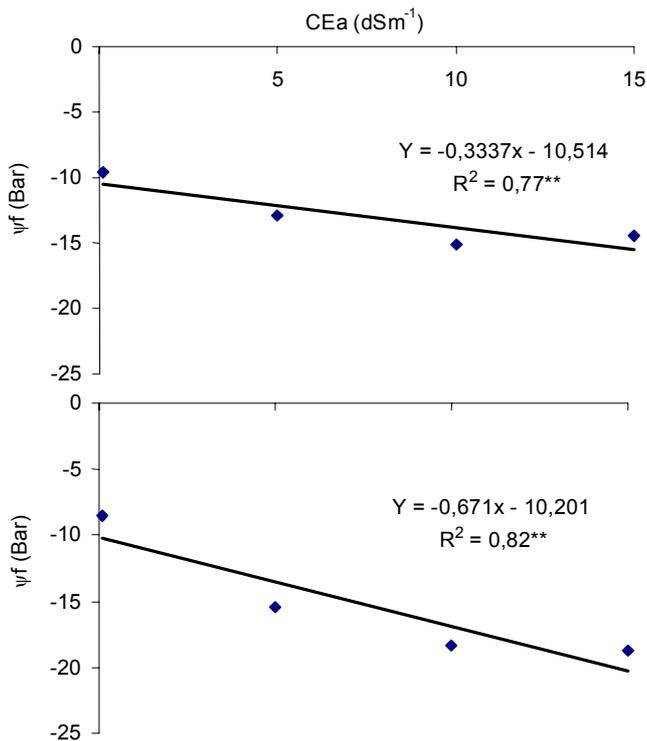


Figura 2. Potencial hídrico foliar (ψ_f) em avaliações realizadas no período da manhã em novembro/2001 (A) e janeiro/2002 (B) em função da salinidade da água de irrigação (CEa)

Há evidências que as plantas irrigadas com águas salinas tinham teor de umidade nas folhas semelhante ao das plantas irrigadas com água de baixa salinidade, durante o período da tarde. Apesar de absorverem menor quantidade de água, as plantas fechavam mais rapidamente os estômatos, diminuindo as perdas hídricas para a atmosfera. Em novembro/2001 e janeiro/2002, o potencial hídrico das folhas foi maior no período da tarde em relação ao período da manhã, nos tratamentos N_3 e N_4 , em virtude da antecipação do fechamento dos estômatos no período vespertino.

Ocorreu redução linear ($p < 0,01$) do ψ_f devido ao aumento da salinidade da água de irrigação, em novembro/2001 (Figura 2A) e janeiro/2002 (Figura 2B), com decréscimos respectivos de 3,21 e 6,54% por incremento unitário da CEa, em relação à água de 0,1 dS m⁻¹. Portanto, foi maior o efeito do estresse salino sobre as plantas de coqueiro ao final do período de estiagem em relação aos demais períodos estudados.

Essas observações estão de acordo com Passos et al. (1999), ao verificarem menores valores de ψ_f em coqueiro, nos meses de menor precipitação pluvial; esses autores observaram, em três genótipos de coqueiro, que nos meses em que a pluviosidade em cada decêndio era menor que 50 mm, coincidia com os menores valores de ψ_f .

Pelos resultados, percebe-se que a influência da CEa sobre o potencial hídrico das folhas (ψ_f) foi relativamente baixa, pois aconteceu apenas nas épocas de menor ocorrência de chuvas e em parte do dia (manhã). Essa situação evidencia a existência de mecanismos fisiológicos no coqueiro, como ajustamento osmótico e acúmulo de íons, que proporcionam absorção de

água, mesmo sob condições de elevada salinidade. Silva Jr. (1994) observou maior ψ_f e maior GS, em coqueiros da variedade Gigante irrigados com água com até 15 g L⁻¹ (aproximadamente, 23,4 dSm⁻¹), em comparação com plantas sem irrigação.

Observa-se, também, que o suprimento de cloreto através da água de irrigação pode ter influenciado na eficiência do processo de regulação osmótica das plantas de coqueiro; resultados semelhantes foram registrados por Braconnier & d'Auzac (1989), ao verificarem valores de ψ_p significativamente mais elevados, em coqueiros adequadamente supridos em Cl, que nas plantas deficientes neste elemento, para uma mesma condição hídrica no solo.

