

NECESSIDADE HÍDRICA DO MARACUJAZEIRO AMARELO CULTIVADO SOB ESTRESSE SALINO, BIOFERTILIZAÇÃO E COBERTURA DO SOLO¹

JOSÉ LUCÍNIO DE OLIVEIRA FREIRE², LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE³, ALEX MATHEUS REBEQUI⁴, THIAGO JARDELINO DIAS⁴, ANTÔNIO GUSTAVO DE LUNA SOUTO⁵

RESUMO - Um experimento foi conduzido no município de Remígio, PB, para avaliar as necessidades hídricas do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) do transplântio à frutificação, irrigado com água não salina (0,5 dS m⁻¹) e salina (4,5 dS m⁻¹), em substrato sem e com biofertilizante bovino, sem e com cobertura morta. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 2³, com Em relação às testemunhas, a utilização do insumo orgânico e da cobertura proporcionou uma redução de 11,2% e de 4,5% no consumo hídrico das plantas irrigadas com água não salina e salina, respectivamente. Na interação água não salina x biofertilizante bovino x cobertura morta, os consumos hídricos das plantas foram de 2,76 mm dia⁻¹ no crescimento vegetativo apical, 4,97mm dia⁻¹ no crescimento dos ramos laterais e produtivos e de 5,65 mm dia⁻¹ no florescimento e frutificação. Nas fases de crescimento dos ramos laterais e produtivos, florescimento e frutificação, os consumos hídricos das testemunhas com água não salina são superiores em 18,4% e 7,7%, respectivamente, aos das plantas testemunhas irrigadas com água salina. A condutividade elétrica da solução lixiviada é maior com o uso de água salina e nos tratamentos sem cobertura morta. As plantas irrigadas com água salina apresentam coeficientes de cultivo inferiores às irrigadas com água não salina.

Palavras-chave: Evapotranspiração. Coeficiente de cultivo. Manejo da irrigação. Salinidade.

WATER NEEDS OF THE YELLOW PASSION FRUIT IN SALT STRESS, BIOFERTILIZATION AND SOIL COVER

ABSTRACT - An experiment was carried out at Remigio, State of Paraíba, Brazil, to assess the water requirements of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) from transplanting to fruiting irrigated with water without restriction salinity (0.5 dS m⁻¹) and saline (4.5 dS m⁻¹) in substrate with and without biofertilizer, with and without mulch. The experimental design was randomized blocks in factorial design 2³, with three replications and three plants in lysimeters with 130 dm³ of substrate. In relation to witnesses, the use of organic raw material and the cover was reduced by 11.2% and 4.5% in water consumption of plants irrigated with water without restriction salinity and saline, respectively. In non-saline water interaction biofertilizer x mulch, plant water consumption to 2.76 mm day⁻¹ in apical vegetative growth, 4.97 mm day⁻¹ in growth and production of side branches and 5.65 mm day⁻¹ on flowering and fruiting. In the periods of growth and production of side branches, flowering and fruiting, the water consumption of witnesses with water without restriction salinity are higher by 18.4% and 7.7%, respectively, of control plants irrigated with saline water. The electrical conductivity of the leached solution is enhanced by the use of saline water and the treatment without mulch. Plants irrigated with saline water present crop coefficients lower than those irrigated with water without restriction salinity.

Keywords: Evapotranspiration. Crop Coefficient. Irrigation Management. Salinity.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 30/03/2010; aceito em 06/10/2010.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, IFCE, Caixa Postal 18, 63100-000, Crato – CE; lucinio@folha.com.br

³Departamento de Solos e Engenharia Rural, UFPB, INCTSal, Caixa Postal 65, 58397-000, Areia – PB; lofeca@cca.ufpb.br

⁴Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água e em Agronomia, PPMSA-PPGA, UFPB, Caixa Postal 65, 58397-000, Areia – PB; alexrebequi@hotmail.com; tjardelino@hotmail.com

⁵Centro de Ciências Agrárias, UFPB, Caixa Postal 65, 58397-000, Areia – PB; gusluso@hotmail.com

INTRODUÇÃO

No ano agrícola de 2008, a produtividade do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) no Brasil foi de 14,04 t ha⁻¹ (IBGE, 2010). Com plantios convencionais em regiões fisiográficas produtoras no Estado, a Paraíba apresenta uma produtividade muito baixa (8,8 t ha⁻¹), quando comparada com a média do rendimento nacional e o potencial produtivo da cultura de 40 a 45 t ha ano⁻¹ em cultivos irrigados (RUGGIERO, 2000) e com material biológico de qualidade.

A necessidade hídrica ao longo do ciclo da cultura expressa a evapotranspiração da cultura (ET_c), sendo o seu conhecimento importante no dimensionamento e no manejo de projetos de irrigação, por quantificar a água a ser repostada ao solo para atender à cultura (COSTA et al., 2000). Para Oliveira et al. (2009), o conhecimento dos coeficientes de cultivo (K_c) e da evapotranspiração de referência (ET₀) é informação básica para o bom uso e conservação dos recursos hídricos na agricultura irrigada.

Avaliações de Silva e Klar (2002) com maracujazeiro amarelo, indicaram valores de K_c entre 0,42 e 1,12, com coeficientes maiores registrados nos estádios fenológicos de florescimento e formação dos frutos. No semiárido cearense, a ET_c média das plantas de maracujazeiro foi de 5,71 mm dia⁻¹ dos 101 aos 162 dias após o transplante das mudas (SOUZA et al., 2009).

