



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

CARLA SABRINA PEREIRA DE ARAÚJO

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BATATA-DOCE (*Ipomoea batatas* L.)  
CULTIVADA SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

MOSSORÓ

2018

CARLA SABRINA PEREIRA DE ARAÚJO

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BATATA-DOCE (*Ipomoea batatas* L.)  
CULTIVADA SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Bioquímica, Fisiologia e Tecnologia pós-colheita.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Edna Maria Mendes Aroucha.

Co-orientador: Prof. Dr. José Francismar de Medeiros

MOSSORÓ

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A658c ARAÚJO, Carla Sabrina Pereira de .  
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BATATA-DOCE  
(Ipomoea batatas L.) CULTIVADA SOB DIFERENTES  
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO / Carla Sabrina Pereira de  
ARAÚJO. - 2018.  
48 f. : il.

Orientadora: Edna Maria Mendes AROUCHA.  
Coorientador: José Francismar de MEDEIROS.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Fitotecnia, 2018.

1. Armazenamento pós-colheita. 2.  
Convolvulaceae. 3. Raízes tuberosas. I. AROUCHA,  
Edna Maria Mendes, orient. II. MEDEIROS, José  
Francismar de, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

CARLA SÁBRINA PEREIRA DE ARAÚJO

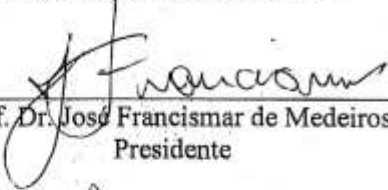
**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BATATA-DOCE (*Ipomoea batatas* L.)  
CULTIVADA SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

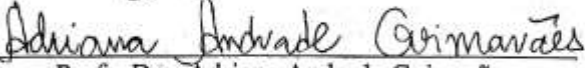
Dissertação apresentada ao Mestrado  
em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação  
em Fitotecnia da Universidade Federal Rural  
do Semiárido como requisito para obtenção do  
título de Mestre em Fitotecnia

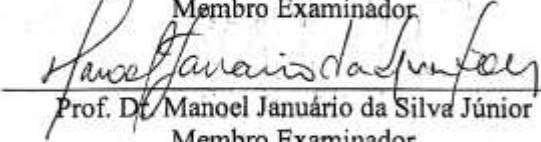
Linha de Pesquisa: Bioquímica, Fisiologia e  
Tecnologia pós-colheita.

Defendida em: 22 / Fevereiro / 2018.

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Francismar de Medeiros  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Adriana Andrade Guimarães  
Membro Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Júnior  
Membro Examinador

Dedico esse trabalho a Raimundo Francisco da Silva (em memória), meu Avô, que me criou como um pai, me ensinou a ser honesta, e que fez de tudo, não medindo esforços para que eu fosse muito feliz durante seu tempo na terra.

Dedico também a Francisca das Chagas Sobrinha, minha Mãe, uma mulher batalhadora que me criou juntamente com minha irmã, com toda a dificuldade de uma mulher viúva, trabalhou toda sua vida, até hoje, não deixando faltar nada, nem carinho, nem comida na mesa, nem estudo para seus filhos. Te amo, Mainha.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças, sabedoria e paciência nas horas em que mais precisei, acalmando meu coração e não deixando que eu desistisse nas horas mais difíceis.

À minha querida e amada mãe, Francisca das Chagas Pereira de Araújo, pelo amor incondicional, sempre ter acreditado em mim, que sempre em todos os dias me deu total apoio e forças pra continuar na batalha.

Ao meu irmão, Caio Sergio Pereira de Araújo, que eu amo muito e que, apesar de alguns desentendimentos de irmãos, me ajudou bastante, me dando incentivo e forças, não deixando me abater pelas dificuldades.

À Universidade Federal Rural do Semi-árido- UFERSA, por todo o conhecimento obtido nesses dois anos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão da bolsa.

Agradeço à minha orientadora Prof. Dr<sup>a</sup>. Edna Maria Mendes Aroucha, que me deu total apoio, não medindo esforços para que esse trabalho se desenvolvesse da melhor maneira possível, se dedicando a solucionar imprevistos, os quais iam aparecendo ao longo da pesquisa.

Ao professor José Francismar de Medeiros, meu co-orientador, pelos ensinamentos e orientação na condução deste trabalho.

A meus amigos da pós-graduação que sempre me estenderam as mãos quando precisei, me ajudando em todas as etapas desse trabalho, dando auxílio para que eu pudesse realizar esse trabalho, que estiveram presentes durante esses dois anos, me dando dicas e conselhos que levo para minha vida. A Vitor Abel da Silva Lino, Tatiane Severo Silva, Marlenildo Ferreira Melo, Eleonora Barbosa Santiago da Costa e Thaisy Gardênia Gurgel de Freitas, meus sinceros agradecimentos.

Ao técnico de laboratório José Gustavo Lima de Almeida, que me deu todo o suporte necessário nas realizações das análises e preparação de reagentes, o meu muito obrigada.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a construção deste trabalho, que aqui não estão citados, mas que jamais serão esquecidos.

MUITO OBRIGADA!

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Matéria seca das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.....	24
<b>Figura 2</b> - Firmeza das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.....	26
<b>Figura 3</b> - Perda de massa das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.....	25
<b>Figura 4</b> - Coloração das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.....	28
<b>Figura 5</b> - Valores de pH das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.....	30
<b>Figura 6</b> - Teor de sólidos solúveis das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.....	31
<b>Figura 7</b> - Acidez titulável das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.....	32
<b>Figura 8</b> - Relação SS/AT das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.....	34
<b>Figura 9</b> - Açúcares Solúveis das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.....	35
<b>Figura 10</b> - Açúcares redutores das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.....	36
<b>Figura 11</b> - Fenólicos Totais das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.....	37
<b>Figura 12</b> - Teor de amido das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.....	39

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Temperaturas máxima, média e mínima e umidade relativa do ar no município de Russas- CE, de outubro de 2016 a fevereiro de 2017. UFERSA, Mossoró, 2017.....19

Tabela 2– Valores de F calculado na análise de variância das características físicas das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento pós-colheita. UFERSA, Mossoró-RN 2017. ....23

Tabela 3 - Valores de F calculados na análise de variância das características químicas das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento pós-colheita. UFERSA, Mossoró-RN 2017. ....29



## SUMÁRIO

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
<b>Importância Econômica .....</b>	<b>14</b>
<b>Produção.....</b>	<b>14</b>
<b>Necessidades Hídricas .....</b>	<b>15</b>
<b>Fatores Pré-colheita.....</b>	<b>17</b>
<b>Qualidade e Conservação.....</b>	<b>17</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Características Físicas.....</b>	<b>23</b>
4.1.1 Matéria seca (MS) .....	23
4.1.2 Perda de massa (PM) .....	24
4.1.3 Firmeza da raiz .....	25
4.1.4 Coloração de casca .....	26
<b>4.2 Características Químicas .....</b>	<b>29</b>
4.2.1 pH .....	29
4.2.2 Sólidos solúveis (SS).....	30
4.2.3 Acidez titulável (AT).....	32
4.2.4 Relação SS/AT .....	33
4.2.5 Açúcares solúveis totais (AST) .....	35
4.2.6 Açúcares redutores (AR) .....	36
4.2.7 Fenólicos totais .....	37
4.2.8 Teor de amido.....	38
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>

## CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BATATA-DOCE (*Ipomoea batatas* L.) CULTIVADA SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

### RESUMO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é a sexta hortaliça mais consumida no mundo. A qualidade das raízes pode ser influenciada pelos fatores que antecedem a colheita, e por fatores pós-colheita. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a conservação pós-colheita de batata-doce roxa cultivada sob diferentes lâminas de irrigação. Para isso, um experimento foi implantado na Fazenda Frutacor, localizada no município de Russas, situado a 165 km da capital Fortaleza, Ceará (04°56'25" S e 37°58'33" L; 20 m de altitude). As plantas foram cultivadas sob três regimes de irrigação (80%, 100% e 120% da ETC) e, após 165 dias, as raízes foram colhidas, higienizadas e armazenadas em câmara fria (60 dias; 20±2°C; 80% U.R.). A cada 15 dias durante o armazenamento (0, 15, 30, 45 e 60 dias após a colheita), foram avaliados: firmeza, coloração da casca (L, °H, c\*), matéria seca, perda de massa, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), açúcares solúveis totais, açúcares redutores, amido e fenólicos totais. Foi utilizado delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas, tendo as lâminas nas parcelas e os tempos de armazenamento na sub-parcela. Verificou-se efeito dos fatores lâminas de irrigação e dos períodos de armazenamento para fenólicos totais, teor de amido e açúcares solúveis totais. Os açúcares solúveis totais obtiveram maiores médias na lâmina de 80%; para açúcares redutores, a maior média foi na lâmina de 100%. Aos 60 dias de armazenamento, a relação SS/AT, a firmeza, o ângulo Hue e o teor de amido das raízes apresentaram maiores valores do que na ocasião da colheita. Para açúcares solúveis, houve efeito contrário. A perda de massa, os sólidos solúveis e a acidez titulável aumentaram apenas até o 15º dia de armazenamento, quando decresceram até o final do período. O armazenamento não alterou a luminosidade e o croma, a matéria seca, o pH e o conteúdo de açúcares redutores, reduzindo, porém, a firmeza, o ângulo Hue e o teor de amido, além de aumentar a relação SS/AT. Os resultados demonstraram que a qualidade das raízes de batata-doce é influenciada pelo armazenamento pós-colheita e pela oferta de água às plantas durante o cultivo.

