



PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DE MARACUJAZEIRO-AZEDO IRRIGADO COM ÁGUAS SALINAS E ÁCIDO ASCÓRBICO

Thiago Filipe de Lima Arruda¹, Edmilson Júnio Medeiros Caetano², Luana Lucas de Sá Almeida Veloso³, Geovani Soares de Lima⁴, Carlos Alberto Vieira de Azevedo⁴, André Alisson Rodrigues da Silva⁵

RESUMO: Objetivou-se com essa pesquisa avaliar os teores de pigmentos cloroplastídicos das plantas de maracujazeiro-azedo em função da salinidade da água de irrigação e aplicação foliar de ácido ascórbico. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em Campina Grande – PB, utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2×3 , sendo dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa ($0,8$ e $3,8 \text{ dS m}^{-1}$) e três concentrações de ácido ascórbico (0 ; 8 , e $1,6 \text{ mM}$) com três repetições. A concentração de $0,8 \text{ mM}$ de ácido ascorbico aumentou a síntese de clorofila a, b e total das plantas de maracujazeiro-azedo cultivadas sob salinidade da água de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis* Sims, salinidade, composto não-enzimático.

PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS FROM SOUR PASSION FRUIT IRRIGATED WITH SALINE WATER AND ASCORBIC ACID

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the levels of chloroplast pigments in passion fruit plants as a function of irrigation water salinity and foliar application of ascorbic acid. The experiment was carried out in a greenhouse in Campina Grande - PB, using a randomized block design, in a 2×3 factorial scheme, with two levels of electrical conductivity of irrigation water - ECa (0.8 and 3.8 dS m^{-1}) and three concentrations of ascorbic acid (0 ; 8 ,

¹ Pesquisador, CAPES/UFCG/PPGEA, CEP: 58429-900, Campina Grande, PB. Fone: (83) 99840-8028, e-mail: thiago.filipe.la@hotmail.com

² Mestrando em Irrigação e Drenagem, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB

³ Bolsista Pós-Doutorado Júnior do CNPq, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB

⁴ Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB

⁵ Bolsista Pós-Doutorado Júnior do CNPq, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB

and 1.6 mM) with three replicates. The concentration of 0.8 mM of ascorbic acid increased the synthesis of chlorophyll a, b and total of passion fruit plants cultivated under water salinity of 0.8 dS m⁻¹.

KEYWORDS: *Passiflora edulis* sims, salinity, attenuates.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de maracujá, obtendo-se uma produção em 2018 de 602.651 toneladas. A região Nordeste foi responsável por 62,3% dessa produção e com destaque para o estado da Bahia, seguido pelo Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas e Pernambuco, que tiveram uma área colhida de 29.953 ha e produziu 375.541 toneladas (IBGE, 2019).

Contudo, o Nordeste é uma região que apresenta restrições a expansão da agricultura irrigada, devido aos baixos índices pluviométricos e alta evapotranspiração, criando um cenário hidrológico que obriga os produtores a utilizarem fontes subterrâneas com altos teores de sais (VELOSO et al., 2018).

A presença de concentrações elevadas de sais na água pode levar ao estresse osmótico nas plantas, desencadeando uma série de reações prejudiciais. Isso ocorre devido à diminuição da capacidade de absorção de água, resultando no fechamento imediato dos estômatos, redução da disponibilidade de dióxido de carbono e danos aos componentes fotossintéticos (ALVES et al., 2011; SÁ et al., 2015)

Diante disso, a busca por estratégias capazes de diminuir os efeitos deletérios dos sais nas plantas é crucial. Uma das principais moléculas envolvidas na divisão celular e no ajuste osmótico é o ácido ascórbico (AsA) (DE-GARA et al., 2003).

O uso dessa molécula pode diminuir a efeito dos sais nas plantas (ALI et al., 2019). Portanto, objetivou-se com essa pesquisa avaliar os pigmentos cloroplastídicos das plantas de maracujazeiro-azedo em função da salinidade da água de irrigação e aplicação foliar de ácido ascórbico.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada durante os meses de janeiro a maio de 2022, em ambiente protegido (casa de vegetação) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Campina Grande, Paraíba - PB, nas coordenadas geográficas 7°15'18'' de latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste e altitude média de 550 m. Os dados de temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa média do ar do local do experimento estão dispostos na Figura 1.

