

## QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE BERINJELA FERTIRRIGADA COM DIFERENTES RELAÇÕES K/Ca

L. P Costa<sup>1</sup>; J. M A. P. Santos<sup>2</sup>, F. A. Oliveira<sup>3</sup>, E. M. M. Aroucha<sup>3</sup>, J. F. Medeiros<sup>4</sup>,  
C. A. Paiva<sup>5</sup>

**RESUMO:** O trabalho objetivou avaliar a qualidade pós-colheita de berinjela sob o efeito da fertirrigação com diferentes relações entre potássio e cálcio. O experimento foi desenvolvido na área experimental do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, RN. O trabalho foi conduzido em condições de campo, onde as plantas foram cultivadas em vasos com capacidade de 20 litros, utilizando como substrato amostras de solo classificado como Argissolo vermelho amarelo. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, onde os tratamentos foram compostos pela combinação de cinco fertirrigações com diferentes relações iônicas de potássio e cálcio ( $K^+/Ca^{2+}$ ) (F1=1,5:1; F2=1,25:1; F3=1:1; F4=1:1,25; F5=1:1,5), sendo F3 a relação recomendada para a cultura, com quatro repetições. As variáveis de qualidade analisadas foram: firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, pH, vitamina C e acidez titulável. A fertirrigação cálcica F4 apresentou maior da relação SS/AT e as fertirrigações F3 e F4 apresentaram valores de pH menos ácidos. A fertirrigação padrão promoveu maior teor de vitamina C.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Solanum melongena*, hortalíça, manejo da fertirrigação

## POST-HARVEST QUALITY OF FERTIRRIGATED EGGPLANT FRUITS WITH DIFFERENT RELATIONSHIPS K / Ca

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the post-harvest quality of the fruits of eggplant on the effect of fertirrigations with different ratio between potassium and calcium. The experiment was carried out in the experimental area of the Department of Environmental Sciences and Technological of Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN. The work was conducted under field conditions, where the plants were grown

<sup>1</sup>Acadêmico em Engenharia Agrônômica, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. Email: luilson.costa@yahoo.com.br.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando no PPGMSA/UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. Email: jeffersonmaps@gmail.com.

<sup>3</sup>Doutor (a), Professor (a) da UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. Email: thikaoamigao@ufersa.edu.br, aroucha@ufersa.edu.br.

<sup>4</sup>Doutor, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. Email: jfmedeir@ufersa.edu.br.

<sup>5</sup>Doutoranda, PPGF/UFERSA, Mossoró – Rio Grande do Norte. Email: cristiane\_uzl@hotmail.com.

in pots with a capacity of 20 liters, using as substrate soil samples classified as Ultisol. A completely randomized design was used, where the treatments were composed by the combination of five fertilizations with different ionic ratios of potassium and calcium ( $K^+/Ca^{2+}$ ) (F1= 1,5:1; F2= 1,25:1; F3= 1:1; F4= 1:1,25; F5= 1:1,5), being F3 the recommended ratio for culture, with four replications. The quality variables analyzed were: Pulp firmness, soluble solids content SS, pH, vitamin C and titratable acidity AT. Calcium fertitations F4 presented higher SS/AT ratios and F3 and F4 fertiations had lower acid values. For vitamin C, standard fertigation promoted the highest ascorbic acid content.

**KEYWORDS:** *Solanum melongena*, vegetable, fertigation management

## INTRODUÇÃO

Entre os segmentos de produção agrícola no Brasil, o cultivo de hortaliças é um dos que vem se destacando por apresentar resultados lucrativos (Vilela & Henz, 2000). O Brasil tem se destacado na produção de hortaliças, com 19,3 milhões de toneladas em 809 mil ha cultivados, sendo o valor estimado dessa produção de 24 milhões de reais (IBGE, 2012; Vilela & Luengo, 2011).

A berinjela (*Solanum melongena*) é uma cultura originária da Índia e foi introduzida na dieta europeia e brasileira por imigrantes árabes. No Brasil os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná são os maiores consumidores e a comercialização dessa hortaliça teve destaque no mercado brasileiro a partir da década de 1980 (EMBRAPA, 2007; Silva et al., 2007).