**Palavras-chave:** Armazenamento pós-colheita. *Convolvulaceae*. Raízes tuberosas.

**POST-HARVEST CONSERVATION OF SWEET POTATO (*Ipomoea potatoes* L.)  
CULTIVATED UNDER DIFFERENT IRRIGATION REGIME**

**ABSTRACT**

Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) is the sixth most consumed vegetable in the world. Root quality can be influenced by the factors that precede the harvest, and by post-harvest factors. Thus, the objective of this work was to evaluate the post-harvest conservation of sweet potatoes cultivated under different irrigation regimes. For this, an experiment was carried out at Frutacor farm, located in the municipality of Russas, located 165 km from Fortaleza, Ceará (04°56'25" S and 37°58'33" W, 20 m altitude). The plants were cultivated under three irrigation regimes (80%, 100% and 120% ETc) and after 165 days, the roots were harvested, sanitized and stored in cold room (60 days, 20 ± 2 ° C, 80% RH). Each 15 days (0, 15, 30, 45 and 60 days after harvest), we evaluated: firmness, peel color (L, ° H, c \*), dry matter, weight loss, pH, soluble solids, ratio, reducing sugars, starch and total phenolics. A randomized complete block design was used, with four replications, in a split plot design (regime in plots and storage times in subplot). Total phenolics, starch content and total soluble sugars were altered by both irrigation regimes and storage time. Total soluble sugars were higher in 80%; reducing sugars were higher in 100%. At the end of the storage, ratio, firmness, °Hue and starch content were higher, and soluble solids were smaller than at the harvest time. Weight loss, soluble solids and titratable acidity increased up to 15th day, and decreased until the end of the storage. The storage did not alter brightness and chroma, dry matter, pH and reducing sugars content. However, firmness, °Hue and the starch content decreased, and ratio increased, during the storage. The results showed that quality of sweet potato is influenced by the post-harvest storage and the supply of water applied to the plants during cultivation.

**Keywords:** Post-harvest storage. *Convolvulaceae*. Tubers.

## 1 INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é a sexta hortaliça mais importante no mundo apresenta raiz tuberosa e pertence à família *convolvulacea* (HUSSEIN et al., 2014). É considerada rústica, de fácil manutenção, de boa resistência à seca e de ampla adaptação e, embora perene, é cultivada como anual (ANTONIO et al., 2011). A cultura é originária da América Central, mas cultivada nos trópicos e nas regiões temperadas do planeta (SOARES et al., 2014). É uma cultura de fácil adaptabilidade a climas tropicais, com poucos requisitos necessários ao seu crescimento.

A produção mundial de batata-doce é de 106,6 milhões de toneladas, 67% cultivados na China (FAO, 2015). Na América do Sul, o Brasil é o principal produtor. Em 2016, foram produzidos 669.454 toneladas de batata-doce em uma área de 49.554 ha, principalmente na Região Sul do país, com quase 250 mil toneladas. O Estado de Sergipe (35.086 t) é o maior produtor da região Nordeste, seguido por Ceará (28.605 t), Paraíba (28.065 t) e Rio Grande do Norte (24.511 t) (IBGE, 2016).

As raízes de batata-doce são fonte de energia, sais minerais e vitaminas (OLIVEIRA et al., 2008). Apresentam maior teor de matéria seca, carboidratos, lipídios, cálcio e fibras que a batata inglesa (*Solanum tuberosum*) e mais carboidratos e lipídios do que o inhame (CNPQ, 2007). O baixo índice glicêmico e a presença de compostos bioativos despertam interesse como alimento benéfico à saúde (OLIVEIRA et al., 2008).

Fatores pré-colheita podem afetar várias características de qualidade na ocasião da colheita. As condições edafoclimáticas do local de cultivo, da época de plantio, da qualidade das estacas utilizadas e do tempo de permanência da cultura no campo, constituintes genéticos das cultivares e fatores como a temperatura, fotoperíodo e radiação solar incidente afetam diretamente o crescimento, desenvolvimento e tamanho das raízes e, conseqüentemente, o rendimento das cultivares (ERPEN et al., 2013).

A batata-doce exige mais água no início do crescimento das ramas plantadas e na fase de formação das raízes, mas próximo da época da colheita a irrigação deve ser mais escassa, pois o excesso de água prejudica o sabor do produto e sua conservação pós-colheita, bem como aumenta a incidência de podridões (SOUSA, 2001).

Assim, o decréscimo de disponibilidade dos recursos hídricos para a agricultura e os altos custos de energia (SILVA et al., 2008) são preocupação mundial constante, tornando indispensável a adoção de estratégias de manejo que possibilitem economia de água sem prejuízos de produtividade das culturas que demandam irrigação. Uma boa estratégia de

manejo da irrigação é fundamental para economizar água sem, no entanto, por em risco o rendimento das culturas (SILVA et al., 2008). Sabe-se que o nível de água para as plantas influencia não somente o desenvolvimento da planta, como também características como tamanho, diâmetro, firmeza e sólidos solúveis dos produtos (QUEIROGA et al., 2007). A água é requerida para a divisão e expansão celulares (TAIZ; ZEIGER, 2003). Entretanto, em resposta ao estresse hídrico, as plantas vasculares inibem a expansão celular, reduzindo o crescimento. Dessa forma, reduzem suas taxas de transpiração e evitam danos metabólicos e celulares causados por baixos potenciais hídricos (COMINELLI et al., 2008).

Por outro lado, há consumidores exigentes por alimentos com elevada qualidade. Os atributos de qualidade da batata-doce, na ocasião da colheita, sendo ótimos podem ser mantidos por maior tempo com o uso de tecnologia adequada. Sabendo-se que a qualidade sofre influência de fatores pré e pós-colheita, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade de raízes de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) cultivadas em diferentes lâminas de irrigação e armazenadas em diferentes tempos pós-colheita.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### Importância Econômica

A batata-doce é considerada uma das culturas de maior importância econômica e social para a humanidade. É um alimento altamente energético, rico em carboidratos (superior a 30% em média em peso da matéria fresca) e fonte de vitaminas, principalmente B e C. Além disso, as cultivares de polpa amarela apresentam elevados teores de  $\beta$ -caroteno, precursor da vitamina A, de grande importância nutricional e industrial (FOLQUER, 1978).

Devido à demanda dos consumidores por alimentos de alta qualidade, as batatas podem representar um produto interessante para produtos de corte fresco. O genótipo é um dos fatores de pré-colheita e o primeiro a ser avaliado para selecionar as cultivares a serem processadas como produtos frescos. Uma vez que as cultivares variam em sua composição genética, produtos frescos variam em atributos como tamanho, cor, sabor, textura, nutrição, resistência a pragas, capacidade de processamento, qualidade (SOUSA et al., 1999b). As hortaliças são muito perecíveis e continuam o metabolismo respiratório após a colheita (FONSECA et al., 2000). Temperaturas de armazenagem entre 5 e 15° C ocasionam injúrias por frio e escurecimento enzimático interno e externo em muitas espécies tropicais e subtropicais (FERNÁNDEZ-TRUJILIO et al., 1998).

A temperatura e umidade relativa são importantes fatores que devem ser controlados para manutenção da qualidade, tais como aparência, textura, valor nutricional e *flavor* durante a armazenagem (PAULL, 1999; LEE e KADER, 2000). Assim, recomenda-se armazenar hortaliças em temperaturas mínimas que condicionem máxima conservação pós-colheita. Segundo Paull (1999), 90% dos produtos que deveriam ser armazenados à temperatura de 4° C ou menos são armazenados acima da faixa recomendada.

### Produção

No ano de 2014, China continuou o maior produtor mundial de batata-doce, com 1.928.954 toneladas anuais (FAOSTAT, 2017), ao passo que o Brasil é o 18° maior produtor mundial de batata-doce, com uma produção anual em 2014 de 525.814 t, obtida em uma área plantada de 39.705 ha (FAO, 2016).

