

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO EXÓGENA DO ÁCIDO SALICÍLICO E DE CLORETO DE CÁLCIO COMO ALTERNATIVAS NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE E NO PROLONGAMENTO DA VIDA ÚTIL DAS RAÍZES DE BATATA-DOCE

Guilherme Celestino de Souza Santos¹, Keren Railka Paiva Menezes²,
Olghaneth Moreira de Oliveira³, Alex Guimarães Sanches⁴, Antônio Rafael Gomes de
Oliveira⁵, Carlos Alberto Martins Cordeiro⁶

1 Discente do curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Pará, Campus Altamira, PA. E-mail: guimencel@gmail.com

2 Discente do curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Pará, Campus Altamira, PA. E-mail: kerenrailka@hotmail.com

3 Discente do curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Pará, Campus Altamira, PA. E-mail: olghaneth2010@hotmail.com

4 Mestrado em andamento em Agronomia (Fitotecnia), Universidade Federal do Ceará, UFC, Brasil. E-mail: alexsanches.eng@gmail.com

5 Doutorando em Oceanografia pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental - PPGBA na Universidade Federal do Pará. E-mail: faelolive02@gmail.com

6 Professor Adjunto III da Universidade Federal do Pará. E-mail: camcordeiro2006@gmail.com

1 RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo avaliar se a aplicação exógena dos biorreguladores ácido salicílico e cloreto de cálcio em diferentes concentrações é eficiente em reduzir as alterações fisiológicas durante o armazenamento em condição de temperatura ambiente das raízes de batata-doce. Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x6 (tratamentos x dias de armazenamento), com cinco repetições e a parcela experimental composta por duas raízes. Em intervalos de três dias as raízes de cada tratamento foram avaliadas quanto as seguintes variáveis físico-químicas e sensoriais: perda de massa fresca, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, firmeza, degenerescência da polpa, qualidade geral e incidência de podridões. A análise estatística mostrou efeito significativo ao nível de 1 e 5% para todas as características avaliadas demonstrando efeito dos tratamentos durante o armazenamento das raízes. A concentração de 4% dos biorreguladores ácido salicílico e cloreto de cálcio não apresentaram diferenças entre si, e foram efetivas em retardar os processos fisiológicos que levam a maturação e senescência das raízes de batata-doce preservando sua qualidade ao longo do armazenamento, durante o período de comercialização.

Palavras-chave: *Ipomea batatas* L., biorreguladores, raízes

INFLUENCE OF THE EXOTIC APPLICATION OF SALICYLIC ACID AND CALCIUM CHLORIDE AS ALTERNATIVES IN THE MAINTENANCE OF QUALITY AND THE EXTENSION OF THE USEFUL LIFE OF SWEET POTATO ROOTS

2 ABSTRACT

The present work aims to evaluate if the exogenous application of the salicylic acid and calcium chloride bioregulators in different concentrations is efficient in reducing the physiological changes during the storage in room temperature conditions of sweet potato roots. A completely randomized experimental design was used in a factorial scheme 5x6 (treatments x days of storage), with five replications and the experimental plot composed by two roots. At three day intervals, the roots of each treatment were evaluated for the following physico-chemical and sensory variables: loss of fresh mass, soluble solids, titratable acidity, pH, firmness, pulp degeneration, general quality and incidence of rot. Statistical analysis showed a significant effect at the 1 and 5% level for all evaluated characteristics demonstrating effect of treatments during root storage. The 4% concentration of the salicylic acid and calcium chloride bioregulators showed no differences between them and were effective in delaying the physiological processes that lead to the maturation and senescence of sweet potato roots preserving their quality throughout the storage during the period of marketing.

Keywords: *Ipomea batatas* L., biorregulators, roots

3 INTRODUÇÃO

A maior área cultivada de batata-doce (*Ipomea batatas* L.) encontra-se na China, ultrapassado 3,5 milhões de hectares, o que corresponde a 43% do total mundial e volume de produção de 79.090,068 toneladas (TAN, 2015). O Brasil se encontra na vigésima colocação no *rank* mundial de produtores de batatas-doces, sendo a região Sul a que mais se destaca na produção, atingindo safras de 227.354 toneladas (IBGE, 2013).

Um dos maiores problemas da cadeia produtiva encontra-se na pós-colheita, pela falta de preparo dos trabalhadores, choques mecânicos, transporte, embalagem, classificação e armazenamento inadequado, gerando condições para termos perdas estimadas em até 40%, enquanto que em países desenvolvidos, não passam de 10% (MELO; VILELA, 2007; RINALDI, 2011).

Na pós-colheita da batata-doce ainda não se tem um protocolo definido de produtos agrícolas (fungicidas, biorreguladores) que minimizem as perdas durante o armazenamento

sejam elas decorrentes do processo fisiológico ou pela deterioração através do ataque de patógenos (KOEHLE et al., 2002). O ácido salicílico é considerado como um hormônio natural para a planta, envolvido na regulação de muitos processos de crescimento e desenvolvimento de plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Além disso, sua ação como biorregulador vegetal está associada à redução da produção de etileno, que inibe o ácido 1-carboxílico 1-aminociclopropano (ACC) oxidase (ACCO, E.C. 1.4.3), a enzima formadora do etileno (ASGHARI; AGHDAM, 2010).

O cloreto de cálcio (CaCl_2) como biorregulador vegetal, tem se mostrado eficiente na manutenção da parede celular na pós-colheita de frutos e legumes, reduzindo a atividade da enzima pectinametilesterase (YAMAMOTO et al., 2011; KITTEMANN et al., 2010), diminuição da decomposição pós-colheita, incidência de distúrbios fisiológicos e desagregação interna.

Com o intuito de atender a demanda científica pela escassez de pesquisas relacionadas com a conservação pós-colheita da batata-doce, e buscando otimizar os ganhos econômicos da cadeia produtiva; o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência da aplicação exógena do ácido salicílico e do cloreto de cálcio como alternativas na manutenção da qualidade e no prolongamento da vida útil das raízes de batata-doce armazenadas sob temperatura ambiente.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Raízes de batatas-doces da cultivar Brazlândia do tipo "roxa", foram adquiridas no comércio local do município de Altamira-PA, e selecionadas quanto ao tamanho, peso e livre de defeitos físicos, fisiológicos ou acometidos por pragas e doenças. Estas foram acondicionadas em caixas de madeira e transportadas até o Laboratório de Tecnologia de Produtos da Universidade Federal do Pará, Campus Altamira- PA.