Não houve diferença significativa (Tabela 1) sobre as variáveis que avaliam a eficiência do aparelho fotossintético (dados de FC) do coqueiro, em função da salinidade da água de irrigação, em nenhuma das avaliações realizadas (agosto/2001, novembro/2001 e janeiro/2002); além disso, os valores de eficiência fotoquímica máxima (Fv/Fm), na maior parte das avaliações, estiveram próximos a 0,83, valores semelhantes aos obtidos por Kyle et al. (1987) para um grande número de espécies vegetais.

Tabela 1. Resumos de ANOVA para eficiência fotoquímica máxima (Fv/Fm) em avaliações realizadas nos meses de agosto e novembro de 2001 e janeiro de 2002 e médias observadas das respectivas variáveis sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação (CEa)

Fator	GL	Eficiência Fotoquímica Máxima		
		Ago/2001	Nov/2001	Jan/2002
Salinidade ¹	3	0,0007 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0008 ^{ns}
Linear	3	0,0007 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0013 ^{ns}
Desv. Reg.	1	0,0014 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0006 ^{ns}
Resíduo		0,0002	0,0006	0,0007
CV (%)		1,67	3,11	3,27
CEa (dS m ⁻¹)		Média		
0,1		0,80	0,80	0,77
5,0		0,81	0,81	0,78
10,0		0,78	0,79	0,77
15,0		0,79	0,80	0,81

Para O' Leary (1995), há evidências de que a salinidade reduz a taxa fotossintética por unidade de área foliar da maioria das plantas cultivadas, decorrente da diminuição na condutância estomática.

Em análises da qualidade de frutos, realizadas por Ferreira Neto et al. (2002), em fase complementar a este trabalho, foi constatado que ocorre um acúmulo de sólidos solúveis na água do coqueiro à medida que se incrementa a salinidade da água de irrigação. Em decorrência do déficit hídrico, o amido é degradado nos tecidos que o acumulam devido à ação da amilase. A diminuição na quantidade de amido é acompanhada por um aumento na quantidade de açúcares solúveis redutores, sendo utilizados para auxiliar no ajustamento osmótico da planta e na conseqüente diminuição do potencial hídrico. Segundo Kramer (1995), a deficiência hídrica exerce importante influência no teor de carboidratos em diversas espécies.

CONCLUSÕES

1. A salinidade da água de irrigação reduz a condutância estomática do coqueiro.
2. O potencial hídrico das folhas do coqueiro durante a fase de produção diminui com o incremento da salinidade da água.
3. A salinidade da água de irrigação não interfere na eficiência do aparelho fotossintético do coqueiro.