O incremento da salinidade do solo influencia no consumo hídrico das culturas, em razão da redução do potencial osmótico que dificulta a absorção de água pela planta, diminuindo a evapotranspiração, atrasando as fases fenológicas e resultando em menor produtividade (TAIZ; ZEIGER, 2006). A redução na evapotranspiração pode ser quantificada por coeficientes que levam em consideração o acúmulo de sais no solo (SILVA et al., 2005). No semiárido brasileiro, caracterizado por elevada demanda evapotranspirativa, reduzido índice pluviométrico e presença de água e solo com teores elevados de sais (SILVA et al., 2009), a utilização de água com restrição salina para a irrigação, muitas vezes, é necessária para a continuidade da atividade agrícola.

Na tentativa de reduzir os efeitos depressivos

da salinidade da água e do solo, no comportamento vegetativo e produtivo do maracujazeiro amarelo, pesquisas vêm sendo conduzidas com a utilização de insumos orgânicos, como o biofertilizante bovino (CAVALCANTE et al., 2009) e alternativas de proteção contra perdas hídricas (CAVALCANTE et al., 2005a). Na avaliação de atributos qualitativos de frutos do maracujazeiro amarelo irrigado com águas de baixa e alta salinidade, Freire et al. (2010) verificaram que o efluente orgânico influenciou na firmeza da casca dos frutos, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e massa média de frutos, com teores mais elevados de vitamina C observados nos frutos de plantas com cobertura do solo.

O objetivo deste trabalho foi determinar a evapotranspiração da cultura e o coeficiente de cultivo do maracujazeiro amarelo nas fases do crescimento à frutificação, irrigado com água não salina e salina, em substrato sem e com biofertilizante bovino, sem e com cobertura morta, com reposição da solução drenada após cada irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2008 a abril de 2009, no município de Remígio, PB, situado nas coordenadas geográficas de 6°53'00" de latitude Sul, e 36°02'00" de longitude Oeste, altitude de 470 m, inserido na Mesorregião do Agreste Paraibano e Microrregião do Curimatá Ocidental (INTERPA, 2008).

As variáveis climáticas registradas durante a realização do experimento estão apresentadas na Tabela 1. Os dados de umidade relativa do ar e velocidade do vento foram obtidos da Estação Climatológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, distante 18 km da área experimental, e corrigidos com base na altitude de acordo com Doorenbos e Pruitt (1977). Os referentes à temperatura média do ar e precipitação pluviométrica foram obtidos na área experimental. Os dados de evaporação foram coletados de um tanque Classe A instalado na área. A evapotranspiração de referência foi estimada usando a metodologia descrita em Doorenbos e Pruitt (1977).

Tabela 1. Dados climáticos médios nos períodos distintos da execução do experimento.

Variáveis climáticas	Períodos					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Temperatura (°C)	23,5	25,3	25,1	25,5	23,6	25,2
U. R. (%)	75,7	78,1	75,8	79,7	81,2	87,3
Velocidade do vento (m s ⁻¹)	3,7	2,1	2,4	2,9	2,5	2,1
Precipitação (mm)	0,0	6,6	0,8	56,1	140,1	160,1
ECA (mm dia ⁻¹)	7,5	7,1	7,7	7,2	5,7	6,1
ET ₀ (mm dia ⁻¹)	5,2	5,3	5,8	5,4	4,3	4,6

U. R. = umidade relativa do ar; ECA = evaporação no tanque Classe A; ET₀ = evapotranspiração de referência; (1): 13 de outubro a 11 de novembro de 2008; (2): 12 de novembro a 11 de dezembro de 2008; (3): 12 de dezembro de 2008 a 10 de janeiro de 2009; (4): 11 de janeiro a 9 de fevereiro de 2009; (5): 10 de fevereiro a 11 de março de 2009; (6): 12 de março a 4 de abril de 2009.

O substrato do experimento, analisado quanto aos atributos químicos e físicos (Tabela 2), constou de uma mistura dos primeiros 10 cm de um ARGIS-SOLO AMARELO distrófico não salino (SANTOS et al., 2006) com esterco bovino, na proporção em volume de 10:1 (v/v).

O delineamento experimental consistiu de blocos casualizados em esquema fatorial 2^3 , relativo à água salina e não salina, em lisímetros sem e com biofertilizante bovino comum, sem e com cobertura morta, com três repetições e três plantas por parcela, totalizando 72 unidades experimentais.

A unidade experimental foi representada por uma planta de maracujazeiro amarelo, variedade

Peroba, transplantada 70 dias após a semeadura (LIMA e TRINDADE, 2004) para um lisímetro de 60 cm de diâmetro e 50 cm de altura, contendo 130 dm³ de substrato. Para impedir a obstrução do dreno, na base interna dos lisímetros, foram postas uma camada de 5 cm de areia lavada de rio sobreposta a uma de 2,5 cm de brita fina. Na parte inferior do reservatório, para lixiviação da solução excedente e manutenção do ambiente edáfico no lisímetro em capacidade de campo após cada irrigação, foram perfurados dois drenos, equidistanciados, com 1 cm de diâmetro. Os lisímetros foram instalados sobre bases de tijolos nivelados a 30 cm acima da superfície do solo, conforme Figura 1.

Tabela 2. Composição química e física do substrato (solo + esterco bovino) utilizado nas unidades experimentais.