No laboratório, as raízes foram previamente lavadas em água corrente e posteriormente sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 200 mg L^{-1} por cinco minutos. Posteriormente foram dispostas em bancadas e secas sob condições de temperatura ambiente. Após secas as raízes foram separadas em lotes e submetidas aos tratamentos com ácido salicílico (AS) e cloreto de cálcio (CaCl_2) nas concentrações de 2 e 4%, respectivamente. Um lote foi separado representando o tratamento controle.

Para a aplicação dos tratamentos, pesou-se em balança analítica 20 g e 40 g de ácido salicílico e cloreto de cálcio, respectivamente, com posterior diluição em 1 litro de água destilada, chegando às concentrações de 2% e 4%. As raízes de ambos os tratamentos foram imersas nas respectivas concentrações por um período de cinco minutos. Após o tempo de exposição às raízes foram acondicionadas em bandejas de isopor de

poliestireno devidamente identificadas e dispostas em bancadas de madeira sob condições de temperatura ambiente $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de U.R, simulando as condições de armazenamento nos pontos de venda a varejo.

A cada três dias, as raízes de cada tratamento foram avaliadas quanto às seguintes variáveis: Perda de massa fresca (PMF), determinada com auxílio de balança semi-analítica. Os resultados foram expressos em porcentagem (%), considerando-se a diferença entre a massa inicial dos frutos e aquela obtida a cada intervalo de tempo de amostragem.

O conteúdo de sólidos solúveis (SS) foi determinado seguindo as recomendações descritas por AOAC (2012), através de leitura em refratômetro digital, a partir da polpa macerada, homogeneizada e filtrada, sendo os resultados expressos em ($^\circ\text{Brix}$).

A acidez titulável (AT) foi determinada por meio de titulação com solução de NaOH a 0,1N e indicador fenolftaleína, e expressa em g de ácido cítrico/100g de polpa conforme preconizado por AOAC (2012).

O pH foi obtido por leitura direta na polpa triturada em pHmetro digital marca TECNAL, devidamente calibrado em solução tampão 4,0 e 7,0 conforme o IAL (AOAC, 2012).

A qualidade sensorial das raízes sobre as variáveis: firmeza, degenerescência da polpa, qualidade geral e incidência de podridões (Tabela 1) foram determinadas mediante avaliação direta sobre as raízes atribuindo-se notas em uma escala hedônica de análise subjetiva, conforme preconizado por AOAC (2012).

Tabela 1. Avaliação sensorial sobre os atributos firmeza, qualidade geral, degenerescência da polpa e incidência de podridões em raízes de batata-doce tratadas com ácido salicílico e cloreto cálcio e armazenadas sob condições de temperatura ambiente $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de U.R por 15 dias.

Firmeza	Degenerescência da polpa
5. Firme	3. Polpa sem escurecimento, aspecto firme, sem umidade e porosidade
4. Ligeiramente firme	2. até 25% da polpa com escurecimento, aspecto mole, pouco úmido e com pouca porosidade
3. Moderadamente firme	1. até 50% da polpa com escurecimento, aspecto mole, muita umidade e polpa porosa
2. Pouco mole, macio	
1. Mole, macio	
Qualidade geral	Incidência de podridões
5. Excelente, livre de defeitos	5. 0% de podridões
4. Boa, pequenos defeitos	4. até 5% da área afetada
3. Defeitos médios, limitado para consumo	3. até 25% da área afetada
2. Defeitos excessivos	2. até 50% da área afetada
1. Podre, não utilizável	1. mais de 50% da área afetada

Fonte: AOAC, (2012)

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5×6 , isto é, cinco tratamentos (controle, ácido salicílico 2%, ácido salicílico 4%, cloreto

de cálcio 2% e cloreto de cálcio 4%) e seis tempos de avaliação (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), com cinco repetições e a parcela experimental composta por duas raízes/ batatas.

Os resultados de cada análise foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade através da interface do *software* ASSISTAT 7.7 versão beta.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 1, observa-se que a perda de massa fresca apresentou aumento significativo em todos os tratamentos ao longo do período de armazenamento com percentual médio máximo verificado ao final de 15 dias em torno de 9,85%. Este percentual é próximo aos verificados por Gouveia et al. (2014) e Pankomera (2015) que ao avaliarem raízes de batata-doce roxa armazenadas a temperatura ambiente e obtiveram percentuais de perda em torno de 10,40% e 10,56%, respectivamente.

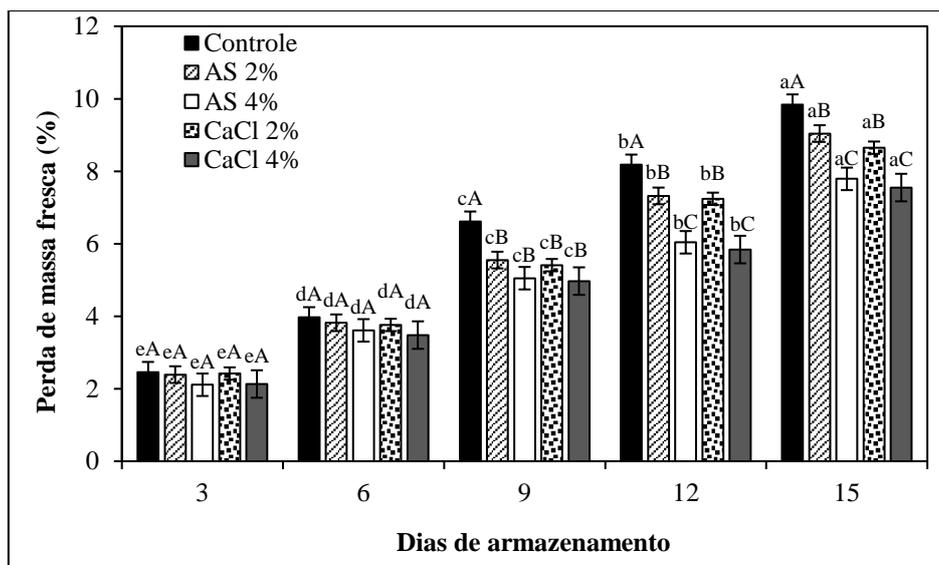


Figura 1. Evolução da perda da massa fresca (%) em raízes de batatas-doces tratadas com biorreguladores vegetais e armazenadas ao longo de 15 dias em condição de temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de U.R.). Letras minúsculas (dias de armazenamento) e maiúsculas (tratamentos).

