

## QUALIDADE DO ABACAXIZEIRO 'BRS IMPERIAL' EM FUNÇÃO DE DOSES DE N-K<sup>1</sup>

ARLENE MARIA GOMES OLIVEIRA<sup>2</sup>, MARCIO EDUARDO CANTO PEREIRA<sup>2</sup>,  
WILLIAM NATALE<sup>3</sup>, WILSON SOUZA NUNES<sup>4</sup>, CARLOS ALBERTO DA SILVA LEDO<sup>2</sup>

**RESUMO-** A qualidade do fruto do abacaxizeiro é influenciada pelos macronutrientes, principalmente N e K. Este trabalho avaliou a influência de doses de N e K<sub>2</sub>O sobre as características de qualidade físico-químicas e sobre os defeitos externos e internos dos frutos de abacaxizeiro 'BRS Imperial'. Aplicaram-se quatro doses de N (0; 160; 320; 550 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro de K<sub>2</sub>O (0; 240; 480 e 600 kg ha<sup>-1</sup>), em delineamento experimental em blocos ao acaso, com cinco repetições, em um fatorial completo 4<sup>2</sup>. As doses de N e K<sub>2</sub>O influenciaram todas as variáveis físico-químicas estudadas, exceto a firmeza dos frutos, que apresentaram média de 10,7 kgf. As doses de N reduziram a acidez titulável (AT) e os sólidos solúveis (SS) e aumentaram o pH e o *ratio* dos frutos, apresentando, na dose de 550 kg ha<sup>-1</sup> de N, os valores médios de 0,31%, 17,9 °Brix, 4,02 e 57,7, respectivamente. As doses de K<sub>2</sub>O aumentaram AT e os SS, e reduziram o *ratio* dos frutos, apresentando, na dose de 600 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, os valores médios de 0,41%, 19,4 °Brix e 47,9, respectivamente. O pH respondeu de forma quadrática, com o valor mínimo de 3,95 na dose de 273 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. As correlações significativas de Pearson indicaram que plantas com maiores teores foliares de N na época da indução floral produziram frutos com menor AT e SS, enquanto aquelas com maiores teores foliares de K apresentaram maior AT e SS nos frutos. Com aplicação de 550 kg ha<sup>-1</sup> de N, os frutos apresentaram translucidez entre 50 e 75% sem adubação potássica e de menos de 25% de translucidez na dose de 400 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

**Termos para indexação:** *Ananas comosus* var. *comosus*, adubação, pós-colheita, acidez titulável, sólidos solúveis, translucidez.

## QUALITY OF PINEAPPLE 'BRS IMPERIAL' AS A FUNCTION OF N-K DOSES

**ABSTRACT** - Pineapple fruit quality is influenced by macronutrients, particularly N and K. This study evaluated the influence of N and K<sub>2</sub>O doses on physicochemical quality attributes and on the incidence of external and internal defects of 'BRS Imperial' pineapple fruits. Four levels of N (0, 160, 320, 550 kg ha<sup>-1</sup>) and four of K<sub>2</sub>O (0, 240, 480 and 600 kg ha<sup>-1</sup>) were tested in a randomized blocks experimental design with five replicates, in a 4<sup>2</sup> full factorial scheme. The doses of N and K<sub>2</sub>O influenced all physicochemical variables, except fruit firmness that averaged 10.7 kgf. The N doses reduced titratable acidity (TA) and soluble solids (SS) and increased pH and fruits' ratio, with average values of 0.31%, 17.9 °Brix, 4.02 and 57.7, respectively, at 550 kg ha<sup>-1</sup> of N. The K<sub>2</sub>O doses increased TA and SS and reduced the ratio of fruit, with average values of 0.41%, 19.4 °Brix and 47.9, respectively, at 600 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O. The pH quadratic response showed the minimum value of 3.95 at 273 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O. Significant Pearson correlations indicated that plants with higher N leaf contents at the time of floral induction produced fruits with lower TA and SS, while plants with higher K leaf contents produced fruits with higher TA and SS. The application of 550 kg ha<sup>-1</sup> of N, the fruits showed translucency between 50 and 75% without potassium fertilization and less than 25% at 400 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O.

**Index terms:** *Ananas comosus* var. *comosus*, fertilization, postharvest, titratable acidity, soluble solids, translucency.

<sup>1</sup>(Trabalho 056-14). Recebido em: 13-02-2014. Aceito para publicação em: 04-02-2015. Dados da tese do primeiro autor na UNESP Jaboticabal-SP.

<sup>2</sup>Pesquisadora, Embrapa Mandioca e Fruticultura/Cruz das Almas-BA; Rua Embrapa, s/n, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA. E-mail: arlene.oliveira@embrapa.br; marcio.pereira@embrapa.br; carlos.ledo@embrapa.br

<sup>3</sup>Professor convidado. Université Laval - Canadá. E-mail: william.natale@fsaa.ulaval.ca

<sup>4</sup>Agrônomo, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA. E-mail: wilsonagro1@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro BRS Imperial é uma cultivar resistente à fusariose e com folhas sem espinhos. Vários são os fatores que afetam as características qualitativas do fruto de abacaxi, com destaque para as diferenças genéticas. Embora a ‘Smooth Cayenne’ seja a mais plantada no mundo, essa cultivar possui muitas deficiências para consumo *in natura*, como, por exemplo, alta acidez, baixo ácido ascórbico, algumas vezes sabor e aroma fracos e suscetibilidade à translucidez (PAULL; CHEN, 2003). Viana et al. (2013), avaliando as características físico-químicas de nove genótipos de abacaxizeiro, observaram que a ‘BRS Imperial’ se constituiu em um grupo diferente daqueles do ‘Smooth Cayenne’, ‘Pérola’ e ‘Vitória’, que foram reunidas em um único grupo, em relação às características físico-químicas. Segundo esses autores, a ‘BRS Imperial’ destacou-se dentre as demais por apresentar elevados teores de açúcares redutores (5,12%), açúcares totais (15,23%), sólidos solúveis (18,41°Brix) e *ratio* (35,28). Por outro lado, os grupos de ‘Smooth Cayenne’ e ‘Pérola’ apresentaram teores de açúcares redutores de  $3,10 \pm 0,42$ , açúcares totais de  $11,45 \pm 1,00$ , sólidos solúveis de  $15,09 \pm 1,42$  °Brix, *ratio* de  $18,31 \pm 4,99$  e pH de  $3,58 \pm 0,23$ .

