



ÁGUAS SALOBRAS: LIMITAÇÃO OU OPORTUNIDADE PARA CULTIVO DE PIMENTEIRA ‘BIQUINHO’?

M. A. A. Bione¹; B. S. L. das Neves²; U. O. Santos²; I. P. Costa²; V. P. S. Paz³; T. M. Soares³

RESUMO: Afim de fornecer informações acerca do uso de águas salobras no cultivo de pimenteira ‘Biquinho’, avaliou-se o crescimento das plantas em sistema hidropônico ao longo de 120 dias após o transplantio (DAT). Foram sete tratamentos: água doce, com condutividade elétrica da água (CEa) de 0,34 dS m⁻¹ (Controle) mais seis tratamentos com adição de NaCl à água doce (CEa 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5 dS m⁻¹) distribuídos em seis blocos, resultando 42 parcelas experimentais. 8 DAT foram verificados os primeiros sintomas de clorose na borda e ápice das folhas a partir da CEa 4,5 dS m⁻¹. Esses sintomas progrediram até os 14 DAT, atingindo em menor intensidade, até os níveis menos salinos. Aos 19 DAT, as plantas passaram a emitir folhas menos sintomáticas, o que sugeria certa aclimação da cultura. Até os 30 DAT, houve reduções lineares do número de folhas (NF), altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC) em até 9,74; 3,58 e 4,97%, por aumento unitário da CEa (em dS m⁻¹). A massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) teve o mesmo comportamento nesse período, com redução de 10,79% (dS m⁻¹)⁻¹. Essas variáveis NF, AP, DC e MSPA apresentaram, aos 60 DAT, resposta de platô seguido de queda exponencial, com salinidade limiar de: 2,44; 3,5; 3,46 e 2,20 dS m⁻¹, respectivamente. Os valores dessas mesmas variáveis até a salinidade limiar foram, respectivamente: 1.062 folhas; 0,84 m; 0,016 m e 145 g planta⁻¹. Para a MSPA esse comportamento se alterou aos 90 e 120 DAT que apresentou comportamento polinomial de segundo grau com máximas de 2,45 dS m⁻¹; 356,78 g planta⁻¹ e 3,36 dS m⁻¹; 508,41 g planta⁻¹, respectivamente. Esses dados têm correspondência com os sintomas de recuperação das plantas submetidas à salinidade, que expandiram o crescimento vegetativo no período em que as plantas submetidas às CEa 0,34 e 1,5 dS m⁻¹ passaram a produzir frutos.

PALAVRAS-CHAVE: *Capsicum chinense* Jacq., crescimento, cultivo sem solo.

BRACKISH WATERS: LIMITATION OR OPPORTUNITY FOR ‘BIQUINHO’ PEPPER PLANT GROWTH?

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola, NEAS/PPGEA/CCAAB/UFRB, Email: gugabione@gmail.com;

² Graduando em Engenharia Agrônoma, CCAAB/UFRB;

³ Professor, NEAS/PPGEA/CCAAB/UFRB.

ABSTRACT: In order to provide information on the use of brackish waters in the 'Biquinho' pepper plant, the growth of the plants in a hydroponic system were evaluated 120 days after transplanting (DAT). There were seven treatments: freshwater, with electrical conductivity of water (CEa) of 0.34 dS m^{-1} (Control) plus six treatments with addition of NaCl to fresh water (CEa 1,5; 2,5; 3,5; 4,5, 5,5 and 6.5 dS m^{-1}) distributed in six blocks, resulting in 42 experimental plots. 8 DAT were verified the first symptoms of chlorosis in the border and apex of the leaves from the CEa 4.5 dS m^{-1} . These symptoms progressed up to 14 DAT, reaching lesser intensity, to less saline levels. At 19 DAT, the plants started to emit less symptomatic leaves, which suggested a certain acclimatization of the crop. Up to 30 DAT, there were linear reductions in leaf number (NF), plant height (AP) and stem diameter (DC) by up to 9.74; 3.58 and 4.97%, per unit increase of CEa (in dS m^{-1}). An aerial part dry matter mass (MSPA) had the same behavior of the period, with reduction of $10.79\% (\text{dS m}^{-1})^{-1}$. These variables NF, AP, DC and MSPA presented, at 60 DAT, platform response followed by exponential drop, with salinity threshold of: 2.44; 3.5; 3.46 and 2.20 dS m^{-1} , respectively. The values of these same variables up to the threshold salinity were, respectively: 1,062 leaves; 0.84 m; 0.016 m and 145 g plant^{-1} . For MSPA, this behavior changed to 90 and 120 DAT, which showed a second-degree polynomial behavior with maximum of 2.45 dS m^{-1} ; $356.78 \text{ g plant}^{-1}$ and 3.36 dS m^{-1} ; $508.41 \text{ g plant}^{-1}$, respectively. These data correspond to the symptoms of recovery of salinity plants, which expanded the vegetative growth in the period in which the plants submitted to CEa 0.34 and 1.5 dS m^{-1} began to produce fruits.