Ainda de acordo com a Figura 1, observam-se diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos a partir do sexto dia de armazenamento com percentuais mais expressivos nas raízes do tratamento controle até o fim do período de avaliação com média de 9,85%. Nota-se que a aplicação exógena de ácido salicílico e do cloreto de cálcio, independente da concentração, reduziu a perda de massa nas raízes, especialmente quando estas foram tratadas na concentração de 4% de ambos reguladores.

De maneira similar as maiores concentrações de ácido salicílico e cloreto de cálcio foram mais eficientes em reduzir a perda de massa fresca em raízes de beterrabas (PICOLI et al., 2010) e de cenouras (JACOBO-VELAZQUEZ et al., 2011), respectivamente durante o armazenamento.

Possivelmente, a menor perda de massa fresca observada nas raízes tratadas com ácido salicílico e cloreto de cálcio, deve-se a ação na redução da taxa respiratória e da produção de etileno no complexo membrana-parede celular, reduzindo dessa forma distúrbios fisiológicos como a perda de massa, que tanto desfavorece a qualidade do produto final (TAIZ; ZAIGER, 2013).

O conteúdo de sólidos solúveis presentes na polpa das batatas-doces, apresentou oscilações entre os tratamentos ao longo do tempo de armazenamento observando-se valores iniciais de 7,6 °Brix (Figura 2).

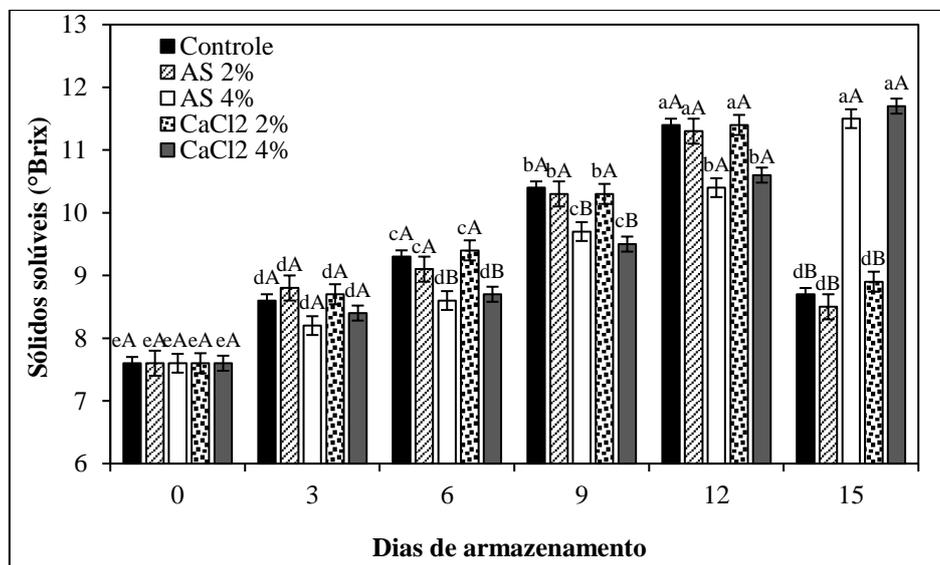


Figura 2. Conteúdo de sólidos solúveis (°Brix) em raízes de batatas-doces tratadas com biorreguladores vegetais e armazenadas ao longo de 15 dias em condição de temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de U.R.). Letras minúsculas (dias de armazenamento) e maiúsculas (tratamentos).

Corrêa et al. (2014) ao avaliar batatas-doces da cultivar Uruguaiana também observaram oscilações no conteúdo de sólidos solúveis durante 14 dias de armazenamento em temperatura ambiente das raízes com valores iniciais de 7,2°Brix, próximo ao verificado nesta pesquisa.

O teor de °Brix também oscilou durante o armazenamento em condição ambiente das batatas-doces da cv. Canadense ao longo de 14 dias, no entanto, o teor médio inicial foi de 6,4° Brix (Corrêa et al., 2015). Essa variação nos valores médios de °Brix observada é decorrente das condições edafoclimáticas de cada região de cultivo, das práticas culturais

de pré e pós-colheita adotadas, e principalmente pela caracterização genética de cada cultivar.

No que se refere ao tempo de armazenamento, observa-se um aumento entre o dia zero (7,60 °Brix) até o décimo segundo dia de avaliação nas raízes dos tratamentos controle (11,4 °Brix), ácido salicílico 2% (11,3°Brix) e cloreto de cálcio (11,4%) e posterior decréscimo ao final de 15 dias de análise revelando valores próximos àqueles determinados no dia zero (8,0°Brix), não diferindo entre si ($p>0,05$). Por outro lado, a polpa das raízes tratadas com os biorreguladores a 4% apresentaram aumento no conteúdo de sólidos solúveis durante todo o período de armazenamento (Figura 2).

Já em relação aos valores médios de acidez na polpa das batatas-doces reduziram significativamente entre os tratamentos durante o armazenamento, onde o maior teor médio foi verificado no dia zero (0,128 % de ácido cítrico) e o menor ao final de 15 dias (0,046 % de ácido cítrico) (Figura 3).