A qualidade interna e a externa do fruto de abacaxi é influenciada, também, pela adubação, tanto em relação às doses ministradas como pelas relações entre os nutrientes e época de aplicação dos adubos (COELHO et al., 2007; MARQUES et al., 2011; GUARÇONI, M.; VENTURA, 2011). Em geral, o nitrogênio (N) exerce efeito negativo sobre os sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT) (TEIXEIRA et al., 2002; SPIRONELLO et al., 2004), enquanto o potássio (K) proporciona efeito positivo sobre essas características (GUARÇONI, M.; VENTURA, 2011). Para o abacaxi ‘Gold’, Guarçoni M. e Ventura (2011) observaram a máxima AT (0,47% de ácido cítrico) e SS (18,2 °Brix) nas doses máximas de 703 e 950 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Embora o peso médio do fruto aumente linearmente com o incremento do teor foliar de N, os sólidos solúveis apresentam comportamento inverso (TEIXEIRA et al., 2002). Coelho et al. (2007), trabalhando com abacaxi ‘Jupi’, observaram que a relação SS/AT (*ratio*), que confere sabor ao fruto, apresentou redução com as doses crescentes de adubo NPK, podendo-se atribuir esse decréscimo à maior elevação da AT em relação ao SS, uma vez que ambos os parâmetros de qualidade aumentaram conforme houve o incremento das doses de adubo NPK. Em relação à época, a aplicação da dose total de nitrogênio, após a indução floral, proporciona

frutos pequenos, menor índice de maturação e maior acidez (MARQUES et al., 2011). O tamanho do fruto, considerando-se a correta adubação, também influencia na qualidade química dos frutos, pois frutos menores apresentam maiores teores, tanto de SS como de AT (REINHARDT et al., 2004; GUARÇONI, M.; VENTURA, 2011).

Os defeitos externos e internos do fruto de abacaxi referem-se a danos originados por problemas patológicos, fisiológicos e de pós-colheita. No Brasil, a classificação do abacaxi estabelece quatro categorias de frutos (extra, I, II e III), em relação aos defeitos graves e leves (CEAGESP, 2003). São considerados defeitos graves lesões, podridão, fruto sem coroa, fasciação, queima pelo sol, fruto imaturo, passado, amassado, exsudado, mole, com distúrbio fisiológico mancha-chocolate e com injúria por frio (escurecimento interno). Como defeitos leves, são consideradas as alterações que prejudicam somente a aparência do abacaxi, como coroa múltipla, ramificada ou torta e qualquer modificação no formato do abacaxi que não seja característico da cultivar. USDA (2008) divide os defeitos em ferimento, dano e dano grave, considerados como prejuízos leves, materiais e sérios, respectivamente, na aparência, na palatabilidade e no transporte dos frutos. Em relação aos frutos, excluindo os defeitos da coroa, classificam os defeitos em machucado, queima pelo sol, exsudado, colapso interno, dano causado por insetos, rachaduras cicatrizadas e ferimento mecânico. O colapso interno é definido por USDA (2008) como deterioração fisiológica que resulta em descoloração da polpa de aparência aquosa ou negra ou amarronzada. Porém, em nenhuma das classificações de CEAGESP (2003) e USDA (2008), a translucidez é mencionada como defeito. A translucidez é um distúrbio que deixa a polpa do abacaxi com áreas de amarelo mais intenso e com aparência aquosa. No Havaí, a translucidez tem sido associada à cultivar, níveis altos de nitrogênio, plantas muito vigorosas, frutos amadurecidos no inverno/primavera, tratamentos com reguladores de crescimento de frutos e densidade de plantio (HAFF et al., 2006). A anomalia fisiológica mancha-chocolate caracteriza-se pela descoloração da polpa, inicialmente marrom-clara, que escurece com o progresso do distúrbio, enquanto os frutos afetados não demonstram sintomas externos (MATOS et al., 2010). Essa anomalia tem sido observada em alguns estados produtores do Brasil, como Maranhão, Pará e Tocantins, predominantemente em frutos de ‘Pérola’, causando perdas reduzidas na produção. O escurecimento interno também é um distúrbio fisiológico que se caracteriza pelo aparecimento

de manchas escuras na polpa do fruto, próximas ao cilindro central, devido principalmente às baixas temperaturas (PY et al., 1984). A adubação potássica aumenta o teor de vitamina C e pode diminuir o escurecimento interno da polpa de abacaxi (BOTREL et al., 2004).

Em relação aos defeitos externos e internos relacionados à deficiência induzida pela carência de nutrientes, Ramos et al. (2009) apresentaram descrição detalhada dos efeitos da deficiência de macronutrientes sobre o abacaxi 'BRS Imperial'. As plantas sob deficiência de N produziram frutos menores, com clorose nas folhas da coroa e descoramento da polpa, enquanto sob deficiência de K, na polpa dos frutos, foram observadas manchas escuras, relacionadas ao escurecimento interno.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de doses de nitrogênio e potássio sobre as características de qualidade físico-químicas e sobre os defeitos externos e internos e translucidez dos frutos de abacaxizeiro 'BRS Imperial'.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, instalado em abril de 2011, foi conduzido em condições de sequeiro, em área localizada a 16° 22' 26" S e 39° 04' 52" W, no município de Porto Seguro, Bahia, em um Argissolo Amarelo, com as seguintes características químicas (0-20 cm): pH em água (1:2,5) = 6,1; P = 5 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,17; Ca<sup>2+</sup> = 2,40; Mg<sup>2+</sup> = 0,80; Al<sup>3+</sup> = 0; Na<sup>+</sup> = 0,08; H + Al = 3,19; S = 3,45 e CTC = 6,64 (todos em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); matéria Orgânica = 17,07 g kg<sup>-1</sup>; B = 0,24; Cu = 0,1; Fe = 69; Mn = 0,4; Zn = 0,2 e S-SO<sub>4</sub> = 6 (todos em mg dm<sup>-3</sup>).