LITERATURA CITADA

- Agrianual. Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2003.
- Begg, J.E.; Turner, N.C. Crop water deficit. *Advances in Agronomy*, New York, v.28, n.1, p.161-217, 1976.
- Braconnier, S.O.; d'Auzac, S. Effet d'une carence en chlorure au champ chez le cocotier hybride PB 121. *Oléagineux*, Paris, v.44, n.10, p.467-474, 1989.
- Calbo, M.E.R.; Moraes, J.A.P.V. Fotossíntese, condutância estomática, transpiração e ajustamento osmótico de plantas de buriti submetidas a estresse hídrico. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Jaboticabal, v.9, n.1, p.117-123, 1997.
- Dudy, B. Z.; Gilad, A. Studies of salt stress – and water stress-regulated genes: The stress-regulated *Asr1* gene encodes a DNA-binding protein. In: Smallwood, C. M.; Durães, F. O. M.; Oliveira, A. C.; Magalhães, P. C.; Martinez, C. A. Detecção de condições de estresse em plantas e potencial para “screening” em milho através da fluorescência da clorofila. In: Reunião Técnica Anual do Sorgo, 28., Reunião Técnica Anual do Milho, 45., 2000, Pelotas, RS. Anais... Pelotas: Embrapa de Clima Temperado, 2000. p.510-516. CD ROM.
- Ferreira, J.M.S.; Warwick, D.R.N.; Siqueira, L.A. A cultura do coqueiro no Brasil. Brasília: EMBRAPA-SPU; Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1997. 309p.
- Ferreira, P. V. Estatística experimental aplicada à agronomia. Maceió: UFAL / EDUFAL / FUNDEPES. 2000. 437p.
- Ferreira Neto, M.; Gheyi, H. R.; Holanda, J. S. de; Medeiros, J. F. de; Fernandes, P. D. Qualidade de fruto verde de coqueiro em função da irrigação com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.6, n.1, p.69-75. 2002.
- Flowers, T.J. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, Oxford v.55, n.396, p.307-319, 2004.
- Greenway, H.; Munns, R. Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.31, n.1, p.149-190, 1980.
- Jayasekara, K.S.; Jayasekara, C. Efficiency of water use in coconut under different soil/plant management systems. In: Nair, M.K.; Khan, H.H.; Gopalasundaram, P.; Bhaskaara Rao, E. V. V. *Advances in coconut research and development*. New Delhi: ISOCRAD. 1993. 427p.
- Kyle, D. J.; Osmond, C. D.; Arntzen, C. J. *Photoinhibition*. Amsterdam: Elsevier 1987. 123p.
- Marschner, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2.ed. London: Academic Press. 1995. 889p.
- Mennen, H.; Jacoby, B.; Marschner, H. Is sodium proton antiport ubiquitous in plant cell? *Journal of Plant Physiology*, Rockville, v.137, n.1, p.180-183, 1990.
- Miranda, F.R.; Oliveira, V. H.; Montenegro A. A. T. Desenvolvimento e precocidade de produção do coqueiro Anão (*Cocos nucifera* L.) sob diferentes regimes de irrigação. *Agrotropica*, Ilhéus v.11, n.2, p.221-226, 1999.
- Monteith, J. L.; Campbell, G. S.; Potter, E. A. Theory and performance of dynamic diffusion porometer. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam v.44, n.1, p.27-38, 1988.
- O'Leary, J. W. Adaptive components of salt tolerance. In: Pessaraki, M. *Handbook of plant and crop physiology*. New York: Marcel Dekker, 1995. p.577-586.
- Passos, E, E, M.; Prado, C. H. B. A.; Leal, M. L. S. Condutância estomática, potencial hídrico foliar e emissão de folhas e inflorescências em três genótipos de coqueiro Anão. *Agrotropica*, Ilhéus v.3, n.11, p.147-152, 1999.
- Pomier, M.; Brunin, C. Irrigation des cocotiers à l'eau salée. *Oléagineux*, Paris, v.29, n.4, p.183-186, 1974.
- Rhoades, J. D.; Kandiah, A.; Mashali, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB. 2000. 117p. Estudos FAO - Irrigação e Drenagem, 48.
- Scholander, P. F.; Hammel, H. T.; Bradstreet, E. D.; Hemmingsen, E. A. Sap pressure in vascular plants. *Science*, Washington, v.148, n.2, p.339-346, 1965.
- Schulze, E. D. Plant life forms and their carbon, water and nutrient relations. In: *Encyclopedia of plant physiology*. New York: Springer-Verlag, p.615-676, 1982.
- Silva JR., C. D. da. Effects du déficit hydrique et de l'irrigation avec l'eau de mer diluée sur le comportement physiologique des plants de cocotier (*Cocos nucifera* L.) Grand du Brésil en conditions naturelles. 1994, 158p. Tese Doutorado. Paris, Université Paris 7.
- Tester, M., Davenport, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany*, London, v.91, n.3, p.503-527, 2003.
- Tyree, M.T.; Richter, H. Alternative methods of analyzing water potential isotherms: Some cautions and classifications curvilinearity in water potential isotherms. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v.60, n.10, p.911-916, 1982.
- Villalobos, E.; Umaña, C. H.; Chinchilla, C. Estado de hidratación de la palma aceitera, en respuesta a la sequía en Costa Rica. *Oléagineux*, Paris, v.47, n.3, p.217-223, 1992.
- Voleti, S.R.; Kasturibal, K.V.; Rajagopal, V.; Nambiar, C.K.B. Influence of soil type on the development of moisture stress in coconut (*Cocos nucifera* L.) genotypes. *Oleagineux*, Paris, v.48, n.3, p.505-509, 1993.