Atributos Químicos	Valores	Atributos Físicos	Valores
pH (água: 1:2,5)	8,6	Areia (g kg ⁻¹)	808
P (mg dm ⁻³)	103	Silte (g kg ⁻¹)	110
K ⁺ (mg dm ⁻³)	607	Argila (g kg ⁻¹)	82
Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	2,65	Ada (g kg ⁻¹)	33
Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	0,57	GF (%)	67
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,91	ID (%)	33
SB (cmol _c dm ⁻³)	6,68	D _s (Mg m ⁻³)	1,32
H ⁺ +Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	1,29	D _p (Mg m ⁻³)	2,64
Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	Ausente	P _t (m m ⁻³)	0,50
CTC (cmol _c dm ⁻³)	7,97	A/S	0,75
M.O. (g kg ⁻¹)	11,81	Classe textural	AF

SB = Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + Na⁺ + K⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; M.O = Matéria orgânica; Ada = Argila dispersa em água; GF = Grau de floculação; ID = Índice de dispersão; D_s = Densidade do solo; D_p = Densidade de partícula, P_t = Porosidade total; A/S = Relação argila-silte; AF = Areia franca.



Figura 1. Arranjo espacial do maracujazeiro amarelo nas unidades experimentais.

A irrigação das plantas foi feita com água não salina (0,5 dS m⁻¹) e salina (4,5 dS m⁻¹). Aos 10 dias após o transplantio das mudas (DAT), os substratos

foram irrigados até o ponto de saturação para obtenção da umidade de capacidade de campo inicial do solo, que serviu de ponto de referência para as irriga-

ções subsequentes. Diariamente, procedeu-se à reposição de um volume hídrico correspondente a 20% da evaporação medida no tanque Classe A para manutenção de um teor adequado de umidade no solo e redução de estresse das plantas. A cada 7 dias foram efetuadas irrigações, com fornecimento hídrico até à umidade ao nível de capacidade de campo do solo, adotando uma fração de lixiviação de 10% para lavagem do substrato. Após cessar a drenagem, o volume era medido para os cálculos da evapotranspiração e coeficiente de cultivo das plantas.

O biofertilizante bovino foi preparado com partes iguais de esterco fresco de bovino leiteiro, misturado com água não salina e não clorada, na proporção de 1:1 (100 litros de cada componente), em recipiente hermeticamente fechado, submetida à fermentação anaeróbica, por um período de 30 dias, conforme sugestões de Santos e Akiba (1996). A aplicação foi realizada no dia do transplântio das

mudas e a cada 90 dias após, utilizando partes iguais do biofertilizante bovino e água de boa qualidade química ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$), com alíquota correspondente a 10 dm^3 do insumo por lisímetro. No dia da aplicação do biofertilizante, os tratamentos sem esse insumo orgânico receberam o volume hídrico equivalente à quantidade de água contida nele. Foi determinado o volume de água contido em $1,0 \text{ dm}^3$ do biofertilizante, que foi colocado para secar em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de $70 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 72 horas, até a obtenção da massa seca do esterco de bovino contido no mesmo. A diferença de ambas as massas correspondeu à massa de água que foi fornecida em acréscimo para cada tratamento.

Na Tabela 3 estão contidos os valores dos atributos químicos do biofertilizante bovino e das águas utilizadas na irrigação das plantas do experimento.

Tabela 3. Composição química da fração líquida do biofertilizante bovino e das águas utilizadas nas irrigações do maracujazeiro amarelo.

Atributos Químicos	Biofertilizante	A ₁	A ₂
pH	6,52	6,44	7,55
C.E. (dS m^{-1} a 25°C)	2,72	0,50	4,50
RAS (mmol L^{-1})	3,19	2,12	13,26
Ca^{2+} ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)	4,19	1,67	2,80
Mg^{2+} ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)	6,91	0,81	8,90
K^+ ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)	8,63	0,11	0,43
Na^+ ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)	7,52	2,37	31,96
SO_4^{2-} ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)	12,45	0,86	0,26
CO_3^{2-} ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)	Ausente	Ausente	0,10
HCO_3^- ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)	1,37	1,12	3,20
Cl^- ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$)	14,11	3,14	40,80
Classificação	C ₃ S ₁	C ₁ S ₁	C ₄ S ₁

C.E. = Condutividade elétrica; RAS = Razão de adsorção de sódio [$\text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} / 2)^{1/2}$]; A₁ = Água não salina; A₂ = Água salina.

A cobertura morta foi feita com uma camada de 8 cm de capim braquiária (*Brachiaria decumbens* L.), em toda a área do lisímetro com a planta transplantada ao centro.

A condutividade elétrica da solução drenada de cada tratamento foi medida através de um condutivímetro digital portátil, modelo CDR-870 Instrutherm®, sendo, posteriormente, acondicionada em recipientes plásticos para reposição nos lisímetros na irrigação subsequente.

O arranjo espacial das plantas foi de 3 x 3 m, com sistema de sustentação em espaldeira de um fio de arame instalado a 2,20 m do solo e a 1,65 m da

superfície do lisímetro. As podas do broto apical e do ramo primário foram efetuadas, respectivamente, quando as plantas cresceram 10 cm acima do arame de sustentação. A adubação de fundação foi feita com 150 g de superfosfato simples (20% P₂O₅) por planta. O nitrogênio e o potássio foram aplicados mensalmente em cobertura, fornecendo-se 30 g de uréia (45% N) e 50 g de cloreto de potássio (58% K₂O) por planta e por adubação, de acordo com os resultados analíticos do solo e sugestões de São José et al. (2000).

As avaliações das necessidades hídricas das plantas, dos 10 aos 150 dias após o transplântio

(DAT) constaram da evapotranspiração da cultura (ET_c) e do coeficiente de cultivo (K_c) nos estádios de crescimento apical (I: 10 a 58 DAT), crescimento dos ramos laterais e produtivos (II: 59 a 114 DAT), florescimento e frutificação (III: 115 a 150 DAT). A ET_0 foi obtida com base em leituras do tanque Classe "A", conforme Doorenbos e Pruitt (1977).