As hortaliças de modo geral são culturas que requerem consideráveis quantidades de nutrientes durante o seu ciclo e estes contribuem de forma significativa para o crescimento e desenvolvimento dessas culturas. Segundo Lemos (2006), quando se encontram *in natura* são altamente perecíveis e vários são os problemas relacionados a sua conservação.

Menores concentrações dos nutrientes essenciais, como potássio e cálcio, poderão causar distúrbios fisiológicos nas plantas, tendo em vista a importância funcional que cada nutriente exerce, como no caso do íon  $K^+$  que é responsável por ativar enzimas diretamente ligadas a fotossíntese e respiração, regulação do potencial osmótico e apresenta papel importante no amadurecimento uniforme e aumento da acidez dos frutos (Taiz & Zaiger, 2009; Ho & Adams, 1995).

O cálcio participa de vários processos fisiológicos e de biossíntese, faz parte de constituintes da parede celular, regula o movimento de água nas células e é essencial para a divisão celular. Após a sua incorporação no tecido foliar, esse cátion fica imóvel, daí observa-se a necessidade de suprimento constante para atender as necessidades das plantas (Albino-Garduño et al., 2008; Carvalho et al., 2004; Malavolta, 2006).

Em tomateiro, o  $K^+$  atua na síntese de carotenoides, principalmente licopeno, que é responsável pela cor vermelha do fruto e também na biossíntese de açúcares, ácidos orgânicos, vitamina C e sólidos solúveis totais (Johjima, 1994). Rubio et al. (2009) trabalhando com a cultura do pimentão, verificaram que o aumento na adubação potássica provocou redução na massa de frutos e na produção de frutos com padrão comercial e aumento no teor de sólidos solúveis, porém, houve redução na firmeza de polpa e aumento na incidência da podridão apical, apesar de provocar redução na firmeza de polpa dos frutos.

Também na cultura do tomate, em termos anatômicos, a deficiência de cálcio na porção distal do tecido locular acarreta rompimento dos tecidos devido ao amadurecimento precoce dos frutos, gerando prejuízos ao produtor no que diz respeito a qualidade (Incaper, 2010). Em termos de qualidade do fruto, alguns fatores estão intimamente associados ao cálcio, como a maciez e firmeza de polpa, uma vez que esse nutriente forma ligações entre pectinas ácidas da parede celular e lamela média (Kano et al., 2012).

Tendo conhecimento dessas informações, observa-se que poucos são os estudos relacionados ao manejo nutricional de cálcio e potássio sobre seus possíveis efeitos na qualidade dos frutos de berinjela. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade pós colheita dos frutos de berinjela, sobre o efeito de fertigações com diferentes relações iônicas entre potássio e cálcio.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado entre o período de julho de 2016 a janeiro de 2017 no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, RN, localizada nas coordenadas geográficas de 5° 11' 31" de latitude sul e 37° 20' 40" de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 18 m. O clima da região, na classificação de Koeppen, é do tipo BSw<sup>h</sup>, (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673,9 mm; temperatura de 27°C e umidade relativa do ar média de 68,9% (Carmo Filho & Oliveira, 1995).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, composto por cinco fertigações, com quatro repetições cada, resultando em 20 unidades experimentais, representadas por vasos com capacidade para 20 dm<sup>3</sup> de substrato. Os tratamentos foram resultantes de cinco relações iônicas entre potássio e cálcio na fertigação (K<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup>) (F1=1,5:1; F2=1,25:1; F3=1:1; F4=1:1,25 e F5=1:1,5). A relação F3 (27 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 9,8 g planta<sup>-1</sup> de Ca) corresponde a concentração recomendada por Trani et al (2011).

A fertigação foi aplicada uma vez por semana na fase vegetativa e a partir da fase reprodutiva a mesma foi parcelada em duas aplicações semanais. No preparo das soluções nutritivas utilizou-se os seguintes fertilizantes: nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico (MAP), cloreto de potássio, sulfato de magnésio e uréia, além de um composto de micronutrientes.