Utilizou-se a cultivar de abacaxi BRS Imperial, plantada no espaçamento 0,90 x 0,40 x 0,40 m, em densidade de plantas equivalente a 38.461 plantas ha<sup>-1</sup>. Aplicaram-se quatro doses de N (0; 160; 320 e 550 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro de K<sub>2</sub>O (0; 240; 480 e 600 kg ha<sup>-1</sup>), na forma de ureia e cloreto de potássio, em delineamento experimental disposto em blocos ao acaso, com cinco repetições, em um fatorial completo 4<sup>2</sup>. Os parcelamentos, a localização dos fertilizantes e a adubação fosfatada do abacaxi, bem como os tratamentos culturais, foram realizados segundo as recomendações de Oliveira et al. (2009). Foram aplicados na cova de plantio 14 g de superfosfato simples e 4,9 g de FTE BR-12. A colheita dos frutos teve início em outubro de 2012, após cinco meses e meio da indução ao florescimento.

Três frutos por tratamento, por bloco, perfazendo 240 frutos, foram colhidos com 75% da casca amarela e foram utilizados para avaliação

da qualidade físico-química e dos defeitos internos e externos. A característica firmeza foi obtida no fruto com casca, entre frutinhos e na região mediana, utilizando-se de penetrômetro manual Mc Cormick, modelo FT 327 com ponteira de 8 mm. A acidez titulável, o teor de sólidos solúveis e o pH foram determinados em amostras do suco integral (sem coar), extraído da polpa do terço mediano do fruto. A AT foi obtida por meio da titulação com hidróxido de sódio 0,1 N, expressa em % de ácido cítrico; os SS (%) foram determinados por refratometria, utilizando-se de um refratômetro digital (Atago, modelo PR-32a); o pH do suco foi determinado em leitor de pH digital de bancada (Hanna, modelo pH 21) e o *ratio* (SS/AT) foi calculado de uma mesma amostra. Os defeitos externos e internos foram classificados por números de 0 a 4. A avaliação realizada por um avaliador considerou visualmente o defeito predominante no fruto para enquadrá-lo na classificação proposta, que foi realizada no Laboratório de Pós-colheita da Embrapa Mandioca e Fruticultura, conforme descrito a seguir. Defeito externo: 0 = Sem defeito; 1 = Exsudado; 2 = Podridão; 3 = Rachadura da bráctea, e 4 = Rachadura entre frutinhos. Defeito interno: 0 = Sem defeito; 1 = Passado; 2 = mancha-chocolate; 3 = Escurecimento Interno, e 4 = Rachadura.

Em relação aos defeitos internos, a classificação de passado foi considerada para frutos com aspecto de falta de consistência ao ser manuseado (aparência de amassado), com escorrimento de suco pela casca e, quando aberto, a polpa se apresentasse menos consistente que o fruto da classificação "sem defeito". Os distúrbios mancha-chocolate e escurecimento interno são aqueles descritos por Matos et al. (2010) e Py et al. (1984). O defeito rachadura foi contabilizado quando os frutos apresentavam rachaduras internas em sua polpa. A translucidez foi obtida utilizando-se da metodologia proposta por Haff et al. (2006), em que rodela de frutos de abacaxi, obtidas por cortes transversais de aproximadamente 20 mm, da região equatorial do fruto, foram submetidas a uma escala visual de um a cinco, correspondentes a: 1 – ausência de translucidez; 2 – menos de 25 % da polpa é translúcida; 3 – presença de translucidez entre 25 e 50% da polpa; 4 – presença de translucidez entre 50 e 75% da polpa, e 5 – mais que 75% da polpa é translúcida.

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância, enquanto às médias dos tratamentos foram ajustados modelos de regressão polinomial. Os modelos foram escolhidos em função de sua significância pelo teste F da análise de variância e pelo valor do coeficiente de determinação

(R<sup>2</sup>). Para os dados de defeitos externos, defeitos internos e translucidez, foi realizada transformação em raiz ( $x + 0,5$ ), visando ao atendimento das pressuposições da análise de variância. Foram também calculados os coeficientes de correlação linear de Pearson, e suas significâncias testadas pelo teste t, a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAEG (UFV, 1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Variáveis Físico-Químicas

Não houve interação significativa entre N e K<sub>2</sub>O para as diversas variáveis avaliadas. A análise de variância para os dados físico-químicos mostrou significância, ao nível de 1% de probabilidade, das doses de N e K<sub>2</sub>O, para todas as variáveis (Tabela 1), exceto para a variável firmeza dos frutos, que apresentou média de 10,7 kgf. Resultado diferente foi relatado por Ramos et al. (2010), que observaram aumento da firmeza dos frutos nos tratamentos sem fornecimento de N e K, com valores de 8,30 e 8,12 kgf, respectivamente, enquanto no tratamento com suprimento desses nutrientes, a firmeza ficou em 6,06 kgf, bem abaixo da observada no presente trabalho.