Para determinação da ET_c do maracujazeiro amarelo irrigado se utilizou o método do lisímetro de drenagem, conforme a expressão 1, adaptada de Rodrigues (2008):

$$ET_c = [P + (V_A + F_L - V_D) * S^{-1} * T^{-1}] \quad [1]$$

em que:

ET_c = evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹); P = precipitação pluviométrica (mm); V_A = volume de água aplicada no lisímetro até o início da drenagem (L); F_L = fração de lixiviação ($0,1 * V_A$); V_D = volume de água drenada do lisímetro (L); S = área do lisímetro (m²); T = frequência de irrigação (dias).

O coeficiente de cultivo (K_c) foi obtido através da relação entre a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração de referência nas diferentes fases da cultura do maracujazeiro amarelo, conforme a expressão 2, adaptada de Doorenbos e Kassam (1979):

$$K_c = [ET_c * (ECA * K_p)^{-1}] \quad [2]$$

em que:

K_c = coeficiente de cultivo; ET_c = evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹); ECA = evaporação do tanque Classe "A" (mm dia⁻¹); K_p = coeficiente do tanque Classe "A" (0,75).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste "F" para diagnosticar os efeitos dos tratamentos e suas interações, com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 2006), utilizando o software SAEG 5.0 (Sistema de Análise Estatística e

Genética) (GOMES, 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os consumos hídricos médios diários do maracujazeiro amarelo irrigado com água não salina indicaram que os valores de ET_c total no período de avaliação (150DAT) foram de 736,68 mm, 698,11 mm, 679,84 mm e 653,87 mm, respectivamente, para os tratamentos com água não salina sem biofertilizante e sem cobertura morta (T_1), sem biofertilizante e com cobertura morta (T_2), com biofertilizante e sem cobertura morta (T_3), com biofertilizante e com cobertura morta (T_4) (Figura 2A), enquanto as demandas hídricas das plantas irrigadas com água salina foram de 681,94 mm, 613,13 mm, 678,51 mm e 650,93, respectivamente nos tratamentos sem biofertilizante e sem cobertura morta (T_5), sem biofertilizante e com cobertura morta (T_6), com biofertilizante e sem cobertura morta (T_7) e com biofertilizante e com cobertura morta (T_8), conforme Figura 2B.

A irrigação das plantas de maracujazeiro com água de baixo nível de salinidade, associada ao biofertilizante bovino e à cobertura morta (T_4 - 653,87 mm), foi responsável por um consumo hídrico total 11,2% menor do que o verificado nas plantas da testemunha (T_1 - 736,68 mm). Quando a irrigação foi efetuada com água salina no solo com o insumo orgânico e cobertura morta, ocorreu uma redução de 4,5% no consumo hídrico total em comparação com a testemunha (T_5). Esses valores evidenciam que, independentemente do nível de salinidade da água, o uso do insumo orgânico com a cobertura morta exerceu efeitos benéficos nas condições físicas do ambiente edáfico, através de uma maior conservação do teor de umidade e consequente diminuição no consumo hídrico pelas plantas.

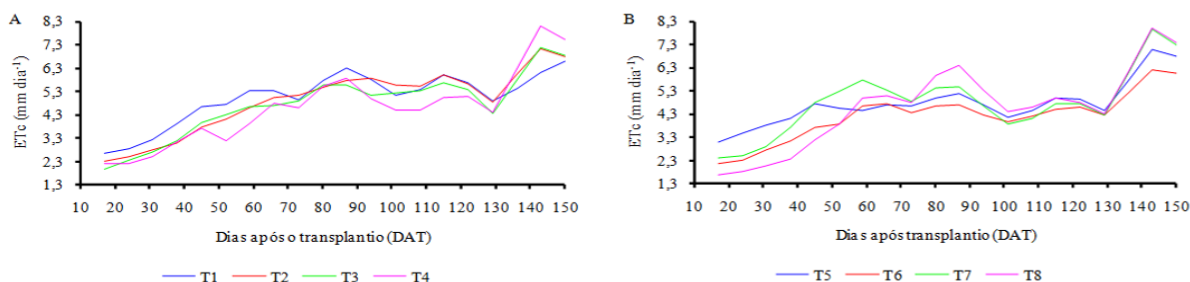


Figura 2. Evapotranspiração da cultura do maracujazeiro amarelo irrigado com água não salina (A), sem biofertilizante e sem cobertura morta (T_1), sem biofertilizante e com cobertura morta (T_2), com biofertilizante e sem cobertura morta (T_3), com biofertilizante e com cobertura morta (T_4) e com água salina (B), sem biofertilizante e sem cobertura morta (T_5), sem biofertilizante e com cobertura morta (T_6), com biofertilizante e sem cobertura morta (T_7) e com biofertilizante e com cobertura morta (T_8).

As tendências de aumento e de redução no consumo de água pelas plantas observadas em todos os tratamentos (Figuras 2A e 2B), principalmente nos estádios fenológicos II (59 a 114 DAT) e III (115 a 150 DAT), são semelhantes às observadas por Sousa

et al. (2001) e atribuídas às oscilações das condições climáticas, notadamente umidade relativa do ar, temperatura do ar, velocidade do vento e radiação solar, bem como ao maior crescimento (fase II) e desenvolvimento das plantas (fase III).