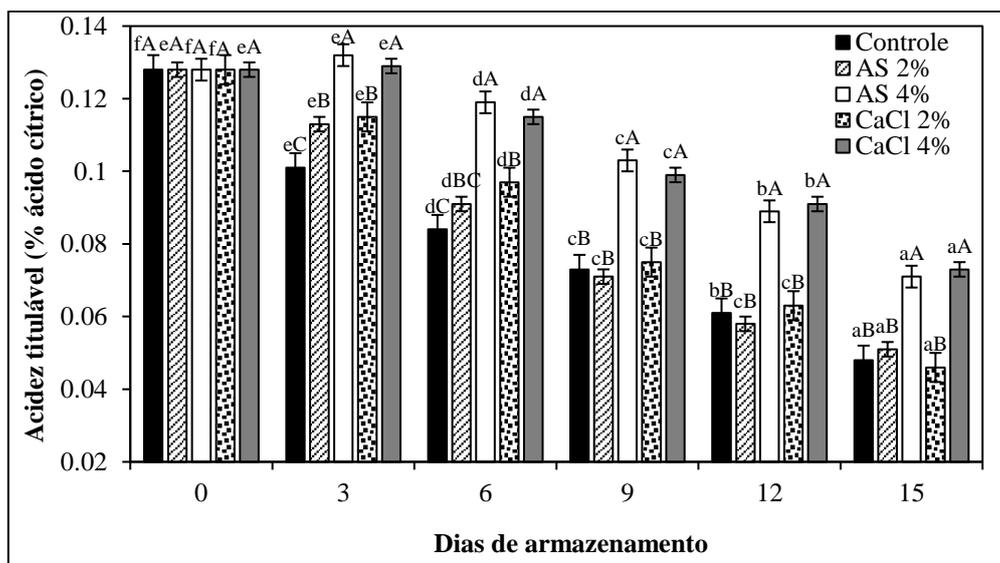


Figura 3. Acidez total titulável (% ácido cítrico) em raízes de batatas-doces tratadas com biorreguladores vegetais e armazenadas ao longo de 15 dias em condição de temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de U.R.). Letras minúsculas (dias de armazenamento) e maiúsculas (tratamentos).

Estes valores estão próximos aos verificados por Corrêa et al. (2015) que durante o armazenamento da batata-doce cv. Canadense notaram redução nos valores médios passando de 0,128% de ácido cítrico para menos de 0,060% de ácido cítrico após 14 dias de armazenamento.

Observa-se entre os tratamentos que as reduções mais expressivas nos teores de acidez ocorreram nas raízes do tratamento controle, já no terceiro dia de avaliação diferindo dos demais tratamentos. No entanto, nos dias subsequentes até o fim do armazenamento

não foi observada diferença significativa em relação aos tratamentos com os biorreguladores ácido salicílico e cloreto de cálcio a 2% com médias de 0,048; 0,051 e 0,046% de ácido cítrico, respectivamente (Figura 3).

As raízes tratadas a 4% da solução de ácido salicílico e cloreto de cálcio, apresentaram menor redução nos teores de acidez durante os dias de avaliação, não diferindo entre si, induzindo um menor consumo dos ácidos orgânicos durante o armazenamento e favorecendo, portanto, uma maior vida de prateleira dessas raízes (Figura 3).

De acordo com Nolêto et al. (2015) os vegetais que apresentam pH acima de 4,5 são considerados de baixa acidez. Neste trabalho os valores médios de pH determinados no tempo zero de armazenamento foi de 6,13 mostrando-se pouco ácido da batata-doce (Figura 4).

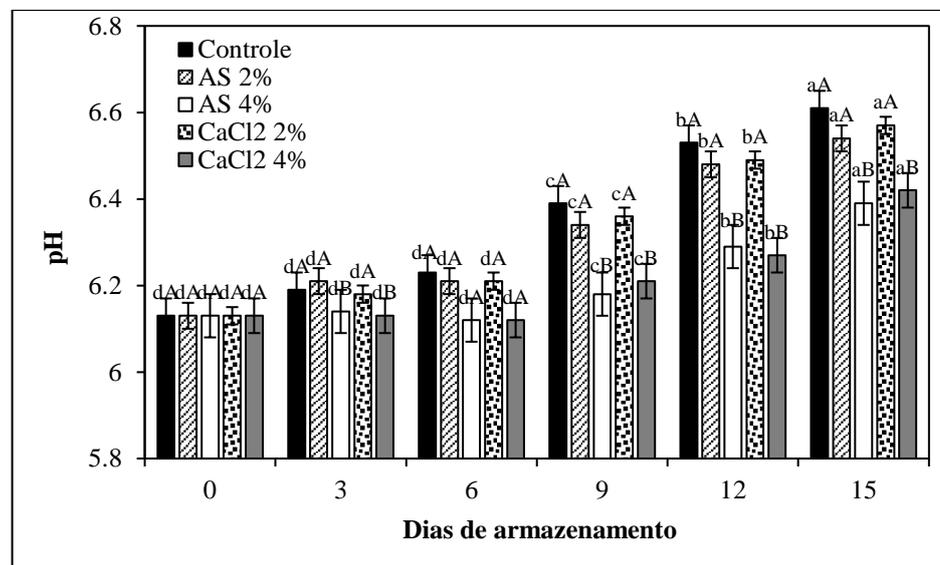


Figura 4. Variação nos valores de pH em raízes de batatas-doces tratadas com biorreguladores vegetais e armazenadas ao longo de 15 dias em condição de temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de U.R.). Letras minúsculas (dias de armazenamento) e maiúsculas (tratamentos).

Tomlins et al. (2015) observaram valores iniciais de pH em batatas-doces em torno de 6,09, bem próximo ao determinado nesta pesquisa. Gouveia et al. (2014) e Corrêa et al. (2016), encontraram valores iniciais de pH superiores a 6,40 em batatas-doce da cv. Canadense, ratificando o pH pouco ácido da batata-doce.

De modo geral os valores de pH apresentaram pouca variação entre o dia zero e o sexto dia de avaliação entre os tratamentos, os quais não diferiram entre si. A partir do nono dia nota-se um aumento mais pronunciado e contínuo até o décimo quinto dia de armazenamento observando as maiores médias nas raízes do tratamento controle (6,61) e

quando tratadas na concentração de 2% de ácido salicílico (6,54) e cloreto de cálcio (6,57). A exposição das raízes na concentração de 4% de ambos os biorreguladores reduziram significativamente esse aumento de pH observando-se médias em torno de 6,40 após 15 dias de armazenamento (Figura 4).