KEYWORDS: *Capsicum chinense* Jacq., growth, soilless culture.

INTRODUÇÃO

As pimentas do gênero *Capsicum* estão presentes no cotidiano e é apreciada em todo o mundo desde os tempos coloniais, sendo utilizadas na forma fresca (como planta ornamental, para temperar refeições, compor saladas, fazer conservas), seca (como condimento/tempero) e processada (extraídas substâncias químicas, como a capsaicina, para serem aplicada nas indústrias de cosmético, medicinal e de alimentos).

As plantas do gênero *Capsicum* são comumente produzidas em regiões áridas e semiáridas (Niu et al, 2010; IBGE, 2016; Embrapa, 2017) por apresentarem melhor desempenho em climas quentes. No entanto, nessas regiões comumente se encontram águas com alto teor de sais e solos salinizados.

Apesar de ser uma cultura originária da Bacia Amazônica (Domenico, 2011), são raros os trabalhos nacionais que se prestaram a mensurar o efeito da salinidade sobre seu crescimento e produção. No âmbito internacional também existe certa carência, comparando-se com o que se tem disponível para outras culturas. Niu et al. (2010) e Bojórquez-Quintal et al. (2014) são exemplos desses raros trabalhos.

É importante ressaltar que dentro da espécie *C. chinense* existem vários grupos varietais, incluindo a pimenta ‘Biquinho’, a ‘pimenta de bode’ e a ‘Habanero’, podendo-se hipotetizar que diferenças na tolerância à salinidade devem existir dentro desses subgrupos. Por exemplo, Bojórquez-Quintal et al. (2014), estudando o comportamento das variedades Rex e Chiken-Itza de pimenta ‘Habanero’, informam que a primeira é tolerante à salinidade, enquanto a segunda é sensível. Assim, deve-se assumir certa cautela ao se tentar extrapolar para pimenteira ‘Biquinho’ os resultados de pesquisas obtidos no exterior para *C. chinense*.

Algumas pesquisas recentemente conduzidas no Brasil tem reinvestido esforços na avaliação dos efeitos da salinidade em condições hidropônicas, com ênfase nos aspectos da produção e do consumo hídrico. Esse é um franco direcionamento da pesquisa para a atualização das expectativas das produções comerciais com o uso de águas salobras, partindo-se da premissa que, ao se evoluir os sistemas de produção, tende-se a alterar positivamente as respostas das plantas à salinidade.

Em coerência com o enfoque principal da produção previsto por esse tipo de pesquisa, as culturas a serem investigadas devem ter potencial de mercado e alta lucratividade compatíveis com o investimento relativamente mais alto na hidroponia em comparação ao cultivo em solo.

Conforme exposição de Rufino & Penteado (2006), infere-se que a cultura da pimenta ‘Biquinho’ (*Capsicum chinense* Jacq.) agrega essas características de atratividade comercial e por esse motivo tem-se aumentado o interesse em sua exploração no cultivo sem solo.

Foi dentro desse contexto que se propôs a presente pesquisa, cujo objetivo foi avaliar a sintomatologia e o crescimento da pimenteira ‘Biquinho’ em hidroponia NFT sob condições salinas.

MATERIAL E MÉTODOS

O ambiente experimental foi em casa de vegetação do tipo arco, localizado no Núcleo de Engenharia de Água e Solo/NEAS, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB, Cruz das Almas, Bahia.