Nos estádios fenológicos II e III, as plantas irrigadas com água não salina (T_1) apresentaram valores médios de consumo hídrico superiores em 18,4% e 7,7%, respectivamente, aos das plantas testemunhas irrigadas com água salina (T_5). Na interação água não salina x biofertilizante x cobertura morta, os menores valores de ET_c corresponderam ao crescimento vegetativo apical ($2,76 \text{ mm dia}^{-1}$) e crescimento dos ramos laterais e produtivos ($4,97 \text{ mm dia}^{-1}$), enquanto no estágio de florescimento e frutificação a ET_c foi de $5,65 \text{ mm dia}^{-1}$. No crescimento vegetativo apical do maracujazeiro amarelo, os tratamentos T_4 ($2,76 \text{ mm dia}^{-1}$) e T_8 ($2,53 \text{ mm dia}^{-1}$) apresentaram valores de ET_c semelhantes aos $2,99 \text{ mm dia}^{-1}$ obtidos por Souza et al. (2009), em avaliações com a mesma cultura em condições de semiárido no Estado do Ceará.

Na fase de florescimento e frutificação, o maior consumo hídrico foi de $5,88 \text{ mm dia}^{-1}$ nas plantas testemunhas irrigadas com água de boa qualidade química, inferior, em cerca de 18%, à demanda hídrica do maracujazeiro apresentada por Souza et al. (2009).

No estágio de crescimento apical (fase I), os maiores e os menores consumos hídricos diários foram observados nas plantas de maracujazeiro amarelo irrigadas, respectivamente, com água não salina ($3,64 \text{ mm dia}^{-1}$) e salina ($2,76 \text{ mm dia}^{-1}$), sem a utilização do insumo orgânico e cobertura morta (T_1 e T_5), sem diferença estatística significativa entre ambos os tratamentos (Figura 3). Isso equivale a uma demanda hídrica diária de $1,03 \text{ L planta dia}^{-1}$ (T_1) e $0,78 \text{ L planta dia}^{-1}$ (T_2). Sousa et al. (2001) relatam que, até os 90 dias de idade, o consumo hídrico do

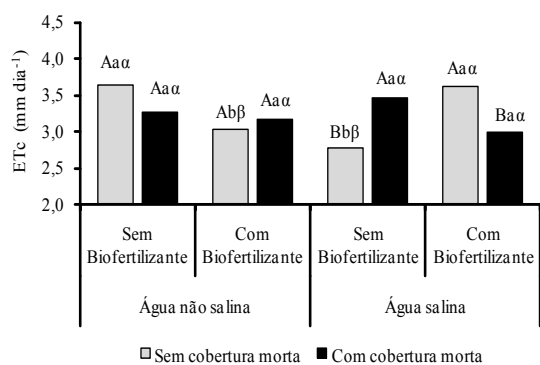


Figura 3. Consumo hídrico do maracujazeiro amarelo irrigado com água não salina e salina, biofertilizante bovino, cobertura morta e reposição da solução drenada, no estágio de crescimento apical.

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas nas interações água x biofertilizante dentro de cobertura morta; minúsculas nas interações água x cobertura morta dentro de biofertilizante e de mesmas letras gregas entre as interações água x biofertilizante, sem ou com cobertura morta, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

DMS (Diferença mínima significativa) = 0,34; CV (Coeficiente de variação %) = 10,61.

maracujazeiro é inferior a $1,10 \text{ L planta dia}^{-1}$, expressando baixo consumo hídrico.

Na referida Figura, percebe-se que, na ausência da cobertura morta, o consumo hídrico das plantas irrigadas com água não salina e sem biofertilizante bovino foi superior ao das plantas com o insumo, diferentemente dos efeitos observados nas mesmas condições com água de maior concentração salina. Com a utilização do insumo orgânico no solo sem a cobertura morta, a ET_c das plantas irrigadas com água não salina (T_3) superou ao observado quando a irrigação foi feita com água de alta salinidade (T_7).

A adição do biofertilizante bovino, nas plantas com cobertura morta, não interferiu significativamente no consumo hídrico entre as plantas irrigadas com água não salina (T_4) e salina (T_8). Entretanto, o consumo hídrico das plantas irrigadas com água de maior condutividade elétrica foi cerca de 7% menor do que o das plantas irrigadas com água de boa qualidade. Isso evidencia que, neste estágio de crescimento do maracujazeiro amarelo, a utilização do efluente orgânico e da cobertura morta mitigou os efeitos depressivos dos sais às plantas. Tendência semelhante foi observada por Sousa et al. (2008) ao monitorarem o crescimento inicial do maracujazeiro amarelo em substrato com biofertilizante, sob irrigação salina.

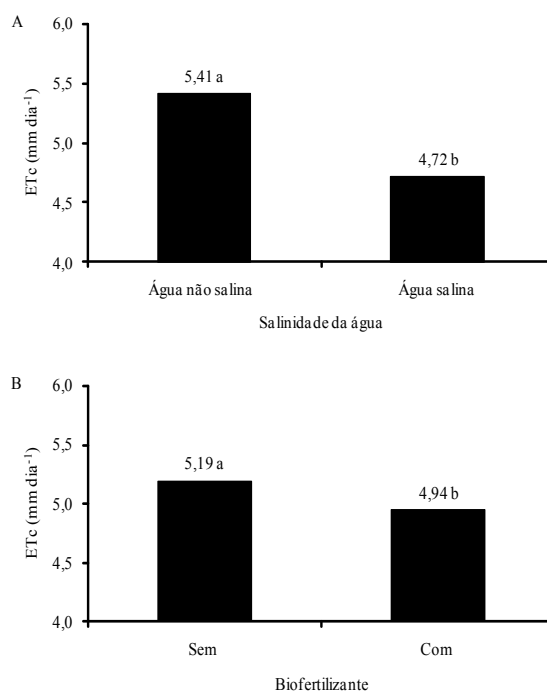


Figura 4. Consumo hídrico médio diário de plantas de maracujazeiro amarelo irrigadas com água não salina e salina (A) em lisímetros sem e com biofertilizante bovino (B) na fase de crescimento dos ramos laterais e produtivos. Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). DMS (Diferença mínima significativa) = 0,10; CV (%) = 2,25.