Esses resultados corroboram com os resultados obtidos por Kluge et al. (2010) que ao avaliarem raízes de beterrabas tratadas com ácido salicílico observaram redução na atividade respiratória e da produção de etileno revelando pouca alteração do pH durante 10 dias de armazenamento. Araújo et al. (2014) também observaram que o pH das raízes de cenouras minimamente processadas e tratadas com cloreto de cálcio na maior concentração (3%), foi ligeiramente reduzido, se comparado as amostras do tratamento controle.

Analisando a Figura 5, observa-se que a firmeza das batatas-doces apresentou tendência de redução principalmente após o terceiro dia de armazenamento e de maneira mais efetiva nas raízes controle e quando expostas aos biorreguladores na concentração de 2%, caracterizados com firmeza moderada com nota próxima a 3,0 no último dia de avaliação.

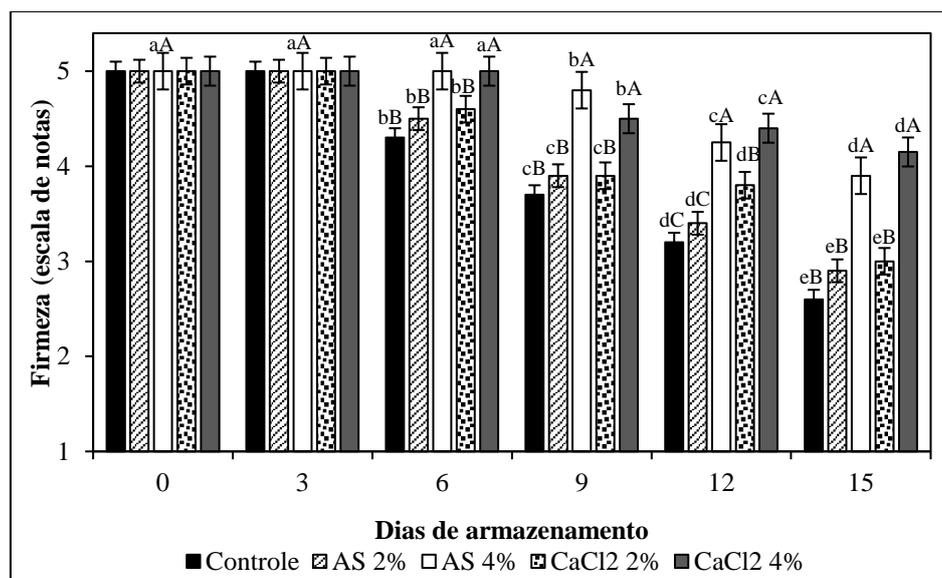


Figura 5. Firmeza das raízes de batatas-doces tratadas com biorreguladores vegetais e armazenadas ao longo de 15 dias em condição de temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de U.R.). Letras minúsculas (dias de armazenamento) e maiúsculas (tratamentos).

Sanches et al. (2009) também notaram redução na firmeza de batatas armazenadas em condição de temperatura ambiente por 35 dias e atribuíram este efeito principalmente a perda de massa fresca, fato também observado neste trabalho.

A concentração de 4% de ácido salicílico e cloreto de cálcio não diferiram entre si e proporcionaram uma maior retenção da parede celular das raízes durante o armazenamento

resultando em uma nota próxima a 4,0 (ligeiramente firmes) após 15 dias de armazenamento (Figura 5).

A degenerescência da polpa em raízes e tubérculos caracteriza-se pela descoloração interna inicial, com estrias finas vasculares azul escuras e um aspecto úmido da polpa indicando comprometimento do xilema. Existe a correlação entre aparecimento destas lesões aos danos mecânicos que eventualmente ocorrem na colheita, manuseio, transporte e principalmente pelas condições de armazenamento (OKE; WORKNEH, 2013).

Neste trabalho, observa-se que a baixa ocorrência do índice de degenerescência da polpa das batatas-doces (Figura 6), deve-se às práticas de pós-colheita adotadas onde se evitou ao máximo gerar danos e estresses físicos nas raízes durante o período experimental bem como o controle da temperatura de armazenamento que permaneceu constante ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) durante os 15 dias de avaliação.

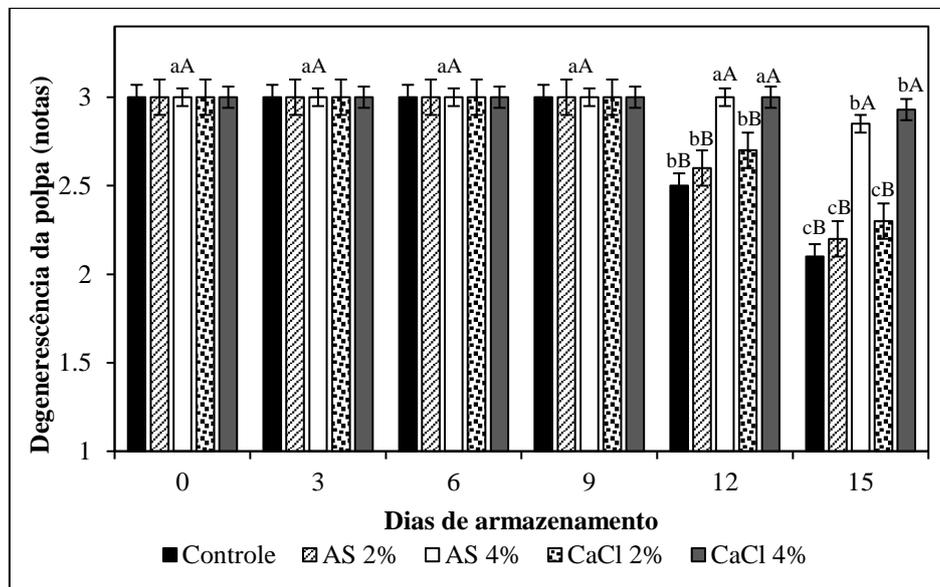


Figura 6. Degenerescência da polpa em raízes de batatas-doces tratadas com biorreguladores vegetais e armazenadas ao longo de 15 dias em condição de temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de U.R.). Letras minúsculas (dias de armazenamento) e maiúsculas (tratamentos).