O Nordeste apresenta a maior área plantada (19.194 ha), rendimento médio de 8,78 t/ha e representa 47,85% da produção nacional, obtida em uma área plantada de 16.560 ha. A batata-doce é considerada uma cultura rústica, pois cresce em solos pobres e degradados

(SILVA 2009), em solos arenosos que facilitam o crescimento lateral das raízes, evitando a formação de batatas tortas ou dobradas, além de facilitar a colheita, permitindo o arranquio dessas com menor índice de danos e menor esforço físico (SILVA et al., 2003; SILVA, 2008). Ela também produz melhor em clima quente, com temperaturas noturnas e diurnas superiores a 20°C e alta luminosidade (SOUZA, 2001).

### Necessidades Hídricas

O efeito da irrigação, tanto em frutas como em hortaliças, tem sido extensivamente estudado quanto ao crescimento vegetativo e rendimento. De modo geral, o estresse hídrico na planta pode ter efeito nocivo na aparência externa e suculência dos tecidos maduros, podendo também reduzir tanto o peso fresco quanto o volume do produto (QUEIROGA et al., 2007).

A água no solo tem sido o principal fator limitante da produtividade das diversas culturas. Quando a água da chuva se torna insuficiente para o ciclo completo da cultura, pode afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas e, portanto, o rendimento e a qualidade do produto. Copyright © Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT produto.

O manejo da água deve ser adequado para cada espécie vegetal, dependendo das partes da planta a serem colhidas. Além disso, o excesso de água no solo prejudica a aeração na camada da zona radicular, levando ao decréscimo da produção. A eficiência na absorção de nutrientes pelas plantas pode ser afetada pelo manejo incorreto na irrigação, reduzindo a qualidade do produto (ENGLISH et al., 1990).

A irrigação é a técnica que permite o fornecimento de água ao solo quando sua umidade se reduz, evitando-se que as culturas tenham suas produções afetadas. Sua utilização possibilita incrementos consideráveis na produção, mesmo onde a deficiência de água não é facilmente visualizada. Para o sucesso de uma agricultura irrigada, é necessário o emprego de técnicas racionais de manejo de irrigação, aliadas a parâmetros econômicos que permitam a maximização dos lucros na atividade agrícola (FABEIRO et al., 2001). A fotossíntese das plantas é limitada pela restrição da abertura estomática, em condição de déficit hídrico (YORDANOV et al., 2003). Esse processo fisiológico vital para as plantas é então comprometido em condição de baixa disponibilidade de água, ocasionando decréscimos na produção de carboidratos que posteriormente seriam armazenados (SINGELS et al., 2005).

A cultura deve ser implantada em locais com pluviosidade anual média de 750 a 1000 mm, sendo que cerca de 500 mm são necessários durante a fase de crescimento (SILVA et al., 2008). Quando o plantio é realizado na época das chuvas, é quase desnecessário fazer

irrigações. Estas devem ser feitas apenas em caso de veranico prolongado e no cultivo realizado na época da seca. O sistema indicado é a aspersão.

A eficiência do uso da água (EUA) relaciona a produção de biomassa ou produção comercial pela quantidade de água aplicada ou evapotranspiração. Em agricultura irrigada, a elevação e a determinação dos níveis desta eficiência são bastante complexas e requerem conhecimentos e considerações interdisciplinares; todavia, Camargo Filho (2001) menciona que existem meios para se elevar os valores da eficiência do uso da água, destacando-se o manejo adequado de irrigação. Assim, as pesquisas procuram objetivar altos valores da EUA, mantendo-se altas produtividades (BORÉM; FREIRE, 2014).

O processo mais afetado pelo déficit hídrico é o crescimento celular. Devido à perda de água das plantas para a atmosfera, as plantas dificilmente apresentam total hidratação. Elas sofrem com déficit hídrico que levam à inibição do crescimento e do desenvolvimento vegetal. Os estresses mais severos causam a inibição da síntese de proteína e de parede celular, inibição da divisão celular, acumulação de solutos, fechamento estomático e a inibição da fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2003).

A água é importante para a vida das plantas porque constitui a matriz e o meio onde ocorrem os processos bioquímicos, a estrutura e as propriedades das proteínas das membranas e dos ácidos nucleicos (TAIZ; ZEIGER, 2003).

O teor de água, na maioria dos produtos hortícolas, varia entre 80 e 95%. Quanto maior for a diferença de pressão de vapor entre o produto e a atmosfera externa, maior será a perda de água. Perdas de umidade entre 5 e 10% são suficientes para reduzir a qualidade da maioria dos produtos hortícolas (CHITARRA, 2005).

O estresse hídrico é induzido quando a umidade relativa do ar que circunda o produto torna-se inferior à umidade relativa ótima requerida por ele e, neste caso, há estímulo da atividade respiratória. Entretanto, quando a taxa de perda d'água excede cerca de 5%, a taxa de respiração pode ser reduzida, mas, ao mesmo tempo, o produto pode apresentar sinais visíveis de murchamento (CHITARRA, 2005).

A água é o principal componente das plantas de batata, compondo de 90% a 95% dos tecidos verdes e de 75% a 85% dos tubérculos, sendo necessários entre 80 l e 150 l de água para produzir um quilograma de tubérculos (MAROUELLI; BRAGA; GUIMARÃES, 2013).

A batata é considerada uma cultura exigente em água, sendo altamente sensível ao estresse hídrico, caracterizado pela falta ou excesso de água. Depende de suprimento adequado de água durante todos os estádios de desenvolvimento da planta, existindo correlação direta entre disponibilidade de água no solo para as plantas e a produtividade de



tubérculos. Porém, as exigências hídricas de cada estágio de desenvolvimento são distintas, o que torna o conhecimento dos padrões de crescimento da planta de batata fator importante para a adoção das práticas de irrigação (MAROUELLI; BRAGA; GUIMARÃES, 2013).

A demanda de água durante o período inicial de desenvolvimento da cultura da batata é pequena, pois a água é necessária apenas à emergência das hastes e crescimento inicial das plântulas. A demanda aumenta sensivelmente a partir do início da tuberização, quando a matéria seca produzida pela fotossíntese passa a ser direcionada quase totalmente para promover o crescimento dos tubérculos (MAROUELLI; BRAGA; GUIMARÃES, 2013).

#### Fatores Pré-colheita

Devido à demanda dos consumidores por alimentos de alta qualidade, as batatas podem representar um produto interessante para produtos de corte fresco. A qualidade de um produto fresco é geralmente afetada por fatores de pré-colheita e pós-colheita, incluindo o processamento (CHITARRA, 2005).

Uma vez que os cultivares variam em sua composição genética, produtos frescos variam em atributos como tamanho, cor, sabor, textura, nutrição, resistência a pragas, capacidade de processamento, qualidade (CHITARRA, 2005).

O desenvolvimento das plantas e frutos é determinado por fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam a produtividade e a qualidade dos frutos na ocasião da colheita e sua armazenabilidade (CHITARRA, 2005). O crescimento e desenvolvimento das culturas são determinados pela interação de fatores genéticos e ambientais. A quantificação dos fatores ambientais que afetam estes dois processos oportuniza a melhoria das técnicas aplicadas à produção. Os fatores intrínsecos são determinados pela seleção de sementes ou mudas certificadas, cultivares adaptadas, melhoramento genético e biologia molecular (CHITARRA, 2005).

#### Qualidade e Conservação

O desenvolvimento das plantas e frutos é determinado por fatores intrínsecos e extrínsecos que afetam a produtividade e a qualidade dos frutos na ocasião da colheita e sua armazenabilidade (CHITARRA, 2005). O crescimento e o desenvolvimento das culturas são determinados pela interação de fatores genéticos e ambientais. A quantificação dos fatores ambientais que afetam estes dois processos oportuniza a melhoria das técnicas aplicadas à produção. Os fatores intrínsecos são determinados pela seleção de sementes ou mudas

certificadas, cultivares adaptadas, melhoramento genético e biologia molecular (CHITARRA, 2005).

A colheita pode ser antecipada ou retardada, dependendo da oportunidade de comercialização. A antecipação geralmente corresponde a uma menor produtividade, devido à colheita de raízes de menor tamanho. A prorrogação do ciclo pode implicar maior dano por insetos porque permite maior número de ciclos das pragas, além de se formarem raízes grandes e frequentemente mais defeituosas (SILVA, LOPES e MAGALHÃES, 2008).

A qualidade dos produtos vegetais não é avaliada apenas por parâmetros de produtividade. Deve estar associada também à qualidade na ocasião da colheita e durante o tempo de armazenamento pós-colheita, haja vista que para a comercialização é necessário um tempo de vida útil de prateleira nas gôndolas do supermercado.