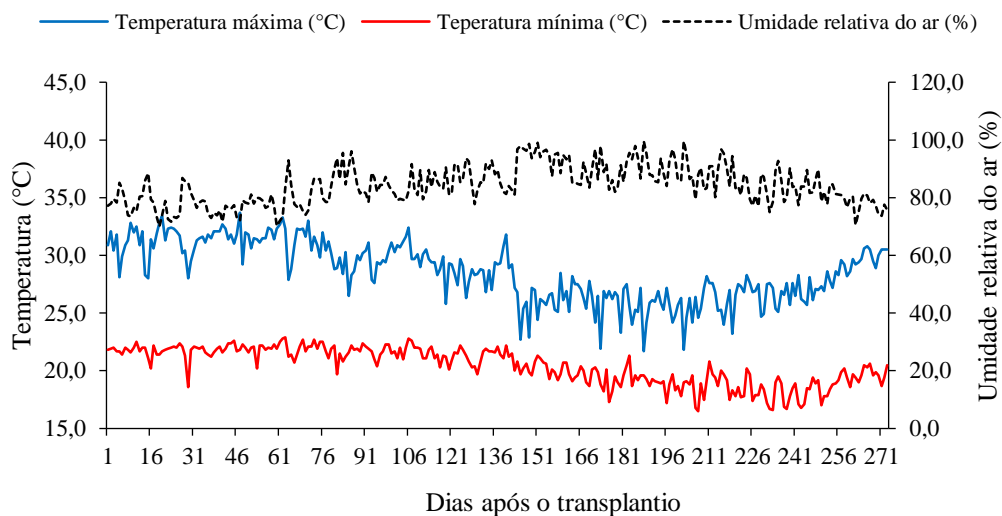


Figura 1. Temperatura máxima, mínima e, umidade relativa média do ar observada na área interna da casa de vegetação durante a condução do experimento.

Utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em arranjo fatorial 2×3 , sendo, dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,8 e 3,8 dS m^{-1}) e três concentrações de ácido ascórbico – AsA (0; 0,8 e 1,6 mM), com três repetições e uma planta por parcela.

Os níveis salinos foram baseados em estudo realizado por Andrade et al. (2019). As águas salinas foram preparadas mediante adição de sais NaCl, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ e $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ na água de abastecimento local, mantendo a proporção equivalente de 7:2:1 de Na, Ca e Mg respectivamente, que representa a composição média das águas do semiárido nordestino.

As concentrações de ácido ascórbico foram baseadas no estudo de Fatah & Sadek (2020), preparadas a partir da diluição do ácido ascórbico em água destilada. A concentração de 0 mM foi composta apenas água destilada.

As mudas de maracujazeiro-azedo, foram formadas em condições de casa de vegetação, irrigadas com água de abastecimento local (0,3 dS m^{-1}) por um período de 70 dias. Antes do

semeio, as sementes de maracujazeiro-azedo foram embebidas nas soluções de ácido ascórbico (0; 0,8 e 1,6 mM) por um período de 24h, no escuro.

Aos 70 dias após o semeio (DAS), as mudas foram transplantadas para vasos adaptados a lisímetros de drenagem, com capacidade de 251 kg, preenchidos com uma camada de 1,0 kg de brita seguido de 250 kg de Neossolo Regolítico de textura franco-arenosa, procedente do município de Lagoa seca – PB. Os atributos físico-químicos do solo (Tabela 1) foram analisados conforme Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo, na camada de 0 - 0,30 m, utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

Características químicas								
pH H ₂ O	M.O.	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
1:2,5	g dm ⁻³	mg dm ⁻³cmol _c kg ⁻¹					
4,93	9,3	10,7	0,2	0,51	1,77	1,60	2,64	0,51
.....Características químicas.....			Características físicas.....				
CE _{es}	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)	
dS m ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	(mmol L ⁻¹) ^{0,5}	%	Areia	Silte	Argila	33,42	1519,5 kPa ²
1,15	7,23	0,38	7,05	76,09	16,45	7,46	13,07	5,26

MO – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺ e H⁺ extraídos com CaOAc 0,5 M pH 7,0; PST - Percentagem de sódio trocável; CE_{es} – Condutividade elétrica do extrato de saturação; FA – Franco arenoso; AD – Água disponível; DA - Densidade aparente; DP - Densidade de partículas; * - Capacidade do campo; ** - Ponto de murchamento.