A cultura estudada foi a pimenteira *Capsicum chinense* Jacq. do grupo varietal 'Biquinho', com frutos de coloração vermelha e formato triangular. Aos 43 dias após a semeadura (em cubos de espuma fenólica de 0,02x0,02x0,02 m), as mudas foram transplantadas para as calhas de cultivo definitivas, apresentando cerca de 0,12 m de altura, oito a nove folhas definitivas e diâmetro de caule de 0,0025 m, onde permaneceram por 120 dias após o transplântio (DAT).

As plantas de pimenteira 'Biquinho' foram submetidas a sete níveis de condutividade elétrica da água (CEa) para preparo da solução nutritiva (SN), produzidas artificialmente com a adição de NaCl à água de abastecimento local (tratamento controle), cuja CEa foi de 0,34 dS m⁻¹. Os níveis avaliados de CEa foram: 0,34; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5; e 6,5 dS m⁻¹. Esses sete tratamentos (níveis de CEa) foram aleatorizados em seis blocos, perfazendo 42 parcelas experimentais.

O cultivo foi em sistema hidropônico NFT em calhas de PVC (0,075 m), com declividade de 4%, dispondo de orifícios para cinco plantas espaçadas em 0,83 m.. Cada parcela tinha um abastecedor de solução nutritiva (SN) individual (60 L) conectado à eletrobomba que recalrava a SN para a calha de cultivo.

Utilizou-se para fase experimental a SN baseada na recomendação de Sonneveld & Straver (1994), modificada, indicada para pimenta, composta por (em mg L⁻¹): N-NH₄ (18,2), N-NO₃ (188,3), P (40,3), K (244,1), Ca (144,3), Mg (31,6), B (0,39), Cu (0,05), Fe (2,0), Mn (0,4), Mo (0,05) e Zn (0,06).

Avaliou-se o crescimento das pimenteiras em relação ao diâmetro de caule, altura de planta e número de folhas aos 10, 30 e 60 DAT, e quanto à massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) aos 30, 60, 90 e 120 DAT em duas plantas pré-selecionadas por calha de cultivo. Com auxílio de uma trena milimétrica mediu-se a altura das plantas da região do colo até a parte mais alta da planta. Utilizou-se um paquímetro digital para medir o diâmetro do caule a uma altura de 0,065 m acima do colo. Obteve-se a MSPA pesando-se as plantas, colhidas e secas em estufa de ventilação forçada à 65 °C até atingirem massa constante, em balança de precisão (0,01 g).

Os dados foram avaliados no programa estatístico SAS (SAS University EditionX). Mediante aplicação do teste F da análise de variância. Quando significativa pela análise de variância, a CEa foi avaliada mediante análise de regressão. Para as variáveis com resposta linear, estimou-se a redução relativa com base nos coeficientes da função ajustada a/b, sendo a – coeficiente angular, b – coeficiente linear e a redução relativa a/b em % por aumento unitário da salinidade em dS m⁻¹. Para as variáveis ajustadas ao modelo polinomial de segundo grau, os pontos de máxima ou de mínima resposta foram obtidos pela derivada primeira das equações.

Também foi utilizado um modelo de resposta com platô superior - Y_L seguido de uma queda exponencial, tendendo a um platô inferior (Eq. (1))

$$Y = \begin{cases} Y_L; & CEa \leq CEa_L \\ (Y_L - Y_i) \times \exp(-K \times (CEa - CEa_L)) + Y_i; & CEa > 0 \end{cases} \quad (1)$$

Em que:

CEa_L - valor limiar da CEa a partir do qual inicia o decréscimo da variável Y, $dS\ m^{-1}$;

Y_L - valor médio da variável Y obtido até a CEa_L (platô superior), expresso na mesma unidade de Y;

Y_i - valor inferior da variável Y estimado para CEa tendendo ao infinito (platô inferior), expresso na mesma unidade de Y;

K - constante, expressa em unidade inversa à CEa, $(dS\ m^{-1})^{-1}$;

CEa - condutividade elétrica da água, $dS\ m^{-1}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 8 dias após o transplante (DAT) as plantas submetidas aos níveis mais salinos (a partir da CEa $4,5\ dS\ m^{-1}$) apresentaram sintomas de injúrias decorrente do estresse salino, exibindo clorose nas pontas e bordas das folhas. Esses sintomas progrediram até os 14 DAT e a partir dos 19 DAT percebeu-se uma melhora nas plantas, com emissão de novas folhas saudáveis.