A exposição das raízes de batata-doce por tempo suficientemente grande a temperaturas inferiores a 10°C pode causar sintomas de injúria pelo frio. Estes sintomas são determinados por alterações bioquímicas e fisiológicas como: aumento na hidrólise do amido, aumento na degradação da sacarose, diminuição da semipermeabilidade das membranas, aumento na susceptibilidade a patógenos e supressão da capacidade de cicatrização (SOUZA et al., 2008; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A batata-doce é considerada uma cultura rústica, pois cresce em solos pobres e degradados (SILVA 2008), em solos arenosos que facilitam o crescimento lateral das raízes, evitando a formação de batatas tortas ou dobradas, além de facilitar a colheita, permitindo o seu arranquio com menor índice de danos e menor esforço físico (ARRUDA et al., 2003; SILVA, 2009). Produz melhor em clima quente, com temperaturas noturnas e diurnas superiores a 20°C e alta luminosidade (SILVA, 2008; SOUZA, 2001).

A propagação da batata-doce pode ser feita por meio de mudas, estacas, sementes botânicas, enraizamento de folhas destacadas ou cultura de tecido. Porém, as ramas constituem o meio de propagação mais recomendado para culturas comerciais por ser mais econômico (MIRANDA et al., 1984)

A qualidade dos produtos vegetais não é avaliada apenas por parâmetros de produtividade, mas deve ser associada à qualidade na ocasião da colheita e durante o tempo de armazenamento, haja vista que para a comercialização é necessário um tempo de vida útil de prateleira nas gôndolas do supermercado.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na empresa FrutaCor (04°56'25" S; 37°58'33" L; 20 m de altitude), localizada no município de Russas-CE, em solo classificado como Neossolo quartzarênico com formação do grupo Barreiras. As características climáticas da região durante o período do experimento estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Temperaturas máxima, média e mínima e umidade relativa do ar no município de Russas- CE, de outubro de 2016 a fevereiro de 2017. UFERSA, Mossoró, 2017.

Meses	Temperatura (°C)			Radiação Global Total (mj m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> )	Umidade Relativa (%)
	Máx.	Méd.	Min.		
Outubro/2016	36,8	29,0	22,3	1,70	56,0
Novembro/2016	36,8	29,2	22,9	1,65	57,7
Dezembro/2016	36,1	29,1	24,0	1,47	63,8
Janeiro/2017	36,7	29,4	24,3	1,48	62,4
Fevereiro/2017	35,6	28,9	24,0	1,56	68,9

Uma amostra do solo foi retirada da área experimental e submetida a análises químicas e físicas: N (0,0); P, K, Na (818,3; 20,8; 60,2 mg dm<sup>3</sup>); Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, H+Al, SB, t, CTC (4,6; 2,7; 0,0; 0,0; 7,6; 7,6; 7,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>); V, m, PST (100; 0,0, 3,0%); pH (7,4). A adubação de fundação e cobertura foi realizada seguindo as recomendações para o cultivo de batata-doce em regime de irrigação para produtividade esperada de 20 t ha<sup>-1</sup> (IPA, 2008).

As parcelas experimentais apresentaram 3,6 m de largura e 4,5 m de comprimento, compreendendo três camalhões espaçados entre si em 1,2 m, com 15 plantas, espaçadas em 0,30 m. Como área útil, foi considerada a fileira central, sendo descartada a planta de cada extremidade.

Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento formado por cabeçal de controle composto por injetor de fertilizantes tipo tanque de derivação (Pulmão), filtro, manômetro e válvulas e linhas de gotejadores espaçados de 0,3 m, com vazão média de 1,65 L h<sup>-1</sup> sendo utilizada uma linha de gotejadores por fileira de plantas.

As lâminas de irrigação foram determinadas diariamente em função da evapotranspiração da cultura diária, conforme Allen et al. (2006), com dados da estação meteorológica automática situada na cidade de Morada Nova. A partir da lâmina padrão, foram definidas as demais lâminas (L1, L2 e L3), correspondentes a 80, 100 e 120% em relação a ET<sub>c</sub>. Os volumes aplicados de água foram de 568, 684 e 801 mm ha<sup>-1</sup> até os 138 dias após plantio, sendo destes 104 mm em comum nos primeiros 15 dias, entre os 138 e 180 dias, com aporte de 397 mm em decorrência de chuvas. A Umidade do solo foi monitorada

por uma bateria de dois tensiômetros, um com 15 cm de profundidade e outro com 30 cm em cada lâmina de repetição em cada tratamento. A cultivar utilizada é de uma variedade local.

As raízes foram colhidas aos 165 dias após o plantio (DAP). Em seguida, foram transportadas para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UFERSA para a realização de análises pós-colheita. As raízes foram avaliadas em diferentes tempos de armazenamento, 0, 15, 30, 45 e 60 dias após a colheita, a 20°C e 80% U.R. Foram avaliados: firmeza (N), perda de massa (%), coloração (L, c, H°), sólidos solúveis – SS (°Brix), acidez titulável – AT (%), relação SS/AT, açúcares solúveis totais – AST (%), amido (%), fenólicos totais (%).

**Firmeza:** as raízes foram descascadas e duas leituras em locais aleatórios foram realizadas com um penetrômetro manual analógico da marca McCormick, modelo FT 327. Foi utilizada ponteira de 8 mm. Os resultados foram expressos em Newton (N).

**Perda de massa:** os pesos das raízes foram registrados em cada período de armazenamento, a partir da colheita até 60 dias. A perda de massa foi determinada pela diferença entre a massa no tempo inicial e a massa em cada período avaliado. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

**Matéria seca:** as raízes foram lavadas, cortadas em cubos, dispostas em bandejas de alumínio e pesadas. Em seguida, levadas à estufa com circulação forçada de ar a 70±5 °C por 72 h e pesadas novamente. O conteúdo de matéria seca foi determinado pela razão entre os pesos inicial e final, expressos em %:  $MS = (\text{peso final} / \text{peso inicial}) * 100$ .

**Coloração:** foi determinada por reflectometria, utilizando um colorímetro CR-10 (Konica Minolta®, Japão), calibrado em superfície de porcelana branca sob condições de iluminação. As leituras foram expressas em H°, L e C, que, segundo a CIE (Commission Internationale de L'Eclairage), definem a cor: L, que corresponde à luminosidade (brilho, clareza ou refletância; 0 = escuro/opaco e 100 = branco); C, o croma (saturação ou intensidade da cor; 0 = cor impura e 60 = cor pura); e °h, o ângulo Hue (tonalidade; 0° = vermelha; 90° = amarelo; 180° = verde; 270° = azul) (MINOLTA CORP., 2007). As medidas feitas tomando-se três pontos equidistantes, considerando a média das duas leituras.

**Sólidos solúveis:** as raízes foram processadas e coadas com o auxílio de uma centrífuga de frutas Philips Walita - Viva Collection RI1836 400 W, e duas gotas da amostra processada foram dispostas no leitor do refratômetro tipo Abbé. A leitura foi expressa em °Brix

**pH:** as raízes foram processadas e coadas com o auxílio de uma centrífuga de frutas Philips Walita - Viva Collection RI1836 400W, e uma alíquota da polpa foi utilizada para medição direta do potencial hidrogeniônico utilizando um medidor de pH (pHmetro TEC-3MP, Tecnal, São Paulo, Brasil).

**Acidez titulável:** foi de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985), determinada por titulação de uma alíquota de 10 g de polpa, em duplicata, à qual foram adicionados 40 mL de água destilada. Em seguida, procedeu-se à titulação com solução de NaOH a 0,01 N.

**Relação SS/AT:** determinada pela razão entre sólidos solúveis e acidez titulável.

**Açúcares solúveis totais e redutores:** foram determinados pelo método da Antrona, conforme Yemn e Willis (1954). Os resultados foram expressos em percentagem (%).

**Teor de Amido:** determinado conforme metodologia de Figueira (2009), com modificações. As amostras constaram de 1g de polpa, adicionado em balão volumétrico de 100 ml. Em cada balão, eram adicionados 3 ml da solução de cloreto de cálcio/ácido acético (solução 40% de cloreto de cálcio ajustada para pH 3,0 com solução de ácido acético 0,033 mol/l). Após a homogeneização, os balões fechados seguiram para o banho-maria com água em ebulição por 15 minutos. Após esse período, foram resfriados em água corrente até temperatura ambiente e adicionados 3 ml de solução de ácido acético 0,033 mol/l (na amostra) e 1,5 ml de água deionizada (branco) até completar o volume. Adicionaram-se, exceto no branco, 2 ml de solução de iodeto/iodato de potássio (composta por 10,0 ml de solução 10% de iodeto de potássio em 90 ml de água deionizada e 100 ml de solução de iodato de potássio 0,0017mol/l) e o volume foi completado com água deionizada. Após homogeneização, a absorvância das soluções foi medida a 700 nm no intervalo de 10 a 20 min após a adição de iodeto/iodato.