Nota-se, que até o nono dia de armazenamento não foi observada diferença significativa entre os tratamentos sendo caracterizados com nota 3,0 (polpa sem escurecimento, aspecto firme, sem umidade e porosidade). Entre o décimo segundo e o décimo quinto dia de avaliação as raízes dos tratamentos controle, ácido salicílico e cloreto de cálcio a 2% apresentaram notas variando entre 2,05 a 2,15 (até 25% da polpa com escurecimento, aspecto mole, pouco úmido e com pouca porosidade), não diferindo entre si ($p > 0,05$) e sendo estatisticamente inferiores as raízes tratadas na concentração de 4% de

ambos os biorreguladores cuja nota média para o mesmo período oscilou entre 2,85 a 2,90, ou seja, raízes com polpa praticamente inalterada (Figura 6).

Sendo assim, a qualidade geral das raízes foi comprometida com o tempo de armazenamento independente do tratamento utilizado (Figura 7). De modo geral as perdas de qualidade foram mais expressivas nas raízes dos tratamentos controle, ácido salicílico 2% e cloreto de cálcio 2% caracterizados com nota inferior a 3,0 (defeitos médios, limitado para consumo) após 15 dias de armazenamento (Figura 7).

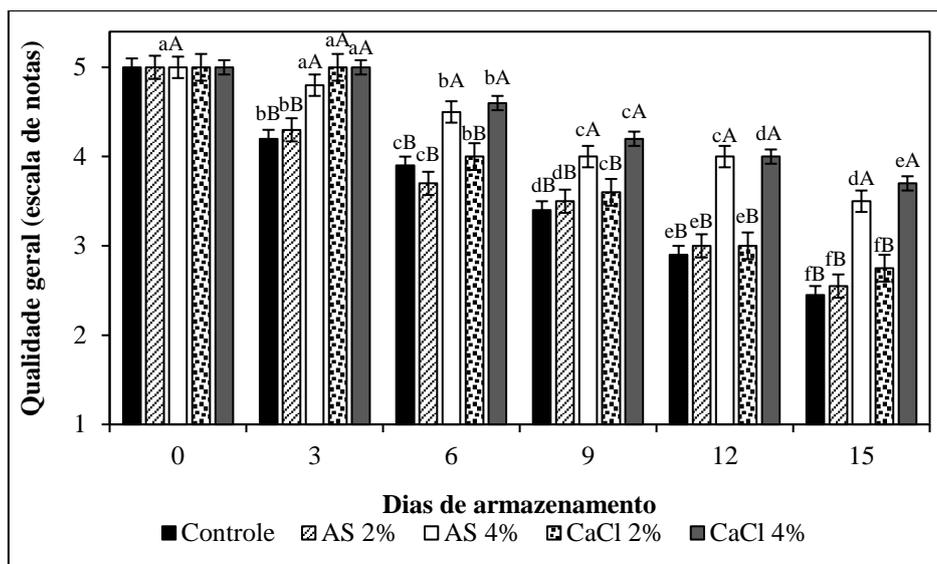


Figura 7. Qualidade geral em raízes de batatas-doces tratadas com biorreguladores vegetais e armazenadas ao longo de 15 dias em condição de temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de U.R.). Letras minúsculas (dias de armazenamento) e maiúsculas (tratamentos).

Para Anese e Fronza (2015) a avaliação da qualidade geral na pós-colheita é determinada por um conjunto de características como o aroma, o aspecto visual, inexistência de danos externos, ocorrência de podridões, dentre outros.

Nesse contexto, a concentração de 4% de ácido salicílico e cloreto de cálcio mantiveram a qualidade das raízes durante o tempo de armazenamento sendo caracterizados com nota 4,0 (boa, pequenos defeitos) no último dia de avaliação (Figura 7). A menor perda de água e de firmeza observados nas raízes tratadas a 4% com ambos os biorreguladores favoreceram a manutenção de qualidade destas raízes, haja vista que o não controle dessas variáveis promoveu o "murchamento", uma das principais causas de recusa por parte do consumidor.

Sanches et al. (2008) também atribuíram a perda de qualidade de oito cultivares de beterrabas armazenadas em condição ambiente, ao murchamento impulsionado pela redução da massa fresca (água) e da firmeza destas raízes.

A incidência de podridões verificadas neste trabalho foi caracterizada com nota média acima de 3,0 (até 25% da área afetada) após 15 dias de armazenamento, independente do tratamento realizado (Figura 8). Esse percentual é considerado baixo se comparado a incidência de podridões verificadas em raízes de cenouras cujo percentual médio ao final de 8 dias sob armazenamento em condição de temperatura ambiente foi superior a 25% (CARON; JACOMINO; KLUGE, 2003).