A sintomatologia associada à salinidade teve correspondência na análise biométrica. Observou-se reduções lineares aos 10 e 30 DAT no número de folhas (NF) (3,79 e 9,74% por aumento de $1\ dS\ m^{-1}$, respectivamente) e na altura da planta (AP) (0,78 e 3,58% $(dS\ m^{-1})^{-1}$, nessa mesma ordem) (Figura 1).

Aos 10 DAT, o diâmetro de caule apresentou média de $3,88 \times 10^{-3}\ m$ para todos os tratamentos e somente aos 30 DAT houve diferença, com redução de 4,97% a cada aumento unitário da salinidade (em $dS\ m^{-1}$) (Figura 2). Aos 60 DAT essas variáveis apresentaram resposta de platô seguido de queda exponencial, com salinidade limiar para número de folhas, altura de plantas e diâmetro de caule de: 2,44; 3,5 e $3,46\ dS\ m^{-1}$, respectivamente. Os valores no eixo Y para essas variáveis na salinidade limiar foram: 1062 unidades e 0,84 e 0,016 m (Figura 1 e Figura 2).

Portanto, a pimenteira ‘Biquinho’ expressou maior sensibilidade à salinidade em função do número de folhas, em relação à altura de planta e diâmetro de caule. Coerentemente, essa

resposta foi compatível com o resultado obtido para a massa de matéria seca da parte aérea nesse mesmo período, que apresentou na resposta de platô uma salinidade limiar de $2,20 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 3).

Parte da redução do número de folhas em função da CEa pode ser relacionada à menor taxa de produção de novas folhas (dados não avaliados), mas decisivamente o montante mais significativo dessa redução deve ser atribuído à abscisão foliar, conforme discutido na ‘Análise visual de sintomas’.

Segundo a empresa Horticeres Sementes (2017), sua cultivar de pimenteira ‘Biquinho’ produz plantas muito uniformes, compactas e com altura média de 0,60 m. Portanto, as plantas do presente trabalho conduzidas hidroponicamente, mesmo sob salinidade, atingiram esse padrão médio de altura.

O acúmulo de massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) da pimenteira ‘Biquinho’ aos 30 DAT reduziu linearmente com a salinidade em 10,79% para cada acréscimo unitário da CEa (em dS m^{-1}). Aos 60 DAT a MSPA se ajustou ao platô de resposta com queda exponencial de $0,26 \text{ kg por dS m}^{-1}$ e média de $0,145 \text{ kg}$ até a salinidade limiar de $2,20 \text{ dS m}^{-1}$, como discutido anteriormente neste mesmo tópico. Essa queda exponencial foi proporcional às encontradas para número de folha ($0,27 \text{ folhas por dS m}^{-1}$) (Figura 1).

Posteriormente, aos 90 e 120 DAT, o efeito da CEa sobre a MSPA passou a ser explicado por uma equação do segundo grau, com valores máximos não mais relacionados ao tratamento controle, mas sim nas proximidades dos tratamentos de salinidade intermediária: CEa de $2,50$ e $3,50 \text{ dS m}^{-1}$.

Sendo assim, o ajuste do platô de resposta aos 60 DAT foi uma transição para a equação polinomial de segundo grau aos 90 e 120 DAT, para explicar a variação da massa de matéria seca da pimenteira ‘Biquinho’ com o aumento da CEa (Figura 3). A verificação de valores de MSPA de mesma magnitude entre o tratamento controle e as maiores CEa, são comprovação da mudança na fenologia das plantas sob menor CEa.

Parte da aclimatação da pimenteira ‘Biquinho’ aos níveis impostos de CEa pode estar relacionada à atenuação da temperatura da solução nutritiva pelo próprio sombreamento progressivo das calhas pelas plantas, que apresentaram copa bem desenvolvida ao longo do ciclo. Em outros estudos no mesmo local (Alves et al., 2011; Maciel et al., 2012; Silva, 2014), além do acima citado, verificou-se que a temperatura relativa do ar pode atingir níveis bem acima dos recomendados para hortaliças, em que a temperatura máxima da SN deve ser de 25 a $30 \text{ }^\circ\text{C}$ (Rodrigues, 2002; Santos, 2009). Temperaturas altas são prejudiciais, segundo Taiz e

Zeiger (2013), pois podem provocar danos aos tecidos jovens em crescimento, às membranas e enzimas, além de poder inibir a fotossíntese.