**Fenólicos totais:** teor de fenóis totais é determinado conforme método descrito por Singleton, Orthofer; Lamuela-Raventos (1999), utilizando-se o reagente Folin-Ciocalteu, com algumas adaptações. 5g da amostra foram colocados em Erlenmeyer, adicionado aproximadamente 40 ml de solvente metanol/água 20% e mantidos sob agitação em mesa agitadora orbital por 1h a 180 rpm. A solução foi filtrada em papel de filtro qualitativo e aferida em balão volumétrico de 50 ml. Dessa solução ( $0,02\text{g mL}^{-1}$ ), foi retirada uma alíquota de 0,5 ml e misturada com 2,5 ml do reagente Folin-Ciocalteu, após 5 minutos adicionando 2 ml de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $75\text{ g L}^{-1}$ ). Após duas horas, a absorvância foi medida em espectrofotômetro Gehaka modelo UV-340G com comprimento de onda de 760 nm contra um branco (metanol/água 20%). Para os cálculos de fenólicos totais, foi utilizada curva padrão de ácido gálico ( $20\text{ a }200\text{ mg L}^{-1}$ ), e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico (AG)  $100\text{g}^{-1}$  de amostra.

### **Análise estatística**

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. A parcela foi representada pelas três lâminas de irrigação (80, 100 e 120% da Etc) e a subparcela, pelos 5 tempos de armazenamento pós-colheita (0, 15, 30, 45 e 60 dias pós a colheita).

Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ). Quando houve interação significativa, os dados para lâminas e tempos de armazenamento foram ajustados em equações de regressão. As análises foram realizadas com o Sistema para Análise de Variância - SISVAR, v. 5.3 (FERREIRA, 2010).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características Físicas

Pelas análises de variância, estimadas pelo teste F, verificou-se efeito de armazenamento para perda de massa (PM), firmeza (FIR), croma (C\*), ângulo hue (°H). Não houve efeito de lâminas para nenhuma das características físicas. (Tabela 2).

**Tabela 2**– Valores de F calculado na análise de variância das características físicas das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento pós-colheita. UFERSA, Mossoró-RN 2017.

Fonte de variação	PM	FIR	MS	L	c*	°h
Bloco	1,78 <sup>ns</sup>	2,52 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	0,376 <sup>ns</sup>	1,51 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>
Lâmina	1,20 <sup>ns</sup>	2,10 <sup>ns</sup>	3,11 <sup>ns</sup>	0,633 <sup>ns</sup>	0,158 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>
Armazenamento	35,27*	2,72*	0,85 <sup>ns</sup>	2,095 <sup>ns</sup>	26,62**	13,86**
Lâm*Arm	0,61 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	1,86 <sup>ns</sup>	1,336 <sup>ns</sup>	1,23 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>
Cv1 (%)	39,53	1,01	7,37	16,35	9,96	20,17
Cv2 (%)	41,35	1,51	11,8	12,59	10,39	18,46

ns; \*, \*\* – não significativo, significativo a 1% e significativo a 5% de probabilidade de acordo com o teste F ( $p < 0,05$ ).

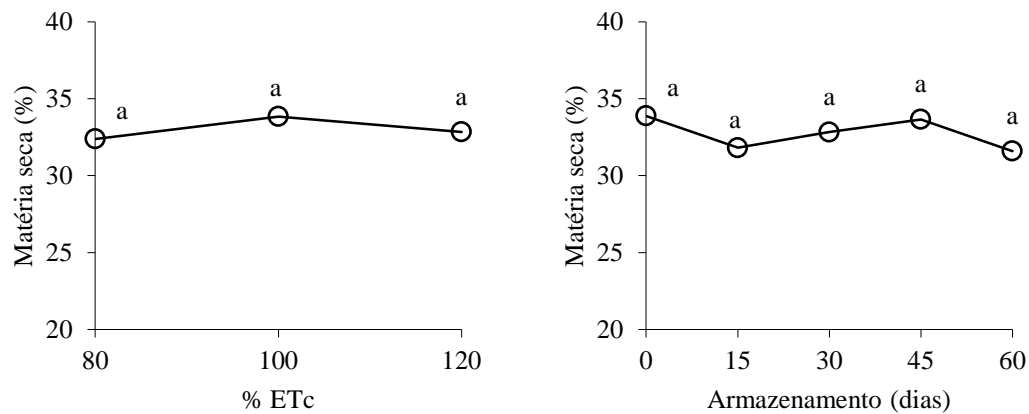
#### 4.1.1 Matéria seca (MS)

A porcentagem matéria seca das raízes não foi alterada pela quantidade de água aplicada na cultura, e não houve redução significativa durante o armazenamento (Figura 1 – A e B). A porcentagem de MS nas raízes foi em média 33%, independentemente da quantidade de água aplicada na cultura e do período de armazenamento pós-colheita.

Tendo em vista que a lâmina ótima para a cultura de batata na região semi-árida situa-se em 684 mm, correspondente à lâmina de 100% (L2), esperava-se que na lâmina inferior (80%) ou superior (120%) fosse ocasionar diferença na MS acumulada haja vista que a quantidade de água durante o plantio ocasiona mudança na matéria fresca da raiz tuberosa na batata-doce com o aumento da lâmina aplicada até um ponto em que, se aplicando mais água, a matéria fresca começa a decrescer (DELAZARI et al., 2017).

A

B



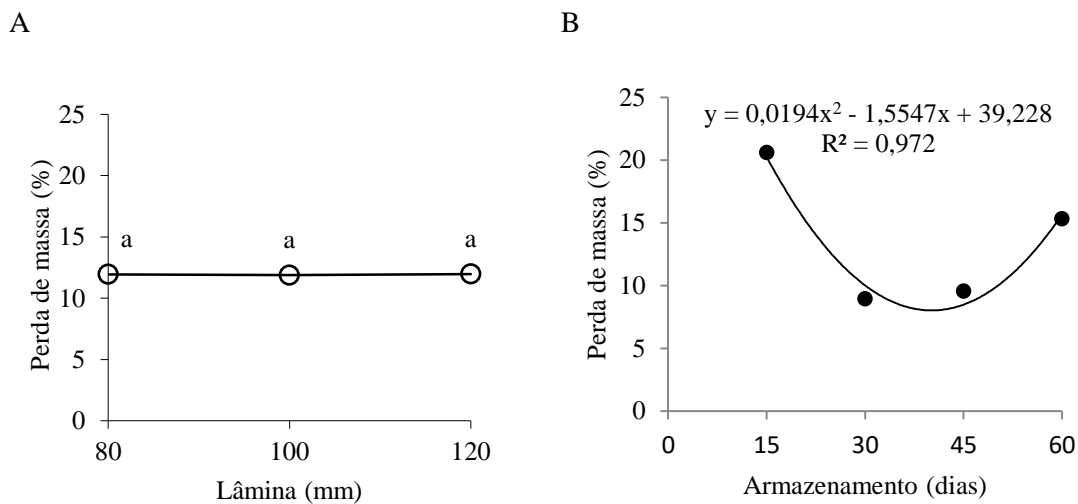
**Figura 1** - Matéria seca das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.

Da mesma forma, não foram detectadas diferenças na MS até 60 dias de armazenamento. Também, Liu et al. (2013) não detectaram diferenças no teor de MS de batatas até 60 dias de armazenamento, mas uma ligeira diminuição na MS foi detectada até 180 dias de armazenamento dependendo do genótipo. A MS detectada neste trabalho foi semelhante à encontrada na cultivar Amanda (MS= 34,5%) (DELAZARI et al., 2017). Todavia, foi superior aos detectados em batata-doce por Valadares Filho et al. (2002), cuja MS foi em torno de 29,0%.

#### 4.1.2 Perda de massa (PM)

A perda de massa das raízes de batatas-doces não foi influenciada pela lâmina de água (Figura 2 A). Todavia, houve diferença significativa de perda de massa com o tempo de armazenamento (Figura 2 B). A perda de massa aos 15 dias foi de 20,27%, considerada significativa em relação aos demais dias de armazenamento. Trata-se de um evento associado possivelmente ao período de cura, quando a epiderme ainda não exerce tanta resistência à perda de água. Não obstante, a partir de 15 dias a perda de massa seguiu reduzindo gradualmente entre os dias, chegando aos 60 dias com perda de massa de 15,31% (Figura 2 B).