Quanto à cobertura morta, não foram constatados efeitos significativos para a demanda hídrica entre as plantas irrigadas com o mesmo nível de salinidade da água, independentemente da utilização do biofertilizante bovino, mas o comportamento das plantas submetidas à utilização simultânea do biofertilizante bovino e cobertura morta foi diferente em ambos os tipos de água para irrigação (Figura 3). Houve diferenças significativas no consumo de água entre os tratamentos com biofertilizante e cobertura morta quando se irrigou com água não salina, com aumento de 4,6% no consumo hídrico ($3,02 \text{ mm dia}^{-1}$ – T₃ e $3,16 \text{ mm dia}^{-1}$ – T₄), ao passo que, nas plantas irrigadas salinas, ocorreu uma redução de 18,2% no referido consumo ($3,62 \text{ mm dia}^{-1}$ – T₇ e $2,96 \text{ mm dia}^{-1}$ – T₈).

No estágio de crescimento dos ramos laterais e produtivos, os dados da Figura 4-A indicam que a ET_c diária em plantas irrigadas com água não salina ($5,41 \text{ mm dia}^{-1}$) foi superior em 14,6% ao consumo hídrico verificado nas plantas com estresse salino ($4,72 \text{ mm dia}^{-1}$). Esses resultados são semelhantes aos observados por Souza et al. (2009) em experimento conduzido com maracujazeiro amarelo nas condições de aridez em Pentecostes, Ceará.

Na fase II houve diferença significativa entre os tratamentos relacionados à utilização do biofertilizante bovino (Figura 4-B). Percebe-se uma diminuição, em cerca de 5%, no consumo hídrico nas plantas tratadas com o insumo, independentemente do tipo de água usado na irrigação. Nesse estágio de crescimento das plantas, a diminuição no consumo correspondeu a um volume de $4,31 \text{ m}^3$ de água ha^{-1} .

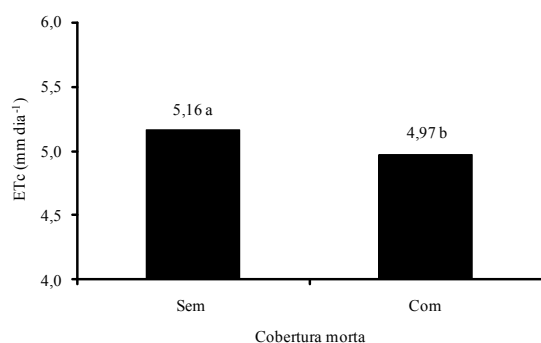


Figura 5. Demanda hídrica do maracujazeiro amarelo em substratos sem e com cobertura morta (Fase II). Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). DMS = 0,10; CV (%) = 2,25.

Independentemente da irrigação com água de baixa ou alta salinidade, na fase II da cultura, a demanda hídrica das plantas de maracujazeiro amarelo foi significativamente menor nos tratamentos com cobertura morta (Figura 5). Devido manter o solo mais úmido devido, provavelmente, ao efeito da não exposição do solo à ação do vento e à radiação solar, a cobertura do solo proporcionou uma economia hi-

drica de 3,7% em comparação às plantas dos lisímetros sem cobertura. No caso das plantas irrigadas com água de maior teor salino, os sais reduzem a pressão osmótica no substrato e comprometem a absorção de água e nutrientes, com reflexos negativos sobre processos fisiológicos e consumo hídrico (AYERS; WESTCOT, 1999; TAIZ; ZEIGER, 2006; SILVA et al., 2008).

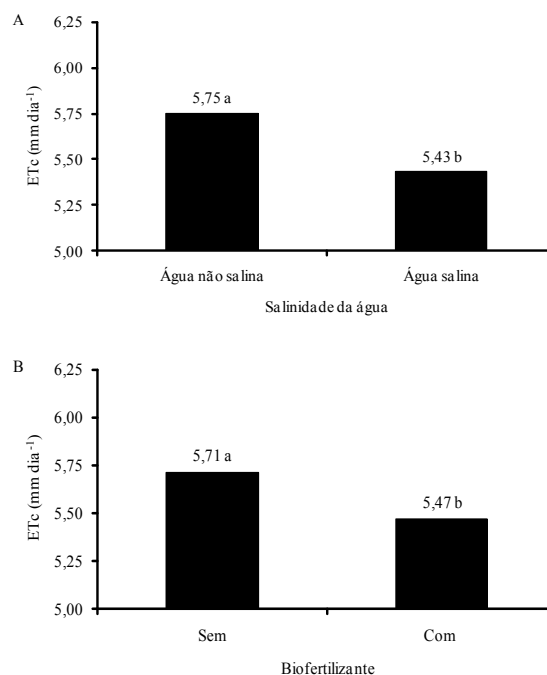


Figura 6. Evapotranspiração da cultura do maracujazeiro amarelo sob condições de salinidade da água de irrigação (A) e em substratos sem e com biofertilizante bovino (B). Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). DMS = 0,19; CV (%) = 3,80.

Na fase fenológica correspondente ao florescimento e frutificação do maracujazeiro amarelo, observou-se comportamento de consumo hídrico semelhante ao do estágio de crescimento dos ramos laterais e produtivos, onde as plantas irrigadas com água não salina foram responsáveis por uma demanda hídrica superior às submetidas a estresse salino. Pelos resultados da Figura 6-A, constata-se efeito significativo nas avaliações de ET_c dos tratamentos em que as plantas irrigadas com água de boa qualidade consumiram $5,75 \text{ mm água dia}^{-1}$ (241 mm no período) e as irrigadas com água salina $5,43 \text{ mm dia}^{-1}$ (228,1 mm no período). Isso equivale a um consumo hídrico cerca de 5,6% menor nas plantas submetidas às irrigações com água de teor salino mais elevado.