O aumento das doses de N promoveu decréscimos lineares nos sólidos solúveis e na acidez titulável, e aumentos no pH e no *ratio* do fruto (Figura 1). Em geral, a adubação nitrogenada reduz os SS e AT do abacaxi (TEIXEIRA et al., 2002; SPIRONELLO et al., 2004; GUARÇONI; VENTURA, 2011), embora em estudos desenvolvidos com ‘BRS Imperial’ em solução nutritiva e em deficiência de N não se tenha observado nenhum efeito nos SS e, ao contrário, obteve-se redução do pH e do *ratio* e aumento da AT (RAMOS et al., 2010). No tratamento com fornecimento completo de nutrientes, esses autores obtiveram AT = 0,34%; SS = 15,4 °Brix; *ratio* = 45,9, e pH = 4,64. Os valores de SS e, conseqüentemente, do *ratio*, tanto no tratamento completo como na ausência de N, mostraram-se inferiores aos observados com a dose máxima de N utilizada no presente trabalho (Tabela 1). No trabalho realizado por Ramos et al. (2010), a ausência de N elevou em 53% a AT do ‘BRS Imperial’, porcentagem muito acima do observado nesta pesquisa, que foi de 24% em relação à não adubação com N (Tabela 1).

O abacaxi acumula ácido cítrico e málico durante seu crescimento (CHEN et al., 2009) e o N pode ter impacto indireto sobre a produção destes ácidos orgânicos, devido ao estímulo ao crescimento vegetativo, que provoca sombreamento dos frutos

(com redução da temperatura e da transpiração), ou desvio de assimilados dos frutos para o crescimento vegetativo (ETTIENNE et al., 2013). Além disso, a forma de adubação nitrogenada (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) pode, também, influenciar a acidez dos frutos, visto que a assimilação de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> nas folhas requer a síntese de ácidos orgânicos, afetando, assim, de forma positiva, a concentração de ânions orgânicos no floema, que são transportados junto com o K<sup>+</sup>, enquanto NH<sub>4</sub><sup>+</sup> não promove síntese de ânions orgânicos e pode afetar a absorção de cátions como o K<sup>+</sup>. Como o fertilizante utilizado nesta pesquisa foi a ureia, que no processo de transformação no solo produz também íons NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, este fertilizante pode ter afetado negativamente a produção de ácidos orgânicos, com conseqüente diminuição na AT.

A aplicação de K<sub>2</sub>O proporcionou efeito inverso ao do N. Ocorreu aumento linear nos sólidos solúveis e na acidez titulável com as doses de K<sub>2</sub>O aplicadas ao solo, enquanto o *ratio* decresceu linearmente (Figura 2). A adubação potássica aumenta os teores de sólidos solúveis e a acidez titulável do abacaxi (TEIXEIRA et al., 2002; SPIRONELLO et al., 2004; GUARÇONI; VENTURA, 2011) e ocorre um aumento de K<sup>+</sup> nos frutos, paralelo ao aumento dos SS (SARADHULDHAT; PAULL, 2007). O aumento da AT, conforme aumenta o conteúdo de ácido cítrico no fruto (CHEN et al., 2009), provavelmente ocorre devido ao fato de o K<sup>+</sup>, em geral, deslocar-se no floema em companhia de um ânion, como os ácidos orgânicos (FERNANDES; SOUZA, 2006). Desta forma, a modificação na AT, em resposta ao fornecimento de K<sub>2</sub>O, pode ser devido ao fato de o K<sub>2</sub>O ser responsável pelo balanço de cargas nos vacúolos (SARADHULDHAT; PAULL, 2007) e, assim, afetar a síntese ou o armazenamento vacuolar de ácidos orgânicos no próprio fruto (ETTIENNE et al., 2013).

Ramos et al. (2010), diferentemente dos resultados obtidos neste experimento, relataram que a deficiência de K não afetou a acidez titulável e o *ratio*, mas, igualmente, reduziu o pH dos frutos do abacaxizeiro ‘BRS Imperial’. Viana et al. (2013), avaliando um experimento em campo com nove genótipos de abacaxi, observaram que os frutos de ‘BRS Imperial’ apresentaram SS = 18,4 °Brix; AT = 0,52%; *ratio* = 35,3, e pH = 3,96, valores inferiores aos observados neste experimento para as doses máximas testadas de K<sub>2</sub>O, em relação aos SS e *ratio*, mas superiores aos da AT. Por outro lado, os dados de Viana et al. (2013) mostraram valores de SS e AT superiores àqueles apresentados na dose máxima de N testada nesta pesquisa.

Mesmo com os possíveis efeitos deletérios do

N, as variáveis de qualidade físico-química dos frutos do 'BRS Imperial', auferidos neste experimento, encontram-se na faixa considerada adequada de qualidade organoléptica para consumo *in natura*, com os sólidos solúveis muito acima do limite de 12 °Brix exigido para a colheita e a comercialização do abacaxi (CEAGESP, 2003).

#### Defeitos Externos e Internos

Em relação aos defeitos externos e internos, a análise de variância mostrou apenas significância ao nível de 5% de probabilidade para  $K_2O$ , na variável rachadura entre frutinhos, e ao nível de 1% de probabilidade na interação entre N e  $K_2O$  para a Translucidez. Porém, ao nível de 5% de probabilidade, nenhum modelo se ajustou aos dados de rachadura entre frutinhos em função das doses de  $K_2O$ .