**Figura 2** - Perda de massa das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.

Gouveia et al. (2014) relataram perda de massa de 8,99% a 10,41% em batata doce cv. Canadense armazenada em 14,4 – 23,7 °C e UR de 22,46% por 14 dias. Em tubérculos de batata inglesa, Ribeiro (2003) observou perda de massa de 51,30% aos 60 dias após a colheita. A perda de massa total pós-colheita dos produtos hortícolas é resultado do somatório da perda de água por transpiração e da matéria seca devido à atividade respiratória (FINGER e VIEIRA, 1997).

A perda de massa fresca pode ser tolerada até níveis que não promovam o murchamento, o enrugamento da superfície e a perda de firmeza, que depreciam o valor comercial do produto. O nível aceitável de perda varia com o tipo de produto: geralmente taxas entre 5 e 10% são suficientes para reduzir a qualidade da maioria dos produtos hortícolas (CHITARRA, 2005). A perda de massa observada nas batatas-doces foi influenciada pela baixa umidade relativa (22-46%) do ambiente de armazenamento. Porém, ao final de 60 dias de armazenamento as raízes não eram mais comercializáveis.

#### 4.1.3 Firmeza da raiz

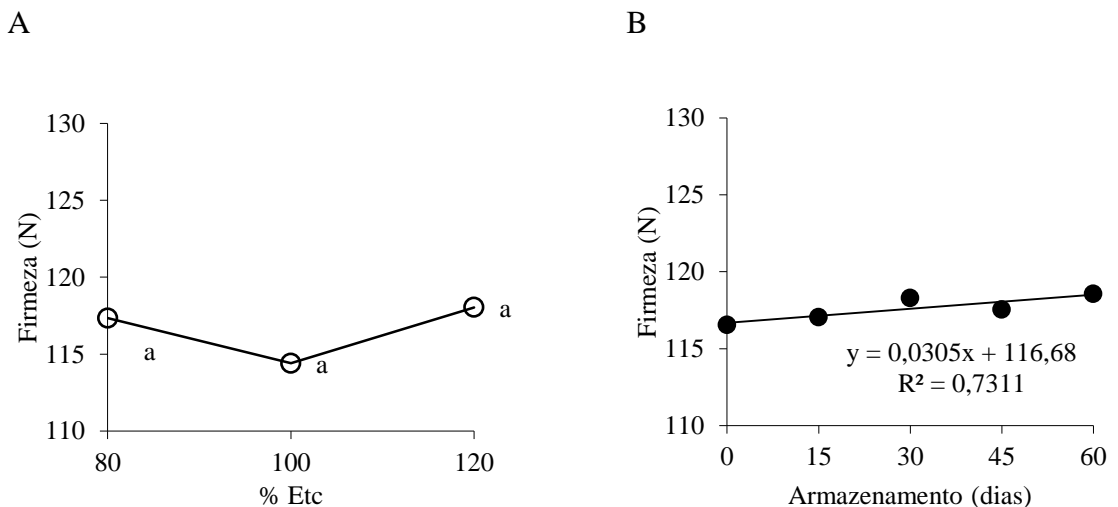
A quantidade de água aplicada na irrigação (80 a 120%) não influenciou significativamente a firmeza das raízes (Figura 3A). A firmeza dos tecidos não diferiu entre as lâminas de 80% e 120% (Figura 3 A).

Ao contrário deste resultado, foi verificado que a redução da quantidade de água no desenvolvimento ocasionou mudanças na firmeza de polpa com o acréscimo das lâminas de irrigação Franco et al. (2014).

A firmeza é um dos mais importantes atributos de qualidade. De acordo com Ahrens et al. (1990), esta é uma característica de conservação pós-colheita essencial durante o transporte e comercialização, também relacionada à capacidade de armazenamento ou “vida de prateleira”.

Albuquerque (2016) encontrou valores de firmeza em batata-doce de 110N, sendo esses valores próximos ao encontrados neste trabalho.

Por outro lado, observou-se aumento gradual nos valores da firmeza da raiz com o período de armazenamento (Figura 3 B). Isto se deve em parte à perda de água das raízes durante o armazenamento. Observa-se uma variação de 116,68 N no tempo zero e de 118,51 N aos 60 dias de armazenamento. Isto indica que o armazenamento não alterou a estabilidade dos tecidos das raízes, assim sendo a batata perde água durante a respiração fazendo com que seus tecidos se tornem mais firmes.



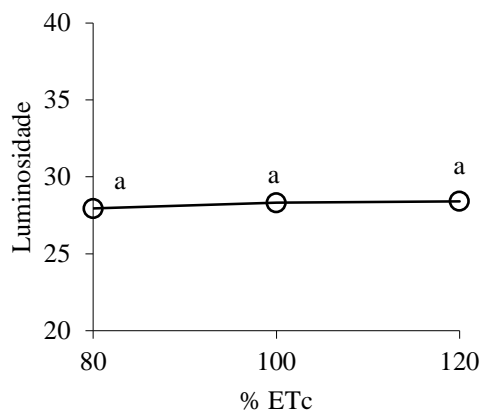
**Figura 3-** Firmeza das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.

#### 4.1.4 Coloração de casca

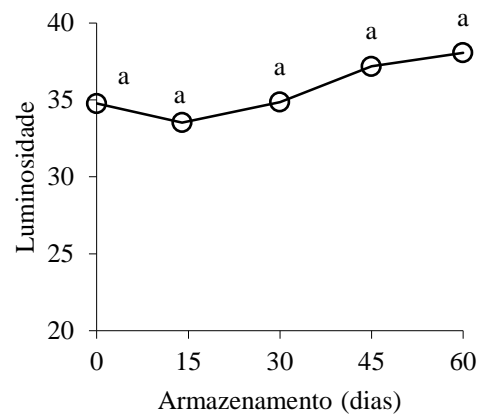
A variável, luminosidade (L) da casca das raízes de batata-doce não apresentou diferença mínima significativa para lâmina de irrigação cultivada e tempos de armazenamento (Figura 4 - A e B).

Os valores médios de luminosidade variaram entre 36,35 a 34,49 para as lâminas de irrigação utilizadas. A luminosidade (coordenada L) da casca ou brilho pode variar do zero (preto) a 100 (branco) Por outro lado, no tempo zero o valor médio de luminosidade foi de 34,77 e alcançou 38,07 aos 60 dias, indicando uma passagem de uma coloração mais escura para mais clara. Aina et al. (2009) observaram valores de luminosidade de 15,6 em batata doce de casca avermelhada (cultivar *Agriculture*).