CONCLUSÕES

Os sintomas da salinidade em plantas hidropônicas de pimenteira ‘Biquinho’ foram inicialmente mais drásticos, mas tornaram-se atenuados quando as plantas estavam na fase safreira;

A aclimação de plantas hidropônicas de pimenteira ‘Biquinho’ à salinidade proporcionou recuperação parcial do crescimento das plantas.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão da bolsa de estudo ao primeiro autor e apoio financeiro à pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro à infraestrutura hidropônica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J. P.; OLIVEIRA, M. 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.

BOJÓRQUEZ-QUINTAL, E.; VELARDE-BUENDÍA, A.; KU-GONZÁLEZ, Á.; CARILLO-PECH, M.; ORTEGA-CAMACHO, D.; ECHEVARRÍA-MACHADO, I.; POTTOSIN, I.; MARTÍNEZ-ESTÉVEZ, M. Mechanisms of salt tolerance in habanero pepper plants (*Capsicum chinense* Jacq.): proline accumulation, ions dynamics and sodium root-shoot partition and compartmentation. *Frontiers in plant science*, v. 5, p. 1-14, 2014.

DOMENICO, C.I.; Caracterização agrônômica e pungência em pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.). Campinas – SP, 2011. 38p. (Dissertação de Mestrado) Instituto Agrônômico – IAC.

EMBRAPA. Pimenta *Capsicum* spp. – Clima. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/clima.html. Acesso em 28 de junho de 2017

HORICERES SEMENTES. Pimenta Biquinho. Disponível em: <http://www.horticeres.com.br/produtos/solanaceas/pimenta/pimenta-biquinho>. Acesso em 20 de abril de 2017.

IBGE/SIDRA. Levantamento sistemático da produção agrícola de 2006. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em 06 de novembro de 2016.

MACIEL, M.P., SOARES, T.M., GHEYI, H.R., REZENDE, E.P. AND OLIVEIRA, G.X. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.2, p.165-172, 2012.

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

NIU, G., RODRIGUEZ, D.S., CALL, E., BOSLAND, P.W., ULERY, A., ACOSTA, E. Responses of eight chile peppers to saline water irrigation. *Scientia horticultrae*, v.126, n.2, p.215-222, 2010.

RODRIGUES, L. R. F. Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: Funep, 2002. 762p.

RUFINO, J. L. S.; PENTEADO, D. C. S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. *Informe Agropecuário*, v.27, p.7-15, 2006.

SANTOS, O. S. Hidroponia. Santa Maria: UFSM/Colégio politécnico, 2009. 392p.

SCHWARZ, M. Soilless culture management. Berlin: Springer Verlag, 1995. 197 p. (Advanced Series in Agricultural Sciences, 24).

SILVA, M.G. Uso de água salobra e frequência de recirculação de solução nutritiva para produção de coentro hidropônico. Cruz das Almas, BA, 2014. 185p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB.

SONNEVELD, C.; STRAVER, N. Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. 10.ed. The Netherlands: Proefstation voor Tuinbouw onder Glas Te Naaldwijk, 1994. 45p. (Voedingsoplossingen Glastuinbouw, 8).

TAIZ, L. AND ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. ed. 5. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