O plantio foi realizado a partir de mudas produzidas em casa de vegetação, com bandejas de poliestireno expandido com capacidade para 128 células, sendo utilizado substrato comercial próprio para hortaliças (fibra de coco) e a cultivar utilizada foi o híbrido Ciça. As bandejas foram mantidas em uma micro-piscina abastecida com lâmina constante de um centímetro com solução nutritiva até a data do transplante, que foi realizado quando as mudas estavam com três a quatro folhas definitivas para vasos com capacidade de 20 dm<sup>3</sup>. Os vasos foram espaçados em 1,5 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. Adicionou um vaso no início e outro no fim de cada linha de cultivo, caracterizando a bordadura.

O sistema de irrigação adotado foi por gotejamento, utilizando emissores do tipo microtubos, os quais foram previamente avaliados sob condições normais de operação, com os emissores acoplados às linhas de irrigação (tubos de polietileno). Cada vaso teve um sistema de drenagem composto por brita e uma manta geotêxtil, para facilitar a drenagem. Como substrato foi utilizado material de solo classificado como Argissolo vermelho amarelo.

Os frutos com padrão comercial foram analisados quanto aos principais parâmetros de qualidade pós colheita, como: firmeza da polpa – medida por meio de um penetrômetro digital MCCORMICK, sendo os valores expressos em Newton; teor de sólidos solúveis (SS) – determinados com o auxílio de refratômetro digital ATAGO PR-1000 e os resultados expressos em percentagem; pH – determinado com o auxílio de um potenciômetro digital modelo DMPH-2 Digimed, previamente calibrado em soluções tampão de pH 4,0 e 7,0; acidez titulável (AT) – onde os resultados serão expressos percentagem de ácido cítrico e vitamina C – determinada por titulometria de neutralização com solução de DFI (2,6 diclorofenolindofenol 0,02%), sendo os resultados expressos em mg de vitamina C 100g<sup>-1</sup> de polpa (Ferreira et al., 2012) e a relação SS/AT foi obtida pela divisão entre as duas variáveis.

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância através de teste para comparação de médias, com base no teste de Tukey a 5 % de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico Sisvar (Ferreira, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises dos dados revelaram que houve efeito significativo das fertigações para a acidez e vitamina C a 5% de probabilidade e para o teor de sólidos solúveis e pH ao nível de 1% de probabilidade. Já a variável firmeza de polpa não apresentou efeito significativo para as fertigações aplicadas.

Analisando a variável acidez dos frutos, observa-se que a fertigação cálcica F5 proporcionou um maior valor para essa variável, apesar de não diferir da fertigação F3 (Figura 1A). Em contrapartida, a também fertigação cálcica F4 foi a que proporcionou valor menos acentuado para essa variável, ainda que não diferenciando estatisticamente das duas fertigações potássicas (Figura 1A).

Vilas Boas (2014) ao avaliar diferentes fontes e doses de cálcio na qualidade pós-colheita de frutos de tomateiro, observaram que independente das fontes ou doses de cálcio aplicadas não houve efeito significativo para a variável acidez dos frutos.

Em relação aos sólidos solúveis, a fertigação F3 foi a que proporcionou maior média para essa variável, porém, não diferindo estatisticamente da fertigação F5 (Figura 1B). As fertigações potássicas, juntamente com a fertigação F4 foram as que apresentaram menores valores nessa variável, não diferindo estatisticamente (Figura 1B). Vilas boas (2014) observou que a dose recomendada de cálcio (1,0 x a dose), em relação as doses 0,5 e 1,5 x da dose, foi a que proporcionou o maior teor de sólidos solúveis nos frutos de tomate.

Segundo Ferreira (2006) os sólidos solúveis totais estão relacionados principalmente ao sabor do fruto. Segundo Kano et al. (2012), as características de maciez e firmeza de polpa, estão intimamente associadas ao cálcio, uma vez que esse nutriente forma ligações entre as pectinas ácidas da parede celular e lamela média. Apesar dessa função importante, no presente trabalho não observou efeito significativo para a variável firmeza de polpa, mesmo com o incremento do nutriente cálcio na fertigação.