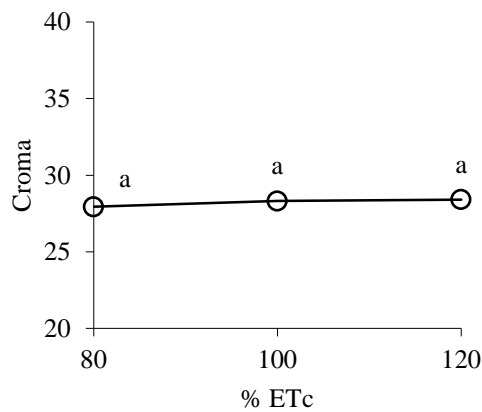
A



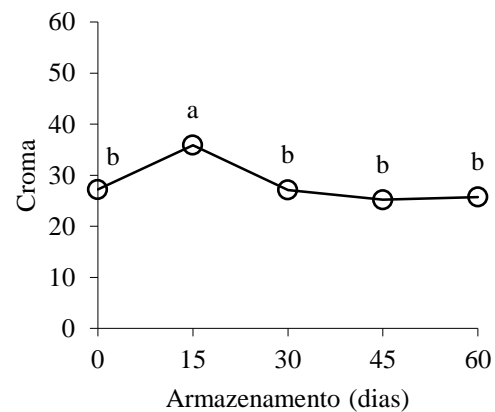
B



C

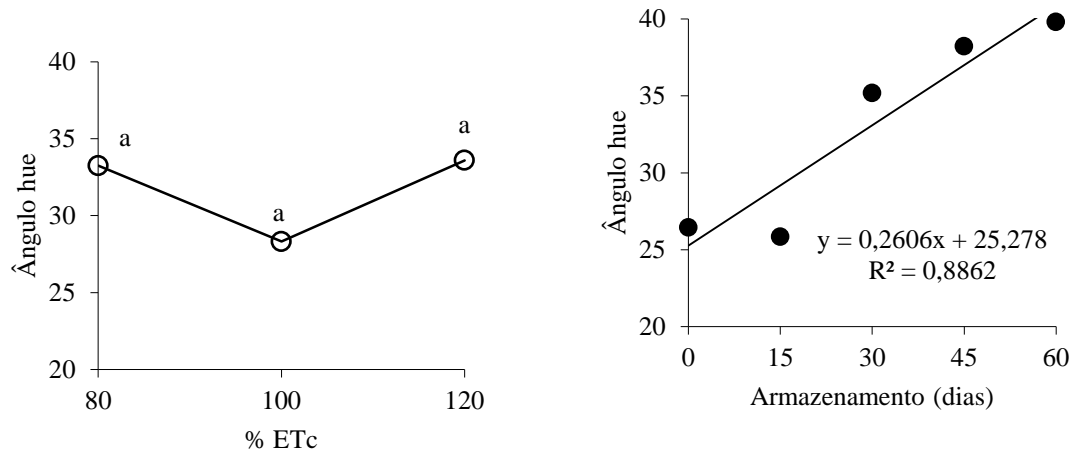


D



E

F



**Figura 4-** Coloração das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.

Para a cromaticidade ( $c^*$ ) da casca das raízes de batata-doce, não foi verificado efeito de lâmina de irrigação (Figura 4 D). Os valores médios variaram de 27,94 a 28,41. O croma (coordenada  $c^*$ ) é toda a gama de cores representativa do universo, sendo que quanto maior valor, mais vívida ou mais forte é a cor (MINOLTA CORP, 2007). Não obstante, houve influência do tempo de armazenamento sobre esta característica (Figura 4 D). Verificou-se aumento significativo dos valores de  $c^*$  da casca das batatas aos 15 dias de armazenamento ( $c^*=35,88$ ) em relação aos demais períodos de armazenamento. Exceto aos 15 dias, os demais períodos de tempo não apresentaram valores diferentes significativamente do tempo zero, cujo valor médio foi de 28,22. Tal comportamento pode estar associado ao brusco aumento de perda de massa ocorrido aos 15 dias de armazenamento. A perda de massa pode ter favorecido o fechamento da coloração da casca.

Em batata-doce, a coloração das raízes tuberosas é uma das características com grande importância para os programas de melhoramento genético (RESENDE 2000). Está relacionada às suas propriedades nutricionais e sensoriais. Batatas-doces são mais secas à medida que a cor da sua polpa realça (WOOLFE, 1992).

Para o ângulo hue da casca das raízes de batata-doce não foi verificado efeito de lâmina de irrigação (Figura 4 E). O valor médio de ângulo hue variou de 33,09, isto indica uma cor vermelha. O ângulo hue é um parâmetro frequentemente usado para caracterizar a cor nos produtos alimentares (MEDEIROS et al., 2003). Trata-se de um parâmetro que indica a tonalidade da cor do fruto.

Por outro lado, verifica-se diferença significativa dos valores de  $^{\circ}$ Hue com o tempo de armazenamento (Figura 4 F). Houve um acréscimo linear no valor do  $^{\circ}$ Hue com o tempo de armazenamento das raízes. No tempo zero, o valor de  $^{\circ}$ Hue foi de 25,28 e alcançou 40,91 aos

60 dias, indicando uma passagem da cor vermelho em direção à coloração amarela. Também, AINA et al., (2009), verificaram variação do ângulo hue da casca dos tubérculos de batata-doce de 11,9 a 75,5. A possível explicação é a perda de pigmentação já que na casca roxa da batata-doce há predomínio antocianina.

#### 4.2 Características Químicas

Pelas análises de variância, estimadas pelo teste F, verificou-se efeito interativo significativo de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento para fenólicos totais (FEN), açúcares solúveis totais (AST) e teor de amido (AM), além de efeito simples de tempo de armazenamento para as características de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT. Efeito isolado de lâmina para AT, relação SS/AT (Tabela 3).

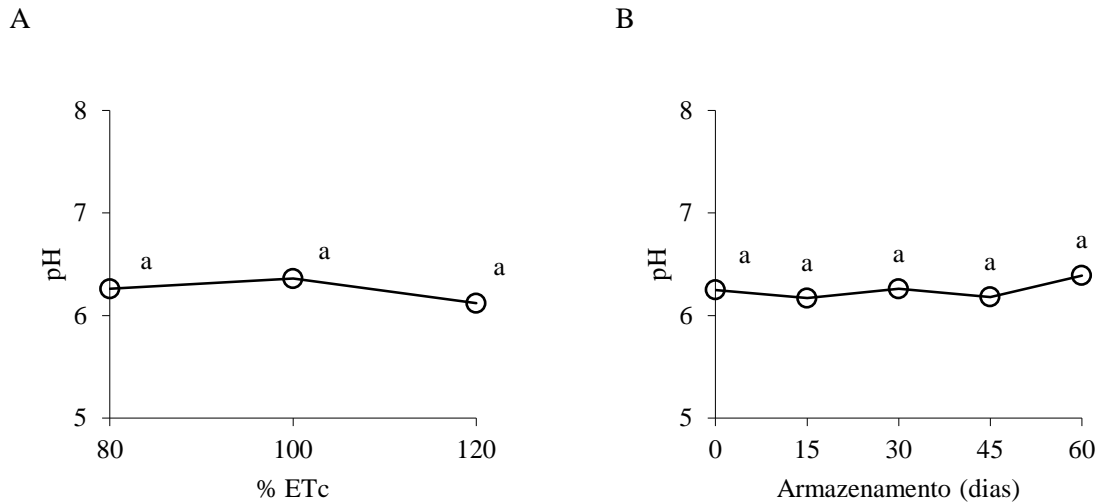
**Tabela 3** - Valores de F calculados na análise de variância das características químicas das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento pós-colheita. UFERSA, Mossoró-RN 2017.

Fonte de variação	pH	SS	AT	SS/AT	AST	AR	FEN	AM
Bloco	0,92 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	11,25**	5,34*	3,43 <sup>ns</sup>	0,360 <sup>ns</sup>	1,55 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>
Lâmina	1,98 <sup>ns</sup>	1,49 <sup>ns</sup>	19,36**	8,18*	3,30 <sup>ns</sup>	2,08 <sup>ns</sup>	7,13*	0,02 <sup>ns</sup>
Armazenamento	0,60 <sup>ns</sup>	3,24*	6,06**	5,03**	11,38**	1,33 <sup>ns</sup>	1,90 <sup>ns</sup>	98,01**
Lâm*Arm	1,01 <sup>ns</sup>	1,48 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>	1,87 <sup>ns</sup>	3,28**	1,36 <sup>ns</sup>	4,18**	2,27*
Cv1 (%)	6,22	6,36	5,53	9,60	9,83	36,20	6,55	17,76
Cv2 (%)	6,38	6,13	11,43	9,76	12,25	31,92	9,17	14,34

ns; \*; \*\* – não significativo, significativo a 1% e significativo a 5% de probabilidade de acordo com o teste F ( $p < 0,05$ ).

##### 4.2.1 pH

Não houve diferença estatística no pH das batatas com o uso de diferentes lâminas de irrigação e ou tempos de armazenamento (Figura 5 A e B). Os valores médios de pH com o uso de diferentes lâmina de irrigação e tempo de armazenamento foram de 6,24 e 6,25, respectivamente. Os valores médios de pH das lâminas e dos tempos de armazenamento não apresentaram diferença no teste Tukey a 5%, se comportando de forma homogênea sem dispersão. Assim como citado por Borba et al. (2005), 5,7, valor inferior aos encontrados nesse trabalho.



**Figura 5**– Valores de pH das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFRSA Mossoró-RN 2017.

O pH mede a concentração de íons hidrogênio de uma solução, sendo usado para medir a acidez ou basicidade de uma solução.

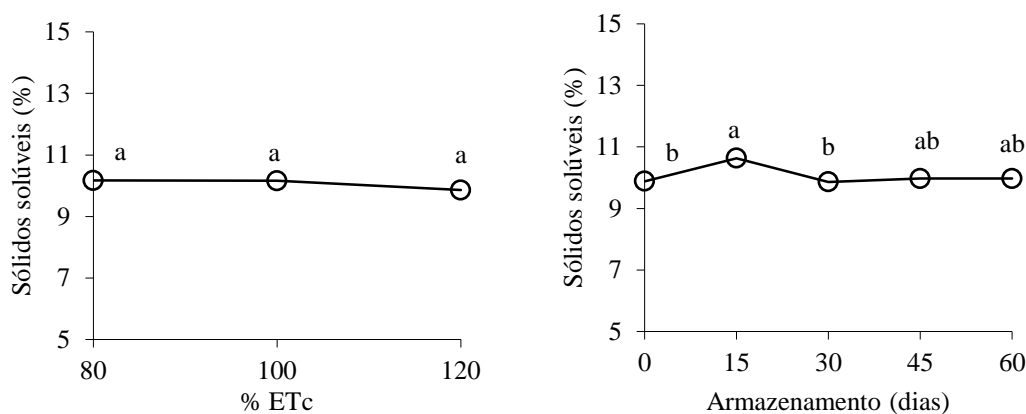
#### 4.2.2 Sólidos solúveis (SS)

O uso de diferentes lâminas de irrigação no cultivo da batata-doce não influenciou os teores de sólidos solúveis (SS) das raízes (Figura 6 A). Possivelmente, a quantidade de água usada neste experimento está dentro da faixa limite para a cultura. Sabe-se que o excesso ou deficiência de água afetam a qualidade dos produtos, bem como sua produtividade. Assim, Medeiros et al. (2003) verificaram, no cultivo do meloeiro, que o excesso de água promoveu decréscimos nos teores de SS dos frutos.