FIGURAS

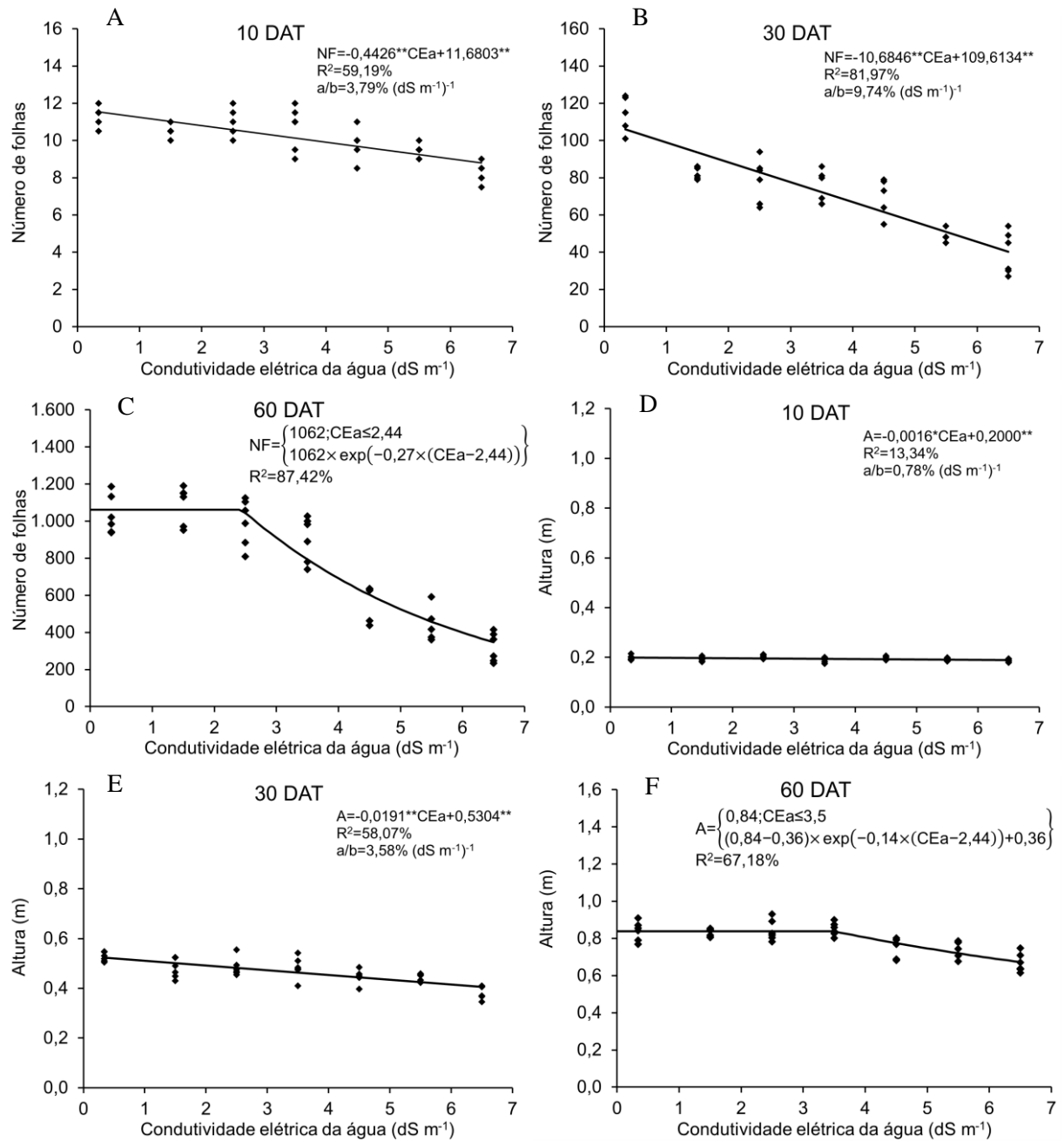


Figura 1. Número de folhas aos 10 (A), 30 (B) e 60 (C) dias após o transplante (DAT) e altura aos 10 (D), 30 (E) e 60 (F) DAT das plantas de pimenta ‘Biquinho’ em função da condutividade elétrica da água.