Souza et al. (2009) obtiveram valores de firmeza de polpa a baixo dos valores encontrados nesse trabalho. Durante o período de armazenamento, os autores observaram redução significativa nos valores de firmeza dos frutos, devido principalmente, a hidrólise do amido, que contribuiu para mudanças na textura.

Rubio et al. (2009), observou que em condições moderadas de salinidade o incremento de  $K^+$  na fertigação provocou uma redução na firmeza e espessura de polpa nos frutos de pimenta e provou um incremento no teor de sólidos solúveis totais nos frutos. O autor justifica essa redução na firmeza e espessura de polpa, ser devido, principalmente, a diminuição da concentração de  $Ca^{2+}$  no fruto. Segundo Belakbir et al. (1998) a espessura e firmeza de polpa estão relacionados a concentração de  $Ca^{2+}$  nos frutos.

No mesmo trabalho, o aumento na concentração de  $Ca^{2+}$  reduziu o teor de sólidos solúveis, para as demais variáveis o aumento na concentração desse nutriente não provocou efeito significativo.

Com relação ao pH, observa-se que a fertigação F5 e F1 apresentaram valores um pouco mais ácidos que as demais, sendo 5,08 e 5,06 respectivamente, corroborando com os valores encontrados na variável acidez titulável, sendo que estas são inversamente proporcionais (Figura 1D). Vilas Boas (2014), trabalhando com tomate, não observou variação do pH em função das diferentes doses e fontes de cálcio utilizadas, sendo os valores encontrados na faixa de 4 a 4,7.

Para a variável vitamina C (ácido ascórbico) as fertigações F1, F3, F4 e F5 não diferiram estatisticamente, mas a fertigação padrão (F3) foi a que apresentou maior média (49,23 mg.100 g polpa<sup>-1</sup>) para essa variável. Já a fertigação potássica F2 foi a que apresentou menor valor de vitamina C, com média de 38,81 mg 100 g de polpa<sup>-1</sup> (Figura 1E).

Souza et al. (2009) observaram diferença significativa sobre o conteúdo de ácido ascórbico nos frutos de berinjela, com um aumento dessa variável na primeira semana de armazenamento e posterior tendência de estabilização. Segundo os autores o ácido ascórbico é um importante atributo de qualidade, entretanto, os teores encontrados em berinjela são muito baixos quando comparados a outras hortaliças ou frutas.

A fertigação que apresentou maior média da relação SS/AT foi a F4, sendo de 32,28, as demais fertigações não apresentaram diferença significativa. Esses SS são compostos, principalmente por sacarose, frutose e glicose. Portanto, um teor mais acentuado de SS e uma acidez relativamente baixa, irá fazer com que o frutos tenham um sabor mais atrativo ao consumidor.

Segundo Lima et al. (2009), a relação SS/AT é utilizada como critério para avaliar o sabor do produto, sendo que o balanço entre as duas variáveis é que confere ao fruto o sabor característico, sendo mais ou menos atrativo. Portanto, quanto maior os valores obtidos dessa relação, mais doces serão os frutos.

## CONCLUSÕES

A fertigação cálcica F4 proporcionou um maior valor para a relação SS/AT, menor acidez e maior pH nos frutos. A fertigação padrão apresentou maior média para sólidos solúveis e vitamina C.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO-GARDUÑO, R.; ZAVALETA-MANCERA, H. A.; RUIZ-POSADAS, L. M.; SANDOVAL-VILLA, M.; CASTILLO-MORALES. Response of Gerbera to calcium in hydroponics. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 31, n. 1/3, p. 91-101, 2008.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, série B).

CARVALHO, J. G. de; BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R. Nutrição mineral adubação. In: ALVARENGA, M. A. R. Tomate, produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia, Lavras: UFLA, p. 61-120, 2004.

EMBRAPA HORTALIÇAS. Cultivo da berinjela (*Solanum melongena* L.). 2007. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FonteHTML/Beringela/Beringela\\_Solanum\\_melongena\\_L/produçãosemente.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FonteHTML/Beringela/Beringela_Solanum_melongena_L/produçãosemente.html)>. Acesso em: 3 maio 2013.