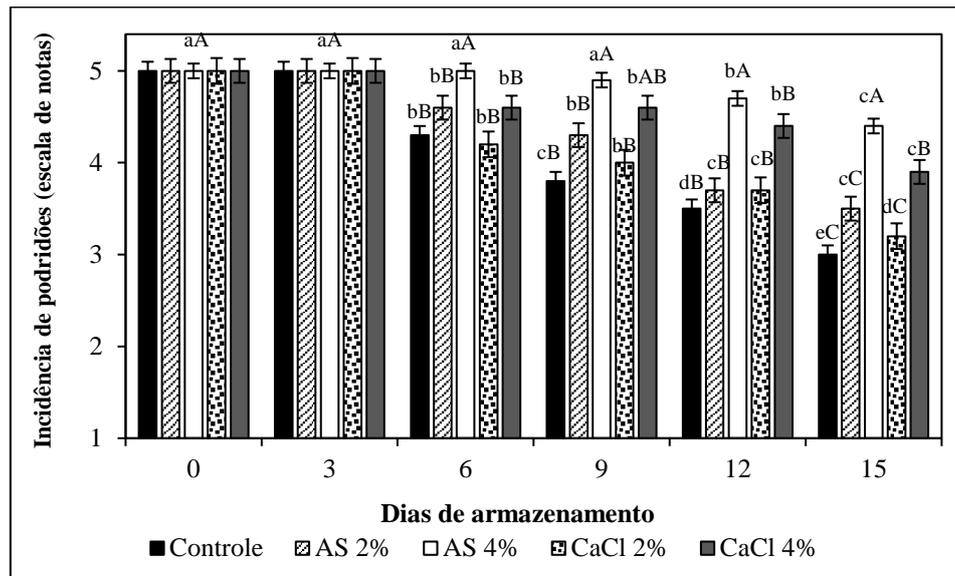


Figura 8. Incidência de podridões em raízes de batatas-doces tratadas com biorreguladores vegetais e armazenadas ao longo de 15 dias em condição de temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de U.R.). Letras minúsculas (dias de armazenamento) e maiúsculas (tratamentos).

De maneira geral, pode-se inferir que a incidência de podridões esteve associada principalmente com a perda de matéria fresca das raízes que levam a turgescência das mesmas facilitando o ataque de patógenos principalmente naquelas representadas pelos tratamentos controle e quando tratadas com ácido salicílico e cloreto de cálcio a 2% com seis dias de armazenamento (Figura 8). Guerra et al. (2014), também associaram a ocorrência de podridões durante o armazenamento de cenouras e batatas a perda da matéria fresca tornando-os com aspecto murcho.

As raízes tratadas com ambos os biorreguladores na concentração de 4%, não diferiram entre si ao longo de 12 dias de armazenamento, devido à manutenção da parede celular (> turgidez) dada a menor perda de massa fresca conferindo resistência à entrada de patógenos, contudo no último dia de avaliação somente as raízes tratadas com ácido salicílico apresentaram menor incidência de podridão com nota de 4,40 indicando uma área inferior a 5% de infestação por patógenos (Figura 8).

O gráfico *biplot*, no qual foram plotados os componentes principais 1 (56,61%) e 2 (18,80%) (Figura 9), explica 75,41% da variação total. Esse valor pode ser considerado como positivo uma vez que percentuais acima de 70% revelam altas magnitudes das estimativas de correlação entre as características analisadas (SILVA; BENIN, 2012).

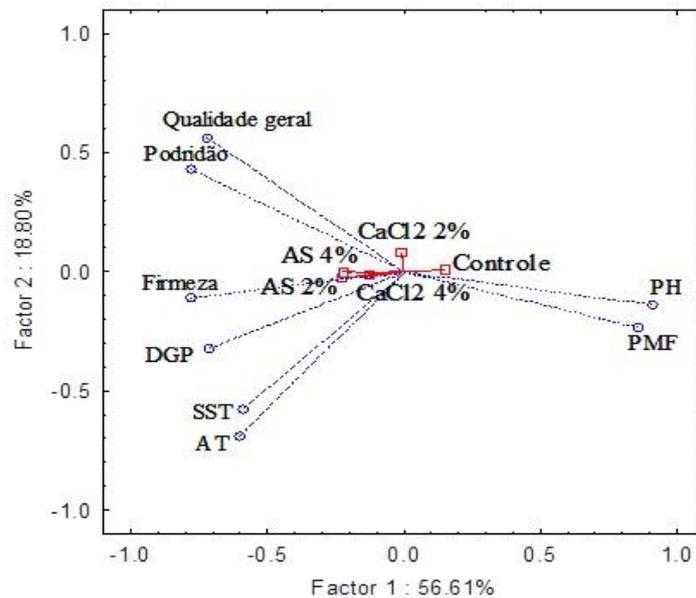


Figura 9. Análise de componentes principais sobre as variáveis físico-químicas e sensoriais em raízes de batatas-doce tratadas com biorreguladores vegetais e armazenadas ao longo de 15 dias em condição de temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de U.R.).

Verifica-se, no gráfico *biplot* (Figura 9), que as variáveis perda de massa fresca e pH apresentam forte correlação entre si influenciando diretamente as variáveis qualidade geral e incidência de podridões que se encontram do lado oposto.

As variáveis, acidez titulável, sólidos solúveis, degenerescência da polpa e firmeza correlacionam-se entre si dada a menor amplitude dos vetores. A perda de firmeza está diretamente relacionada com a degenerescência da polpa através da degradação da parede celular mediante a síntese de açúcares (sólidos solúveis) e o consumo dos ácidos orgânicos (acidez titulável).

Em relação aos tratamentos, pode-se inferir que quanto maior o comprimento dos vetores e mais distantes estes estiverem do eixo X, referente ao componente principal 1, maior influência apresentaram sobre as variáveis, deste modo os tratamentos controle e quando tratados com ácido salicílico e cloreto de cálcio a 2% foram positivamente influenciados pelas alterações fisiológicas durante o armazenamento. Por outro lado, os tratamentos com ácido salicílico e cloreto de cálcio a 4% caracterizam-se por apresentar menor comprimento de vetor e muito próximos ao eixo X do CP1, indicando menor relação

com as características decorrentes da maturação com o tempo de armazenamento (Figura 9).

6 CONCLUSÕES

Independente da concentração, a utilização de biorreguladores, como o ácido salicílico e o cloreto de cálcio, reduzem as alterações fisiológicas que acometem as batatas-doces, apresentando-se como alternativas viáveis a serem adotadas no manejo pós-colheita desta raiz.

A concentração de 4% tanto para o ácido salicílico e o cloreto de cálcio foi mais efetiva na conservação das raízes, e em todas as características avaliadas através do controle do processo de maturação e senescência durante o período de avaliação, sendo, portanto, recomendada para utilização exógena em batatas-doces comercializadas em feiras livres e supermercados visando reduzir as alterações fisiológicas durante o armazenamento.

7 REFERÊNCIAS

ANESE, R. de O.; FRONZA, D. **Fisiologia pós-colheita em fruticultura**. 1. ed. Santa Maria-RS: Rede e-Tec Brasil, 2015. 130 p.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. Washington, 2012.