A irrigação com água salina iniciou-se aos 18 DAT, realizada a cada 3 dias de forma manual, mantendo a umidade do solo próxima à capacidade de campo. O volume de água aplicado foi determinado de acordo com a necessidade hídrica das plantas, estimado pelo balanço hídrico acrescido da fração de lixiviação de 0,15, aplicada a cada 30 dias para evitar acúmulo excessivo de sais.

As adubações com nitrogênio, fósforo e potássio foram realizadas conforme recomendação de Cavalcante (2008) para maracujá. Ureia, fosfato monoamônio e cloreto de potássio foram utilizados como fontes de nitrogênio, fósforo e potássio.

Os pigmentos fotossintéticos foram quantificados de acordo com Arnon (1949), em que extratos de plantas são obtidos de amostras de disco da terceira folha madura no ápice da planta. Esses extratos foram utilizados para determinar os teores de clorofila a, b, total e carotenoides nas soluções por meio de espectrofotômetro nos comprimentos de onda de absorbância (ABS) de 470, 646 e 663 nm, utilizando as Eq. 1, 2, 3 e 4:

$$\text{Clorofila}_a (Cl_a) = (12,21 \times ABS_{663}) - (2,81 \times ABS_{646}) \quad (1)$$

$$\text{Clorofila}_b (Cl_b) = (20,13 \times ABS_{646}) - (5,03 \times ABS_{663}) \quad (2)$$

$$\text{Clorofila}_{total}(Cl_t) = (7,15 \times ABS663) - (18,71 \times ABS647) \quad (3)$$

$$\text{Carotenóides (Car)} = [(1000 \times ABS470) - (1,82 \times Cl_a) - (85,02 \times Cl_b)]/198 \quad (1)$$

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 0,05 de probabilidade e, quando significativo, foram submetidos ao teste de Tukey (em nível de 0,05 de probabilidade) de comparação de médias, desdobrando-se a interação sempre que a mesma for significativa a 5% utilizando-se do software estatístico SISVAR. Todos os dados foram transformados para \sqrt{x} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância houve efeito significativo da interação entre os níveis de salinidade da água e das concentrações de ácido ascórbico para os teores de clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b), clorofila total (Cl t) e carotenoides (CAR) das plantas de maracujazeiro-azedo.

Tabela 2. Resumo do teste F para a clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b), clorofila total (Cl total) e carotenoides (CAR) do maracujazeiro azedo irrigado com diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e aplicação foliar de ácido ascórbico, aos 90 dias após o transplântio.

Fonte de variação	GL	Teste F			
		Cl a	Cl b	Cl total	CAR
Condutividade elétrica (CEa)	1	**	**	**	*
Ácido ascórbico (AsA)	2	**	**	**	**
Interação (CEa × AsA)	2	**	**	**	*
Bloco	2	ns	ns	ns	ns
Resíduo	10	-	-	-	-
CV (%)		5,10	3,43	4,95	4,67

ns, *, ** respectivamente não significativo, significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$. CV: Coeficiente de variação, GL: Grau de liberdade.