FERREIRA, R. M. A.; LOPES, W. A. R.; AROUCHA, E. M. M.; MANO, N. C. S.; SOUZA, C. M. G. Caracterização física e química de híbridos de tomate em diferentes estádios de maturação produzidos em Baraúna, Rio Grande do Norte. **Revista Ceres**, v.59, n.4, p.506-511, 2012.

HO, L. C.; ADAMS, P. Nutrient uptake and distribution in relation to crop quality. Hydroponic and transplant production. *Acta Horticulturae*, n.396, p.33-44, 1995.

HOBSON, G. E.; GRIERSON, D. Tomato. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (ed). *Biochemistry of fruit ripening*. Londres: Chapman & Hall, Cap. 14, p. 405-442, 1993.

IBGE. Situação da produção e área de hortaliças no Brasil, 2012. Disponível em: <[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas\\_em\\_numeros/hortalicas\\_em\\_numeros.htm](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm) 2011>. Acesso em: 14 fev. 2013.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – INCAPER. Tomate. Incaper. Vitória ES. 430 p. 2010.

JOHJIMA, T. Carotene synthesis and coloring in tomato of various genotypic lines. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, v.63, n.1, p.109-114, 1994.

KADER, A. A.; STEVENS, M. A.; ALBRIGHT-HOLTON, M.; MORRIS, L. L.; ALGAZI, M. Effects of fruit ripeness when picked on flavor and composition of fresh market tomatoes. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, v. 12, n. 06, p. 724-731, 1977.

KANO, C; PALHARINI, M. C. A.; FERNANDES JÚNIOR, F.; DONADELLI, A.; AZEVEDO FILHO, J. A. Efeitos de fontes de cálcio na firmeza de frutos de tomate. Revista Horticultura Brasileira, v. 30, n. 2, 2012.

LEMOS, O. L. Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão ‘Magali R’. Vitória da Conquista. 2006. 115 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, UESB.

LIMA, L. M.; MORAIS, P. L. D.; MEDEIROS, E. V.; MENDONÇA, V.; XAVIER, I. F.; LEITE, G. A. Qualidade pós-colheita do mamão formosa ‘Tainung 01’ comercializados em diferentes estabelecimentos no Município de Mossoró-RN. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 902-906, 2009.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ed. Agr. Ceres. 2006. 631 p.

RUBIO, J. S.; GARCÍA-SÁNCHEZ, F.; RUBIO, F.; MARTÍNEZ, V. Yield, blossom-end rot incidence, and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> fertilization. Scientia Horticulturae, v.119, n.2, p.79-97, 2009.

SILVA, D. J. H. et al. Berinjela (*Solanum melongena* L.). In: JÚNIOR, J. de P. T.; VEZON, M. (Coord.). EPAMIG, 101 Culturas – Manual de tecnologias agrícolas, Belo Horizonte, 2007. p. 149-154.

SOUZA PA; AROUCHA EMM; SOUZA AED; COSTA ARFC; FERREIRA GS. BEZERRA NETO F. Conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de fécula de mandioca ou filme de PVC. Horticultura Brasileira, v. 27, n. 2, p. 235-239. 2009.