Em termos percentuais em relação aos defeitos internos, 94% dos 240 frutos avaliados apresentaram-se sem defeitos (Figura 3). Observaram-se 4% de frutos com o distúrbio conhecido como mancha-chocolate e 2% com rachaduras internas, defeitos esses considerados graves na classificação de qualidade da CEAGESP (2003), mas cujo percentual não pôde ser ajustado para a classificação do abacaxi, pois o número de frutos não se constituiu em um lote comercial. Por outro lado, com exceção para translucidez, os trabalhos encontrados na literatura que tratam dos efeitos da adubação NPK em campo, sobre a qualidade dos frutos do abacaxizeiro, normalmente se referem apenas às qualidades físico-químicas (TEIXEIRA et al., 2002; SPIRONELLO et al., 2004; REINHARDT et al., 2004; COELHO et al., 2007; MARQUES et al., 2011; GUARÇONI, M; VENTURA, 2011; SILVA et al., 2012; VIANA et al., 2013), não estudando o efeito dos macronutrientes sobre os defeitos pós-colheita, como avaliados neste experimento. As pesquisas que estudam esses efeitos se referem à omissão de nutrientes em solução nutritiva, como o realizado por Ramos et al. (2009). Na ausência de N, esses autores observaram descoramento da polpa, enquanto, na ausência de K, os frutos apresentaram manchas escuras na polpa relacionadas ao escurecimento interno. Os autores relataram que o teor foliar, observado um mês após a indução de florescimento, foi de 9,7 e 11,6 g kg<sup>-1</sup> de N e K, respectivamente; esses valores são próximos aos menores teores encontrados neste experimento para N (10,2 g kg<sup>-1</sup>) e muito abaixo do menor teor obtido para K (17,3 g kg<sup>-1</sup>).

Em relação aos defeitos externos, não houve ocorrência de frutos com exsudação nem podridão. O defeito de maior ocorrência foi a

rachadura entre frutinhos, predominando em 55% dos abacaxis avaliados, em relação aos demais defeitos observados. A rachadura da bráctea predominou em 27% dos frutos avaliados, e apenas 18% dos abacaxis não apresentaram qualquer defeito externo (Figura 3).

Da mesma forma que para os defeitos internos, a abordagem sobre o efeito da adubação NPK nos aspectos qualitativos externos pós-colheita do abacaxi é escassa. No experimento realizado por Ramos et al. (2009), não houve efeito da ausência de N e K nos defeitos externos estudados nesta pesquisa. USDA (2008) considera como defeito rachaduras cicatrizadas, enquanto CEAGESP (2003) não considera essas rachaduras na classificação qualitativa do abacaxi.

Os dados de translucidez dos frutos mostraram interação significativa entre as doses de N e  $K_2O$  a 1% de probabilidade. Com o desdobramento da interação, observou-se diferenças significativas na translucidez com adubação nitrogenada, apenas nas doses 0 e 480 kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$  (Tabela 2). Porém, nenhum modelo apresentou significância para esse parâmetro na dose de 480 kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$  (Tabela 2). O aumento da adubação nitrogenada, sem a adição de  $K_2O$ , aumentou a translucidez de forma linear (Figura 4A), com nota estimada em 3,80 na dose máxima de N testada, indicando presença de translucidez entre 50 e 75 % da polpa do abacaxi.

Por outro lado, a adubação potássica mostrou diferença significativa apenas na dose de 550 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 2), com ajuste ao modelo quadrático de resposta (Figura 4B). Com o aumento da adubação potássica, mesmo na maior dose de N, houve redução da translucidez, apresentando ponto de mínimo de nota 2,38 (menos de 25% de translucidez) na dose de 400 kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$  (Figura 4B). Lacoeuille (1978), Bhugaloo (1998) e Malézieux e Bartholomew (2003) estão de acordo em que doses elevadas de N podem aumentar a translucidez da polpa do abacaxi. Martins et al. (2012) avaliaram a conservação pós-colheita de abacaxi Pérola, comparando frutos produzidos sob sistema convencional e sob produção integrada (PI) e observaram menor translucidez nos frutos da PI, que é um sistema mais equilibrado em relação às práticas de adubação, e consideraram que a utilização racional de insumos pode auxiliar na manutenção da integridade da parede celular. Portanto, infere-se que maiores doses de adubo nitrogenado, sem a adequada adubação potássica, aumenta a translucidez do abacaxi 'BRS Imperial'.

#### Correlações de Pearson

Em relação às variáveis que foram

significativas pela ANOVA, não se observou significância para as correlações de Pearson dos teores foliares de N e K (dados não apresentados), e as relações N:K e K:N, com o defeito externo rachadura entre os frutinhos. Por outro lado, os teores foliares de N se correlacionaram de forma negativa com a AT e SS, enquanto os teores de K nas folhas se correlacionaram de forma positiva (Tabela 3), confirmando a resposta da planta à adubação com N e K e seus efeitos sobre os parâmetros de qualidade dos frutos, ou seja, plantas com maiores teores foliares de N na época da indução floral produziram frutos com menor AT e SS, enquanto aumentos nos teores foliares de K determinaram aumentos nessas características físico-químicas (Tabela 3). Embora os coeficientes de determinação para N, em relação às variáveis químicas dos frutos, tenham sido significativos a 1% de probabilidade, foram inferiores aos observados para o K e para as relações entre N:K e K:N (Tabela 3). A translucidez

apresentou coeficiente de determinação significativo para K e suas relações com N, porém, em um patamar muito baixo, não podendo considerar-se que apenas os níveis foliares de potássio, na época da indução do florescimento, respondem por esse distúrbio fisiológico.

Segundo Martin-Prével et al. (1961), K, Ca e Mg apresentam grande influência no aroma e no sabor do fruto do abacaxizeiro; afirmam também que, por vezes, é necessário aumentar a adubação potássica, mesmo sem resposta em produção, apenas com o intuito de melhorar a qualidade dos frutos. Da mesma forma, Spironello et al. (2004) e Guarçoni M. e Ventura (2011) consideraram que o efeito negativo do N nos SS e na AT pode ser compensado pelo efeito positivo da aplicação de potássio, o que é corroborado pelos dados apresentados nesta pesquisa, em que o maior coeficiente de determinação demonstra que o K exerce maior influência na AT e nos SS que N.

**TABELA 1**-Significância do Teste F, regressões ajustadas, R<sup>2</sup>, dose máxima ou mínima física e estimativa das variáveis físico-químicas do fruto de abacaxizeiro ‘BRS Imperial’, em função de doses de N e K<sub>2</sub>O.