Semelhante ao verificado na fase II (Figura 5), o uso de biofertilizante bovino nos tratamentos, independentemente do nível de salinidade da água de irrigação no solo sem e com cobertura morta, diminuiu a ET_c das plantas na fase III (Figura 6-B). No

Tabela 4. Condutividade elétrica (dS m^{-1}) da solução lixiviada, após irrigações, nas fases I e II do maracujazeiro amarelo cultivado em lisímetros sem e com biofertilizante bovino, sem e com cobertura morta.

Tratamentos	Fase I	
	Sem cobertura morta	Com cobertura morta
Sem biofertilizante	12,4 bB	13,1 bA
Com biofertilizante	14,7 aA	14,3 aA
DMS	0,69	-
CV (%)	4,47	-

Tratamentos	Fase II	
	Sem cobertura morta	Com cobertura morta
Sem biofertilizante	14,2 aB	15,0 bA
Com biofertilizante	14,7 aB	15,9 aA
DMS	0,75	-
CV (%)	4,60	-

Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). DMS = Diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação.

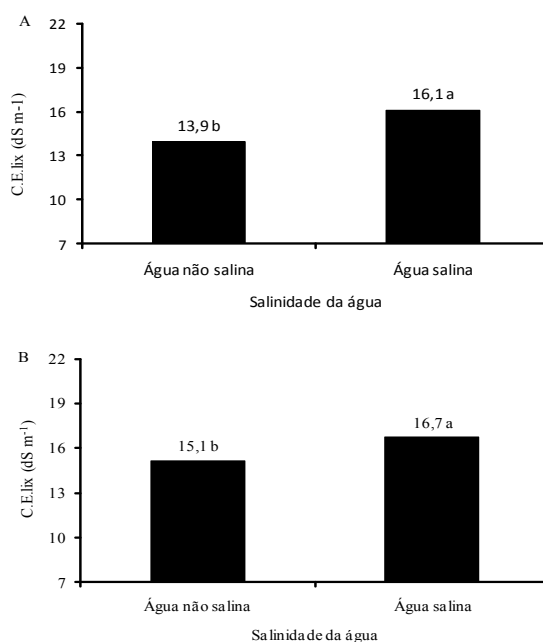
solo sem biofertilizante, a ET_c acumulada na fase de florescimento e floração foi de $239,8 \text{ mm planta}^{-1}$.

Nas fases fenológicas avaliadas, em todos os tratamentos, as plantas irrigadas com água não salina ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) apresentaram consumo hídrico total superior às plantas irrigadas com água salina ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$), confirmando as avaliações de Tester e Davenport (2003) e Cavalcante et al. (2005b) de que a presença de sais na água e no solo exerce efeitos depressivos às plantas, com alterações no potencial osmótico entre o seu interior e o meio salino, toxicidade iônica, desequilíbrio na absorção de nutrientes, reduzindo o consumo hídrico, com consequências negativas para o crescimento e desenvolvimento vegetal.

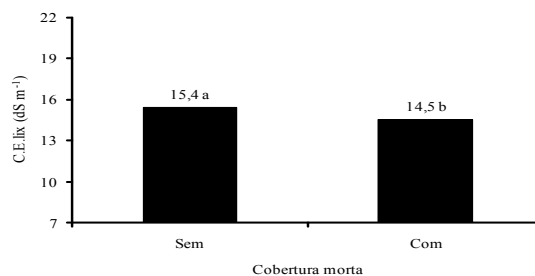
Nas fases I e II, as condutividades elétricas das soluções drenadas dos lisímetros após as irrigações apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos sem e com cobertura morta na ausência de biofertilizante bovino (Tabela 4). A adição do biofertilizante bovino, em função do seu caráter salino (Tabela 3), incrementou em 14,5% a salinidade das soluções lixiviadas nos tratamentos sem e com cobertura morta.

A irrigação das plantas de maracujazeiro amarelo com água de maior nível salino elevou a condutividade elétrica média da solução lixiviada em $2,2 \text{ dS m}^{-1}$, com incremento percentual de 15,8% na fase II e em $1,6 \text{ dS m}^{-1}$ e 10,6% na fase III (Figuras 7A e 7B, respectivamente). No estágio fenológico do crescimento dos ramos laterais e produtivos do maracujazeiro amarelo, a salinidade da água de drenagem, para a fração de lixiviação de 10%, é superior à estimada por Ayers e Westcott (1999), contrariamente ao verificado na fase de florescimento e frutificação.

Na fase II, a mesma tendência de redução da condutividade elétrica do lixiviado com ausência de cobertura morta observada na interação biofertilizante bovino x cobertura morta (Figuras 7A e 7B), ocorreu no efeito isolado deste fator (Figura 8). Provavelmente, tais efeitos tenham sido motivados por essa prática manter o solo mais úmido e menos aque-

**Figura 7.** Condutividade elétrica da solução lixiviada nas fases II (A) e III (B) do maracujazeiro amarelo irrigado com água não salina e salina.

Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). (A) DMS = 0,60; CV (%) = 4,60; (B) DMS = 1,11; CV (%) = 8,01.

**Figura 8.** Condutividade elétrica da solução lixiviada após irrigação do maracujazeiro em solo sem e com cobertura morta (Fase II).

Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). DMS = 0,48; CV (%) = 13,20.

Tabela 5. Valores médios dos coeficientes de cultivo (K_c) nos distintos estádios fenológicos do maracujazeiro amarelo.