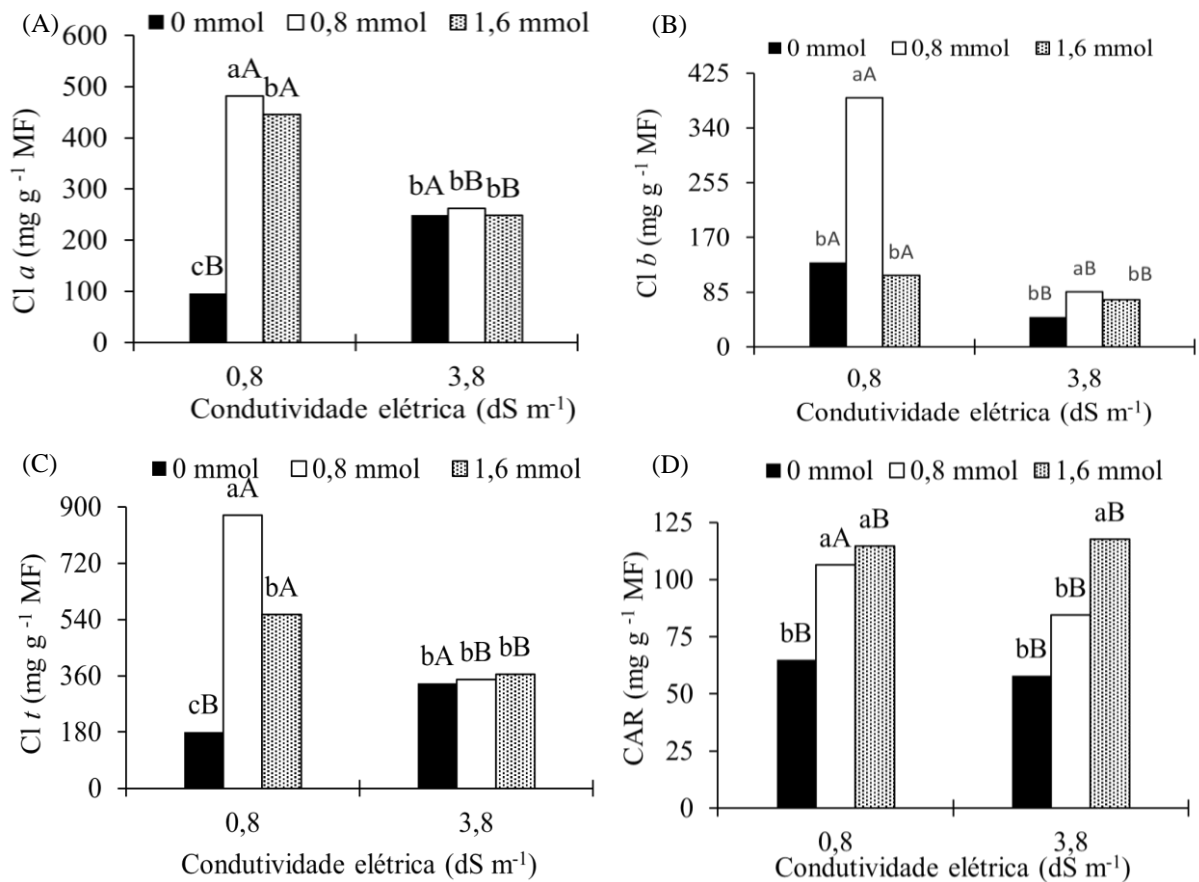
Com relação aos teores de clorofila a, verifica-se que o maior valor foi obtido nas plantas submetidas a CEa de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ e aplicação foliar de $1,6 \text{ mM}$ de ácido ascórbico (Figura 2A).

Para as plantas cultivadas sob condutividade elétrica da água de irrigação de $3,8 \text{ ds m}^{-1}$, não houve diferença entre as concentrações de ácido ascórbico para os teores de clorofila a.

Para os teores de clorofila b, as plantas submetidas a condutividade elétrica da água de irrigação de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ e de $3,8 \text{ dS m}^{-1}$, a concentração de $0,8 \text{ mM}$ de ácido ascórbico proporcionou a maior síntese de clorofila b de $386,73$ e $85,54 \text{ mg g}^{-1} \text{ MF}$, respectivamente. Contudo, a irrigação com água de condutividade elétrica da água de irrigação de $3,8 \text{ dS m}^{-1}$ reduziu os teores de clorofila b (Figura 2B).

Os maiores teores de clorofila total foram obtidos nas plantas submetidas a salinidade da água de 0,8 dS m⁻¹ e concentração de 0,8 mM de ácido ascórbico. No entanto, as plantas cultivadas sob CEa de 0,8 dS m⁻¹ e concentração de 0,0 mM obtiveram os menores teores de clorofila total (Figura 2C).

Nas plantas irrigadas com CEa de 0,8 dS m⁻¹, os maiores teores de carotenoides foram alcançados nas concentrações de 0,8 e 1,6 mM de ácido ascórbico. Sob condutividade elétrica de 3,8 dS m⁻¹, a aplicação foliar de 1,6 mM de ácido ascórbico elevou os teores de carotenoides (Figura 2D).



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 2. Teores de clorofila a – Cl a (A), clorofila b – Cl b (B), clorofila t – Cl t (C) e carotenoides (CAR) das plantas de maracujazeiro-azedo em função da interação entre os níveis de condutividades elétrica da água e concentração de ácido ascórbico, aos 90 dias após o transplantio.