Variáveis	Regressão	R <sup>2</sup>	Dose (kg ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	Estimativa <sup>2</sup>
----- Doses de Nitrogênio -----				
AT** (%)	$\hat{y} = -0,000168^{**}x + 0,406$	0,95	550	0,31
SS** (°Brix)	$\hat{y} = -0,001747^{**}x + 18,815$	0,91	550	17,9
ratio**	$\hat{y} = 0,019756^{**}x + 46,789$	0,97	550	57,7
pH**	$\hat{y} = 0,00029^{**}x + 3,859$	0,98	550	4,02
----- Doses de Potássio -----				
AT** (%)	$\hat{y} = 0,000166^{**}x + 0,308$	0,92	600	0,41
SS** (°Brix)	$\hat{y} = 0,003825^{**}x + 17,103$	0,94	600	19,4
ratio**	$\hat{y} = -0,014895^{**}x + 56,791$	0,89	600	47,9
pH**	$\hat{y} = 0,000001x^2 - 0,000546^{**}x + 4,026$	0,99	273	3,95

<sup>1</sup> Dose máxima ou mínima estimada pelo modelo aplicado; <sup>2</sup> Ponto de máximo ou mínimo

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

**TABELA 2-** Desdobramento dos efeitos das doses de nitrogênio (N) e potássio (K<sub>2</sub>O) na translucidez do fruto do abacaxizeiro 'BRS Imperial'.

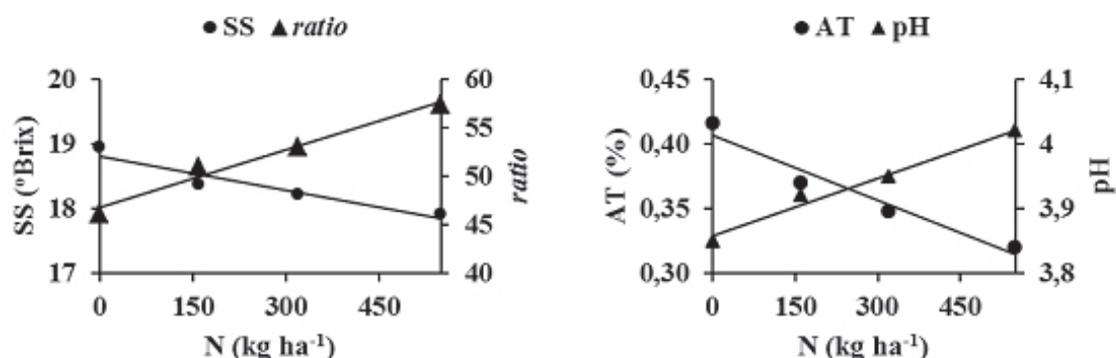
Efeito de N dentro das doses de K					Efeito de K dentro das doses de N				
Doses <sup>1</sup>	K1	K2	K3	K4	Doses <sup>1</sup>	N1	N2	N3	N4
----- Teste F <sup>2</sup> -----					----- Teste F <sup>2</sup> -----				
N	<b>0,00**</b>	0,34ns	<b>0,05*</b>	0,32ns	K	0,37ns	0,38ns	0,31ns	<b>0,00**</b>
----- Teste F <sup>2</sup> -----					----- Teste F <sup>2</sup> -----				
L <sup>3</sup>	<b>0,00**</b>	0,80ns	0,10ns	0,30ns	L <sup>3</sup>	0,14ns	0,36ns	0,81ns	0,00**
R <sup>2</sup>	0,98	0,02	0,33	0,31	R <sup>2</sup>	0,69	0,28	0,02	0,56
Q <sup>3</sup>	0,75ns	0,13ns	0,08ns	0,13ns	Q <sup>3</sup>	0,33ns	0,14ns	0,42ns	<b>0,00**</b>
R <sup>2</sup>	0,98	0,75	0,71	0,97	R <sup>2</sup>	0,99	0,98	0,25	0,94

<sup>1</sup>Doses de N e K<sub>2</sub>O (K) em kg ha<sup>-1</sup>: K1 = 0; K2 = 240; K3 = 480; K4 = 600; N1 = 0; N2 = 160; N3 = 320; N4 = 550; <sup>2</sup>ns – não significativo; \*significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade; <sup>3</sup>L – regressão linear; Q – regressão polinomial quadrática.

**TABELA 3-** Correlação de Pearson entre as características de qualidade dos frutos de abacaxizeiro 'BRS Imperial' e os teores foliares de N e K e suas relações.

Variáveis	AT	SS	ratio	pH	Translucidez
----- r -----					
N	-0,45**	-0,34**	0,38**	0,38**	0,11ns
K	0,72**	0,67**	-0,57**	-0,54**	-0,19*
K:N	0,69**	0,64**	-0,55**	-0,52**	-10,61**
N:K	-0,72**	-0,66**	0,61**	0,61**	10,82**

ns – não significativo; \*significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.



**FIGURA 1-** Sólidos solúveis (SS), relação SS/AT (*ratio*), Acidez titulável (AT) e pH dos frutos de abacaxizeiro 'BRS Imperial', em função da adubação nitrogenada.

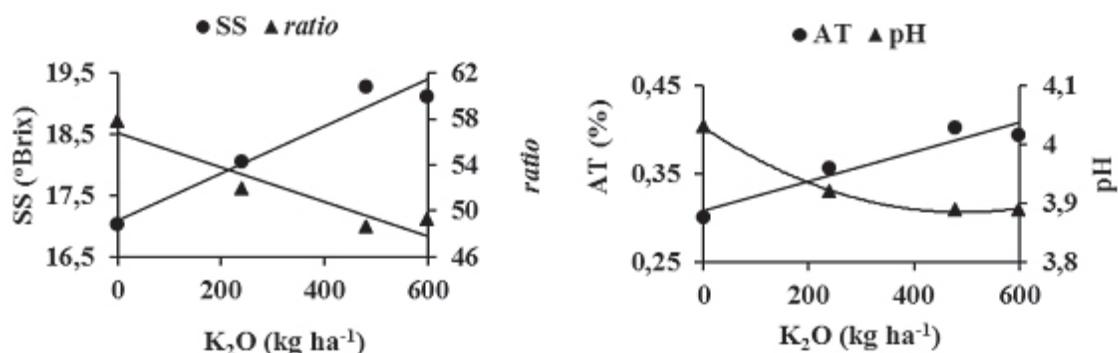


FIGURA 2- Efeito da adubação potássica nos sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT (*ratio*) e pH do abacaxi 'BRS Imperial'.