EF	K_c							
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
I	0,64	0,55	0,55	0,51	0,69	0,53	0,64	0,45
II	0,98	0,96	0,91	0,87	0,82	0,78	0,84	0,91
III	1,17	1,14	1,12	1,14	1,09	1,02	1,09	1,10

K_c = coeficientes de cultivo; EF = estádios fenológicos; I: crescimento apical; II = crescimento dos ramos laterais e produtivos; III = florescimento e frutificação.

cido, resultando em menos lixiviação de sais para solução excedente (CAVALCANTE et al., 2005a).

No crescimento vegetativo inicial, os maiores K_c médios foram registrados nos tratamentos com água salina, sem biofertilizante e sem cobertura morta (T₅) e com água não salina, sem biofertilizante e sem cobertura morta (T₁), respectivamente de 0,69 e 0,64 (Tabela 5). Souza et al. (2009) obtiveram valores de K_c de 0,69, 0,92 e 1,08, respectivamente para as fases I, II e III, semelhantes em valores para todos os tratamentos do presente trabalho. Silva et al. (2006) apresentaram valores de K_c de 0,60 para a fase de crescimento vegetativo apical, de 0,90 para o crescimento dos ramos laterais e produtivos e de 1,20 durante o florescimento e frutificação, valores muito próximos aos obtidos no tratamento T₁ nesta pesquisa.

CONCLUSÕES

O consumo hídrico acumulado do maracujazeiro amarelo irrigado com água não salina é superior ao irrigado com água salina, independentemente do uso de biofertilizante bovino e da cobertura do solo;

O biofertilizante bovino e a cobertura do solo promovem a redução no consumo hídrico do maracujazeiro amarelo;

A condutividade elétrica da solução lixiviada é maior nos tratamentos com água salina sem cobertura morta;

Independentemente do uso do biofertilizante e da cobertura morta, os coeficientes de cultivo do maracujazeiro amarelo irrigado com água não salina são inferiores aos irrigados com água salina.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e ao INCTSal pelos incentivos financeiros concedidos à realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. p. 1-158, (FAO: Drainage paper, 29).

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 247 p.

CAVALCANTE, L. F. et al. Produção do maracujazeiro amarelo irrigado com água salina em covas protegidas contra perdas hídricas. **Irriga**, Botucatu, v.10, n.3, p. 229-240, 2005a.

CAVALCANTE, L. F. et al. Resposta do maracujazeiro amarelo à salinidade da água sob diferentes formas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, Suplemento, p. 314-317, 2005b.

CAVALCANTE, L. F. et al. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 4, p. 414-420, 2009.

COSTA, E. L. et al. Irrigação do maracujazeiro. In: Cultura do maracujazeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p. 59-66, 2000.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Rome: FAO, 1979. 212 p. (Riego y drenage, 33).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. Crop water requirement. **Irrigation and Drainage**, Roma: FAO, 1977. 144 p. (FAO: Paper 24).

FREIRE, J. L. O. et al. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p. 102-110, 2010.

GOMES, J. M. **SAEG: sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 5.0. Viçosa: UFV, 1992. 100 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>. Acessado em: 10 de fev. 2010.

INSTITUTO DE TERRAS E PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DO ESTADO DA PARAÍBA – IN-

- TERPA. Mesorregião do Agreste Paraibano; Microrregião do Curimataú Ocidental. Portaria/GAB/PRESI/Nº 010/08. Define as áreas de circunscrição das atividades dos núcleos Regionais de Araruna, Alagoinha, Teixeira, Catolé do Rocha, Piancó, conforme anexo I a esta portaria. **Diário Oficial**, Cabedelo, 17 Março 2008.
- LIMA, A. A.; TRINDADE, A. V. Propagação. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas, Embrapa, 2004. p. 107-116.
- OLIVEIRA, G. X. S. et al. Relações entre transpiração máxima, evapotranspiração de referência e área foliar em quatro variedades de mangueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 20-27, 2009.
- RODRIGUES, L. N. **Níveis de reposição da evapotranspiração da mamoneira irrigada com água residuária**. 2008. 161 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.
- RUGGIERO, C. Situação da cultura do maracujazeiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p. 5-9, 2000.
- SANTOS, A. C. V.; AKIBA, F. **Biofertilizante líquido: uso correto na agricultura alternativa**. Seropédica: UFRRJ, 1996. 35 p.
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2006. 306 p.
- SÃO JOSÉ, A. R. et al. **Maracujá: práticas de cultivo e comercialização**. Vitória da Conquista: UESB, 2000. 79 p.
- SILVA, A. A. G.; KLAR, A. E. Demanda hídrica do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). **Irriga**, Botucatu, v. 7, n. 3, p. 185-190, 2002.
- SILVA, E. C. et al. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 63, n. 1-3, p.147-157, 2008.
- SILVA, E. F. F. et al. Evapotranspiração, coeficiente de cultivo e de salinidade para o pimentão cultivado em estufa. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 17, n. 2, p. 58-63, 2005.
- SILVA, T. J. A. et al. Evapotranspiração e coeficientes de cultura do maracujazeiro amarelo conduzido sob duas orientações de plantio. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 90-106, 2006.
- SILVA, E. N. et al. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de pinhão-manso submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 5, p. 437-445, 2009.
- SOUSA, V. F. et al. **Irrigação e fertirrigação do maracujazeiro**. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2001. 46 p. (Circular Técnica, 32).
- SOUSA, G. B. et al. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 172-180, 2008.
- SOUZA, M. S. M. et al. Evapotranspiração do maracujá nas condições do Vale do Curu. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 11-16, 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722 p.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, n.5 , p. 503-527, 2003.