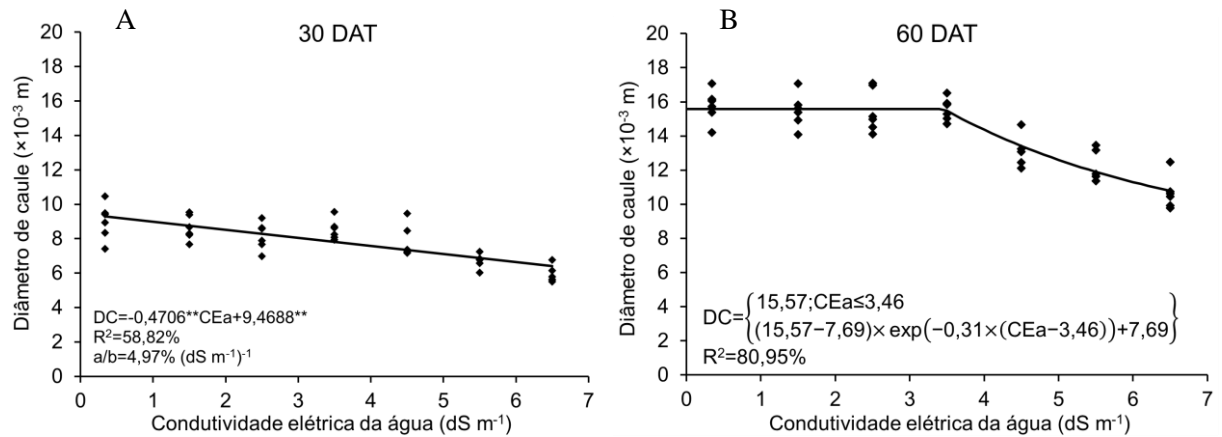


Figura 2. Diâmetro do caule da pimenteira ‘Biquinho’ aos 30 (B) e 60 (C) dias após o transplante em função da condutividade elétrica da água.

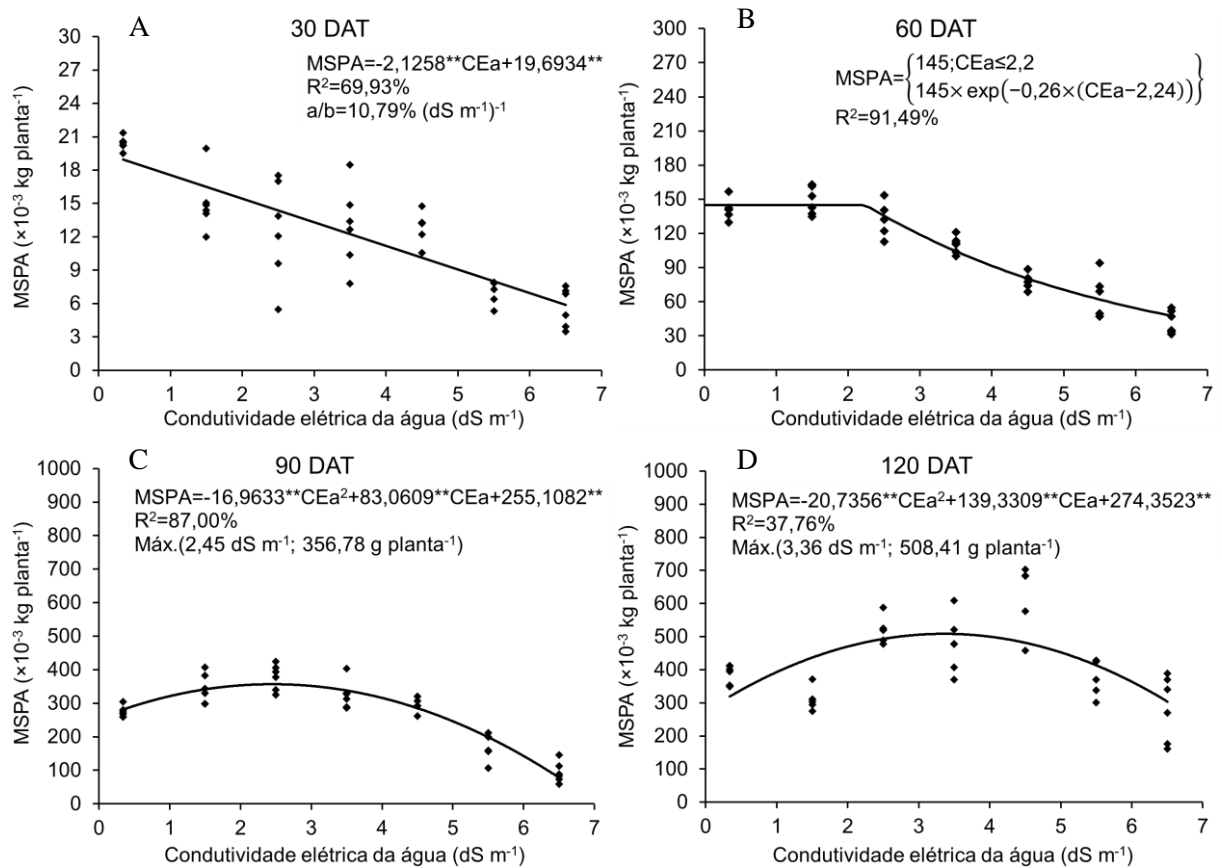


Figura 3. Massa de matéria seca da parte aérea da pimenteira ‘Biquinho’ aos 30 (A), 60 (B), 90 (C) e 120 (D) dias após o transplante (DAT) e em função da condutividade elétrica da água.