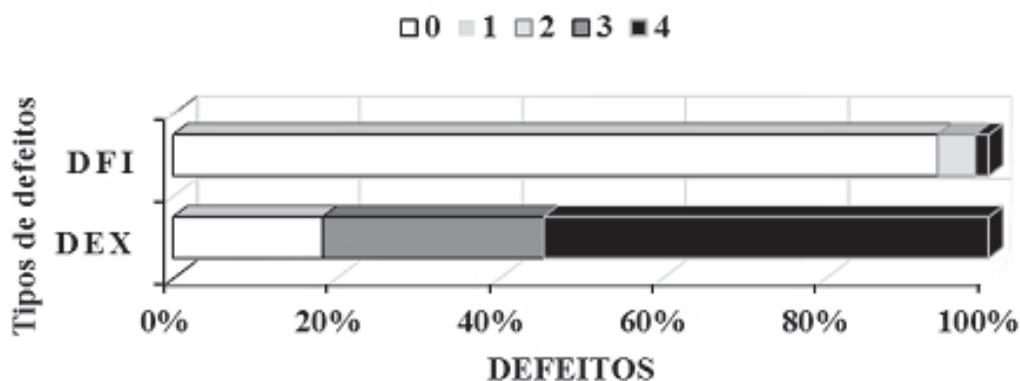


FIGURA 3- Porcentagem de defeitos externos (DEX) e internos (DFI) na avaliação de 240 frutos de 'BRS Imperial': DEX – 0 = Sem defeito; 1 = Exsudado; 2 = Podridão; 3 = Rachadura da bráctea; 4 = Rachadura entre frutinhos; DIF – 0 = Sem defeito; 1 = Passado; 2 = Chocolate; 3 = Escurecimento Interno; 4 = Rachadura.

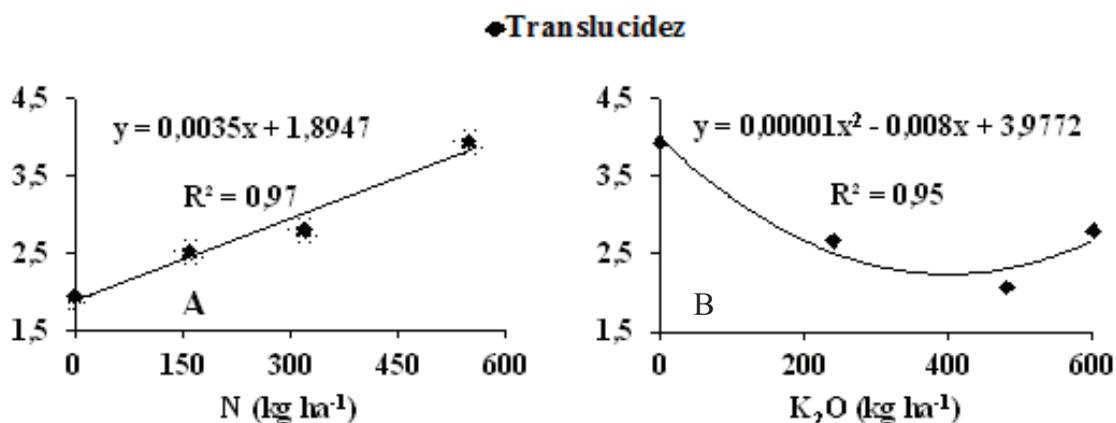


FIGURA 4-Transluceidez do fruto de abacaxizeiro 'BRS Imperial' em função de: A - diferentes doses de N, sem adubação potássica e B – diferentes doses de K<sub>2</sub>O, com 550 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. 1 – ausência de translucidez; 2 – menos de 25% da polpa é translúcida; 3 – presença de translucidez entre 25 e 50% da polpa; 4 – presença de translucidez entre 50 e 75% da polpa; e 5 – mais que 75% da polpa é translúcida

## CONCLUSÕES

As doses de N reduziram a AT e os SS e aumentaram o pH e o *ratio* dos frutos.

As doses de K<sub>2</sub>O aumentaram AT e os SS e reduziram o *ratio* dos frutos.

As plantas com maiores teores foliares de N na época da indução floral produziram frutos com menor AT e SS, enquanto aquelas com maiores teores foliares de K apresentaram maior AT e SS nos frutos.

Com aplicação de 550 kg ha<sup>-1</sup> de N, os frutos apresentaram translucidez entre 50 e 75% sem adubação potássica e de menos de 25% de translucidez na dose de 400 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

## AGRADECIMENTOS

À bióloga Elaine Góes, Analista da Embrapa Mandioca e Fruticultura, e à estudante de agronomia Orjana Santos Lima, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Cruz das Almas-BA, pela realização das análises físico-químicas no Laboratório de Pós-colheita da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

## REFERÊNCIAS

BOTREL, N.; SOUZA, L.F. da S.; SOARES, A.G.; MEDINA, V.M.; FREITAS, S.C. de. Influência do potássio na suscetibilidade ao escurecimento interno do abacaxi 'Pérola' (*Ananas comosus* L.). **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, México, v.6, n.1, p.17-23, 2004.

BHUGALOO, R.A. **Effects of different levels of nitrogen on yield and quality of pineapple variety Queen Victoria**. Food Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius, 1998, p.75-79 (Technical Bulletin).