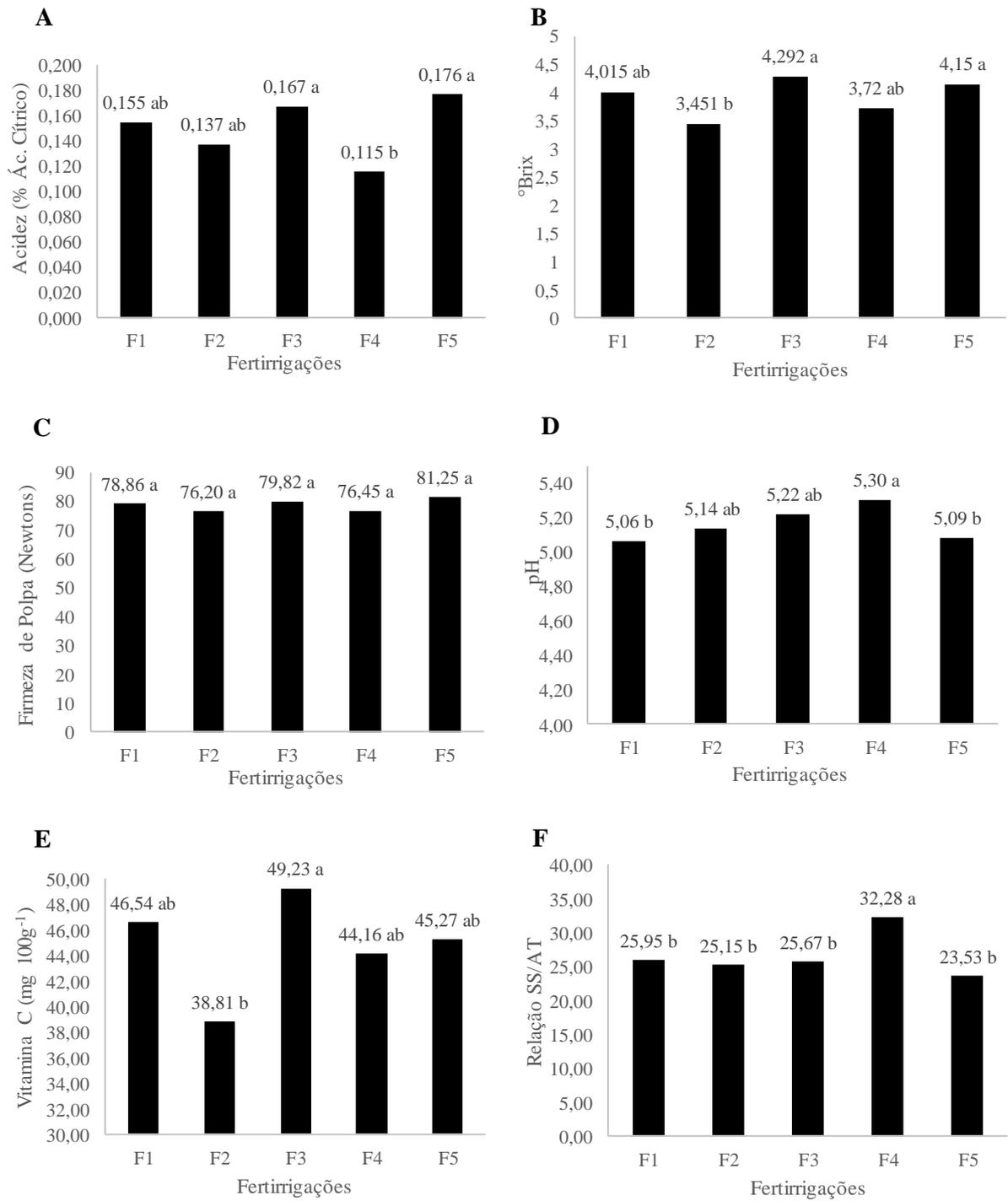
TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TRANI, P. E.; TIVELI, S. W.; CARRIJO, O. A. Fertirrigação em hortaliças. 2.ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agrônômico, 2011. 51p. Série Tecnologia APTA.Boletim Técnico IAC, 196.

VILAS BOAS, A. A. C. Qualidade pós-colheita de frutos de tomateiro em função de fontes de cálcio. Lavras. 2014. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade federal de Lavras, UFLA.

VILELA, N. J.; HENZ, G. P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 17, n. 1, p. 71-89, jan./abr. 2000.

VILELA, N. J.; LUENGO, R. F. A. Produção e consumo de hortaliças. In: LUENGO, R de F. A.; CALBO, A. G. (Ed.). Pós-colheita de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p.13-26.



**Figura 1.** Acidez (A), teor de sólidos solúveis (B), firmeza de polpa (C), pH (D), vitamina C (E) e relação sólidos solúveis totais e acidez titulável (SS/AT) (F) em frutos de berinjela submetidos a diferentes fertirrigações potássicas e cálcicas.