ARAUJO, P. M.; FONSECA, J. R. L.; MAGALHÃES, M. M. A.; MEDEIROS, M. F. D. Drying of carrots in slices with osmotic dehydration. **African Journal of Biotechnology**, Natal-RN, v. 13, n. 30, p. 3061-3067, 2014.

ASGHARI, M.; AGHDAM, M. S. Impacto do ácido salicílico na fisiologia pós-colheita de culturas hortícolas. **Tendências em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n.10, p. 502-509, 2010.

CARON, V. C.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A. Conservação de cenouras 'Brasília' tratadas com cera. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 597- 600, 2003.

CORRÊA, C. V.; GOUVEIA, A. M. S.; TAVARES, A. E. B.; EVANGELISTA, R. M.; CARDOSO, A. I. I. Conservação de raízes de batata-doce em função do parcelamento da adubação potássica. **Revista Raízes e Amidos Tropicais, Botucatu**, v. 10, n. 1, p. 65-73, 2014.

CORRÊA, C. V.; GOUVEIA, A. M. S.; MORENO, L. A.; TAVARES, A. E. B.; EVANGELISTA, R. M.; CARDOSO, A. I. I. Características qualitativas de raízes de batata-doce em função da época de colheita e do período de armazenamento. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 8-16, 2015.

CORRÊA, C. V.; GOUVEIA, A. M. S.; EVANGELISTA, R. M.; CARDOSO, A. I. I. Qualidade de raízes de batata-doce em função das cultivares e do armazenamento. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 26-35, 2016.

GUERRA, A. M. N. de. M.; FERREIRA, J. B. de. A.; COSTA, A. C. M.; TAVARES, P. R. F. Causas de perdas pós-colheita em cenouras e batata no mercado varejista de Santarém-PA. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 8, n. 2, p. 61-68, 2014.

GOUVEIA, A. M. S.; CORRÊA, C. V.; TAVARES, A. E. B.; EVANGELISTA, R. M.; CARDOSO, A. I. I. Qualidade de raízes de batata-doce em função da adubação nitrogenada e conservação. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 57-64, 2014.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal. Culturas temporárias e permanentes**. v. 40, 2013. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_\[anual\]/2013/pam2013.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_[anual]/2013/pam2013.pdf). Acesso em: 18/06/2017.

JACOBO-VELAZQUEZ, D. A.; MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ G. B.; DEL C RODRÍGUEZ, S.; CAO, C. M.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Plants as biofactories: physiological role of reactive oxygen species on the accumulation of phenolic antioxidants in carrot tissue under wounding and hyperoxia stress. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Texas, v. 59, p. 6583–6593, 2011.

KITTEMANN, D.; NEUWALD, D. A.; STREIF, J. Influence of calcium on fruit firmness and cell wall degrading enzyme activity in 'elstar' apples during storage. **Acta Horticulturae, Germany**, v. 877, p. 1037-1043, 2010.

KLUGE, R. A.; PICOLI, A. A.; AGUILA, J. S. Respiração e produção de etileno em beterrabas inteiras e minimamente processadas submetidas a tratamentos com etileno e biorreguladores. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 54-57, 2010

KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobirulin fungicide F500 on plants. In: DEHNE et al. eds. **Modern Fungicides and Antifungal Compounds III**. AgroConcept GmbH, Bonn, 2002, S61-74.

MELO, P. C. T de.; VILELA, N. J. **Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças**. Palestra apresentada pelo 1º autor na 13ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Hortaliças / MAPA Brasília, DF - 2/1/2007.

NOLÊTO, D. C. S.; SILVA, C.R. P.; COSTA, C. L. S.; UCHOA, V. T. Caracterização físico-química de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) comum e biofortificada. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 13, n. 1, p. 59-68, 2015.

OKE, M. O.; WORKNEH, T. S. A review on sweet potato postharvest processing and preservation technology. **African Journal of Agricultural Research**. Kwazulu Natal, v. 8, n. 40, p. 4990-5003, 2013.

PANKOMERA, P. **Effects of postharvest treatments on sweetpotato (*Ipomoea batatas*) storage quality**. 2015. 235 p. Tese (Doutorado em Fisiologia). Food Technology at Massey University, New Zealand, 2015.

PICOLI, A. A.; FARIA, D. B.; JOMORI, M. L. L.; KLUGE, R. A. Avaliação de biorreguladores no metabolismo secundário de beterrabas inteiras e minimamente processadas. **Biblioteca Digital da Produção Intelectual - BDPI**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 983-988, 2010.

RINALDI, M. M.; Perdas pós-colheita devem ser consideradas. **A Lavoura**, p. 15-17, 2011.

SANCHES, J.; CIA, P.; ANTONIALI, S.; FILHO, J. A. A. de.; ROSSI, F. Comportamento pós-colheita de batatas armazenadas sob condições ambiente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p.1823-1829, 2009.

SANCHES, J.; CIA, P.; TAGLIACOZZO, G. M. D.; TIVELLI, S. W.; PURQUERIO, L. F. V. Estudo comparativo de oito cultivares de beterraba mantidas sob condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p.43-47, 2008.

SILVA, R. R.; BENIN, G. Análises Biplot: conceitos, interpretações e aplicações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1404-1412, 2012.

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

TAN, S. L. Sweet potato Ipomoea batatas a great health food. **Utar Agriculture Science Journal**, v. 1, n. 3, p. 14-28, 2015.

TOMLINS, K. I.; NDUNGURU, G.T.; RWIZA, E.; WESTBY, J. Influence of pre-harvest curing and mechanical injury on the quality and shelf-life of sweet potato (Ipomoea batatas (L.) Lam) in East Africa. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. v. 77, p. 399-403, 2015.

YAMAMOTO, E. L. M.; FERREIRA, R. M. de. A.; FERNANDES, P. L. de. O.; ALBUQUERQUE, L. B.; ALVES, E. O. Função do cálcio na degradação da parede celular vegetal de frutos. **Revista Verde de Agroecologia Sustentável**. Mossoró, v. 6, n. 2, p. 49-55, 2011.