O estudo realizado por Wanderley et al. (2018), em pesquisa com a cultura do maracujazeiro sob de casa de vegetação irrigado com águas salinas (CEa variando de 0,3 a 3,1 dS m⁻¹) constataram que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, até atingir a maior condutividade elétrica (CE) de 3,1 dS m⁻¹, resultou em uma redução significativa nos teores de clorofila a, clorofila b e clorofila total, mas nao afetou negativamente os teores de carotenoides de mudas de maracujazeiro amarelo.

A redução nos níveis de clorofila pode ser interpretada como um mecanismo de aclimação das plantas ao estresse salino oriundo da água salobra, cujo objetivo é reduzir o consumo de energia ao diminuir a captura de luz, resultando na redução do fluxo de elétrons na sua cadeia de transporte, evitando assim possíveis danos causados por estresses fotooxidativos, a grosso modo, limitando a absorção de luz, afim de promover uma maior eficiência energética, evitando desperdícios e proporcionando uma proteção adicional aos sistemas biológicos. (SILVA et al., 2016).

CONCLUSÕES

A concentração de 0,8 mM de ácido ascorbico na condutividade elétrica da água de irrigação de 0,8 dS m⁻¹ aumentou os teores de clorofila a, b e total das plantas de maracujazeiro-azedo, aos 90 dias após o transplante. A condutividade elétrica da água de 3,8 dS m⁻¹ reduziu o teor de clorofila b.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de auxílio financeiro para condução da pesquisa, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – PPGEA/UFCG pelo local do desenvolvimento da pesquisa, e pela concessão de bolsa de pesquisa ao nível de mestrado e doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, M., S. HAYAT, H. AHMAD, MI GHANI, B. AMIN, MJ ATIF E Z. CHENG. Priming de sementes de *Solanum melongena* L. potencializando a germinação, alterando enzimas antioxidantes, modulando ROS e melhorando o crescimento inicial de mudas: Indicando extrato aquoso de alho como bioestimulante de priming de sementes para produção de berinjela. **Ciências Aplicadas**, v. 9, n. 11, p. 2203–18, 2019.

ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J. P.; OLIVEIRA, MARIANA L. A.; PAZ, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 491-498, 2011.

ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S. DE; LIMA, V. L. A. DE; SILVA, S. S. DA; GHEYI, H. R.; SILVA, A. A. R. DA. Gas exchanges and growth of passion fruit under saline water irrigation and H₂O₂ application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 12, p. 945-951, 2019.

CAVALCANTE, F. J. A. **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco**, 3. ed. Recife, PE: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2008. 212p.

DE-GARA, L., MC DE-PINTO, VMC MOLITERNI E MG D-EGIDIO. Regulação redox e processos de armazenamento durante a maturação em grãos de *Triticum durum*. **Journal of Experimental Botany**, v. 54, n. 381, p. 249–58. 2003.

FATAH, E. M. A.; SADEK, K. A. Impact of Different Application Methods and Concentrations of Ascorbic Acid on Sugar Beet under Salinity Stress Conditions. **Alexandria Journal of Agricultural Sciences**, v. 65, n. 1, p. 31-44, 2020.

IBGE. **Produção agrícola: Lavoura Permanente**. 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [cit. 2023.03.10] <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11863>>.

SÁ, F. V. S.; MESQUITA, E. F.; BERTINO, A. M. P.; COSTA, J. D.; ARAÚJO, J. L. Influência do gesso e biofertilizante nos atributos químicos de um solo salino-sódico e no crescimento inicial do girassol. **Revista Irriga**, v. 20, n. 1, p. 46-59, 2015.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; SOUSA, C. H. C.; CHAGAS, K. L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. **Revista Agro@mbiente**, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2016.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Embrapa, 2017, 573p.

VELOSO, L. L. S. A.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. P.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, I. T. S.; ARAÚJO, E. B. G.; SILVA, W. L. Formation of soursop seedlings irrigated using waters with different salinity levels and nitrogen fertilization. **Bioscience Journal**, n. 34, p. 151-160, 2018.

WANDERLEY, J. A. C.; AZEVEDO, C. A. V.; BRITO, M. E. B.; CORDÃO, M. A.; LIMA, R. F.; FERREIRA, F. N. Nitrogen fertilization to attenuate the damages caused by salinity on

yellow passion fruit seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 8, p. 541-546, 2018.