CEAGESP. **Programa brasileiro para modernização da horticultura: normas de classificação do abacaxi**. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura, 2003. (Documentos, 24)

CHEN, N.J.; CHEN, C.C.; SARADHULDHAT, P. Pineapple production for quality postharvest handling. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.822, p.253-260, 2009.

COELHO, R.I.; LOPES, J.C.; CARVALHO, A.J.C. de; AMARAL, J.A.T.do; MATTA, F. de P. Estado nutricional e características de crescimento do abacaxizeiro 'Jupi' cultivado em latossolo amarelo distrófico em função da adubação com NPK. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1696-1701, 2007.

ETIENNE, A.; GÉNARD, M; LOBIT, P; MBEGUIÉ-A-MBÉGUIÉ, D.; BUGAUD, C. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v.64, n.6, p.1451-1469, 2013.

FERNADNES, M.S.; SOUZA, S.R. Absorção de nutrientes. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.115-152.

GUARÇONI M., A.; VENTURA, J.A. Adubação N-P-K e o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi 'Gold' (MD-2). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.35, n.4, p.1367-1376, 2011.

HAFF, R.P.; SLAUGHTER, D.C.; SARIG, Y.; KADER, A. X-ray assement of translucency in pineapple. **Journal of Food Processing and Preservation**, Oxford, v.30, p.527-533, 2006.

LACOEUILLE, J.J.; MARCHAL J.; GODEFROY, J. Conservation de la fertilité d'un sol ferrallitique de Basse Côte d'Ivoire cultivé em ananas. **Fruits**, Paris, v.33, p.241-256, 1978.

MALÉZIEUX, E.; BARTHOLOMEW, D.P. Plant nutrition. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAUL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (Ed.). **The Pineapple: botany, production and uses**. Honolulu: CAB, 2003. p.143-165.

MARQUES, L.S.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; ISEPON, J. dos S. Produtividade e qualidade de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne, cultivado com aplicação de doses e parcelamentos do nitrogênio, em Guaraçá-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.3, p.1004-1014, 2011.

MARTIN-PRÉVEL, P. Potassium, calcium et magnésium dans la nutrition de l'ananas em Guinée. III. Influence sur la qualité du fruit. **Fruits**, Montpellier, v.16, p.161-80, 1961.

- MARTINS, L.P.; SILVA, S. DE M.; SILVA, A.P. DA; CUNHA, G.A.P. DA; MENDONÇA, R.M.N.; VILAR, L. DA C.; MASCENA, J.; LACERDA, J.T. Conservação pós-colheita de abacaxi 'Pérola' produzido em sistemas convencional e integrado. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.3, p.695-703, 2012.
- MATOS, A. P. de; SANCHES, N. F.; SOUZA, L. F. da S.; TEIXEIRA, F. A.; ELIAS JÚNIOR, J. **Manual de identificação de pragas, doenças e deficiências nutricionais na cultura do abacaxi**. 2.ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2010. 44 p. (Documentos, 178).
- OLIVEIRA, A.M.G.; CARDOSO, C.E.L.; JUNGHANS, D.T.; REINHARDT, D.H.; CUNHA, G.A.P. da; OLIVEIRA, J.L.; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F. da S.; SANCHES, N.F. **Sistema de produção de abacaxi para o extremo sul da bahia**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical, 2009. 63p. (Sistemas de Produção, 2).
- PAULL, R.E.; CHEN, C.C. Postharvest physiology, handling and storage of pineapple. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAULL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (Ed.). **The pineapple: botany, production and uses**. New York: CABI Publishing, 2003. p.253-279.
- PY, C.; LACOEUILHE, J.J.; TEISON, C. **L'ananas, sa culture, ses produits**. Paris: G.P. Maison neuve et Larose et ACCT, 1984. 562p.
- RAMOS, M.J.M.; MONNERAT, P.H.; CARVALHO, A.J.C. de; PINTO, J.L. A.; SILVA, J.A da. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro 'BRS Imperial'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.252-256, 2009.
- RAMOS, M.J.M.; MONNERAT, P.H.; PINHO, L.G. da R.; CARVALHO, A.J.C. de. Qualidade sensorial dos frutos do abacaxizeiro 'Imperial' cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.3, p.692-699, 2010.
- REINHARDT, D.H.; MEDINA, V.M.; CALDAS, R.C.; CUNHA, G.A.P.; ESTEVAM, R.F.H. Gradientes de qualidade em abacaxi 'Pérola' em função do tamanho e do estágio de maturação do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.544-546, 2004.
- SARADHULDHAT, P.; PAULL, R.E. Pineapple organic acid metabolism and accumulation during fruit development. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.112, p.297-303, 2007.
- SILVA, A.L.P.; SILVA, A.P.; SOUZA, A.P.; SANTOS, D.S.; SILVA, S.M.; SILVA, V.B. Resposta do abacaxizeiro 'Vitória' a doses de nitrogênio em solos de tabuleiros costeiros da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.36, n.2, p.447-456, 2012.
- SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J.A., TEIXEIRA, L.A.J.; FURLANI, P.R.; SIGRIST, J.M.M. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.155-159, 2004.
- TEIXEIRA, L.A.J.; SPIRONELLO, A.; FURLANI, R.; SIGRIST, J.M.M. Parcelamento da adubação NPK em abacaxizeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.219-224, 2002.
- UFV – Universidade Federal de Viçosa. **SAEG - sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 150p.
- USDA. United States Department of Agriculture. **United states standards for grades of pineapples**. Agricultural Marketing Service, 2008. 8p. Disponível em: <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELPRDC5069131>. Acesso em: 19 out. 2013.
- VIANA, E. de S.; REIS, R.C.; JESUS, J.L.de; JUNGHANS, D.T.; SOUZA, F.V.D. Caracterização físico-química de novos híbridos de abacaxi resistentes à fusariose. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.7, p.1155-1161, 2013.