Observa-se valor médio de SS de 10,06%, independentemente da lâmina de irrigação, resultado positivo, haja vista que se trata de uma característica que influencia o sabor do produto (CHITARRA, 2005).

A

B



**Figura 6** - Teor de sólidos solúveis das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFRSA Mossoró-RN 2017.

Por outro lado, o tempo de armazenamento influenciou significativamente o teor de sólidos solúveis das raízes (Figura 6 B). Houve acréscimos significativos nos teores de SS das raízes armazenadas aos 15 dias (10,63%) quando comparado às raízes do tempo zero (9,88%) e 30 dias (9,86%) de armazenamento. Porém, esses não diferiram dos tempos de armazenamento de 45 e 60 dias, com valor médio de 9,97% de SS, sendo estes semelhantes entre si. O aumento nos teores de SS evidenciado aos 15 dias pode está relacionado a um efeito concentrador, haja vista que nesse período ocorreu maior percentual de perda de massa das raízes. Os valores detectados neste estudo estão superiores aos detectados por Gouveia et al. (2014) em batata-doce cv. Canadense, cujos valores foram de 7,87%.

Os teores de sólidos solúveis são utilizados como determinação aproximada do teor de açúcares e, muitas vezes, como índice de maturação, além de serem decisivos na manutenção do sabor e aroma de frutos e hortaliças (QUEIROGA et al., 2007).

A manutenção do teor de SS das raízes até 60 dias evidencia que, nesse período, não houve efetiva degradação de amido, componente químico principal acumulado na raiz, o que foi evidenciado também em batata-doce por Fancelli e Dourado Neto (2000). Os sólidos solúveis são representados em sua maioria por açúcares, que, por sua vez, são utilizados no processo de respiração para a manutenção celular (KAYS, 1991).

#### 4.2.3 Acidez titulável (AT)

Os valores de acidez titulável (AT) foram influenciados pelas lâminas de irrigação (Figura 7 A). Observam-se acréscimos da AT com o incremento da lâmina de irrigação, de 80% (0,16%), 100% (0,17) e 120% (0,18%).

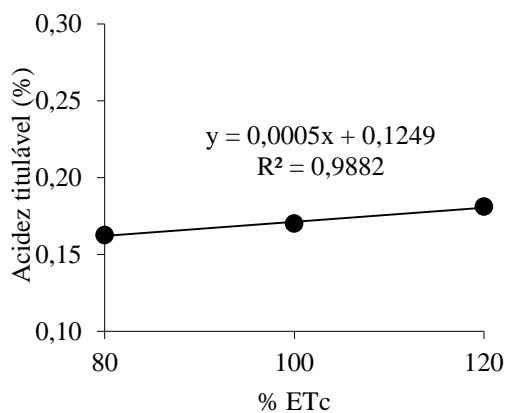
De acordo com Koetz et al. (2006), a AT no meloeiro não foi influenciada pela irrigação, porém tende a aumentar com o aumento da lâmina até 75% da evaporação do tanque classe A e para lâminas maiores ocorre o inverso.

Kalkmann (2011), avaliando batata-doce cultivar Brazlandia roxa, obteve valor para acidez titulável de 1,35%, superior ao obtido neste trabalho.

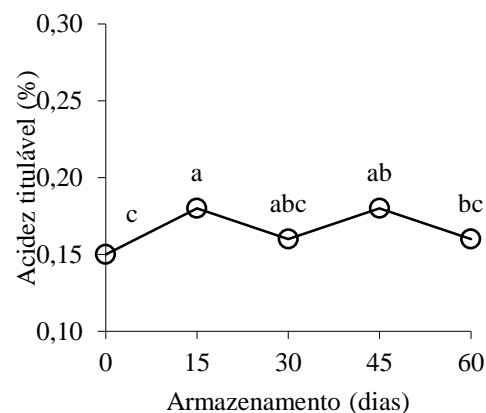
Segundo Chitarra; Chitarra (2005), esse decréscimo ocorre porque os ácidos orgânicos estão sendo largamente utilizados como substratos no processo respiratório ou na sua transformação em açúcares.

Segundo Feltran (2004), o tempo de permanência das raízes no campo é inversamente proporcional à acidez das raízes tuberosas. A acidez titulável representa um dos principais componentes do *flavor*, pois sua aceitação depende do balanço entre ácidos e açúcares (CHITARRA, 2005), que, por sua vez, influencia sabor, o odor, a cor, a estabilidade e a manutenção de qualidade dos alimentos (FELTRAN et al., 2004). A acidez titulável total, relacionada com os teores de ácidos orgânicos presentes no suco ou polpa, é uma característica comum na avaliação da qualidade pós-colheita das hortaliças (CHITARRA, 2005).

A



B



**Figura 7 2** - Acidez titulável das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.



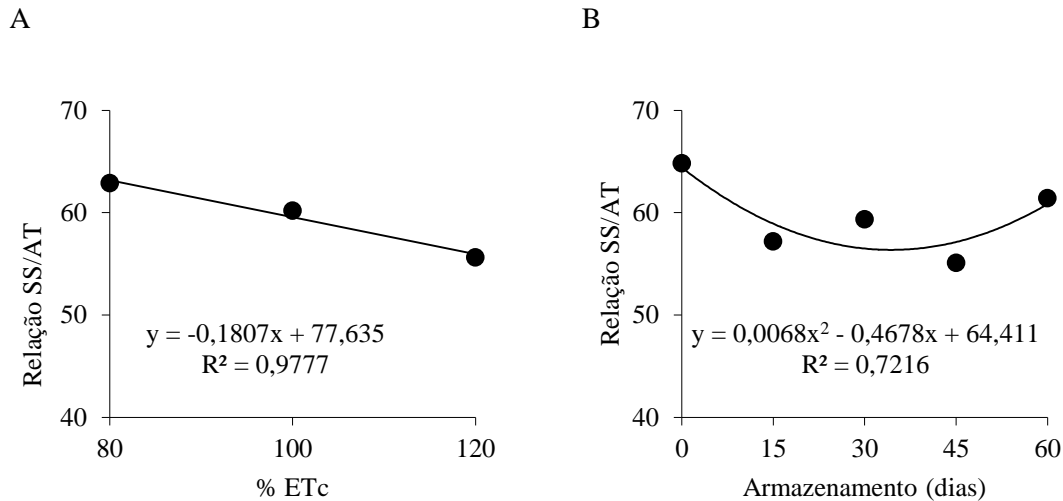
Houve acréscimos significativos nos teores de AT das raízes armazenadas há 15 dias (0,18%) em relação ao tempo zero (0,15%) e 60 dias (0,16%). Todavia, esse foi semelhante aos detectados nas raízes aos 30 e 45 dias de armazenamento. Da mesma forma, os valores de AT verificada aos 45 dias (0,18%) foram superiores aos detectados no tempo zero (0,15%), que, por sua vez, foi semelhante aos valores detectados aos 30 e 60 dias, que não diferiram entre si. Comportamento semelhante foi observado por Gouveia et al. (2014) durante o armazenamento de raízes de batata-doce, com aumento nos valores de acidez titulável até sete dias (0,107%) e diminuição até 14 dias (0,055%).

Corrêa et al. (2014) obtiveram teores de acidez titulável; o menor (0,079%) e o maior (0,105%) foram observados no tempo zero e 14º dia de armazenamento das batata-doce, respectivamente. Os valores foram semelhantes aos desse trabalho

#### 4.2.4 Relação SS/AT

A relação SS/AT foi influenciada de forma isolada pela lâmina de irrigação e tempo de armazenamento (Figura 8 A e B). Houve decréscimo gradual dos valores de relação SS/AT das raízes com o incremento na lâmina de irrigação, tendo atingido o menor valor na lâmina de 120% (55,95), portanto 11,44% a menos que a relação SS/AT verificada na lâmina de 80% (63,18), fato associado ao aumento da acidez titulável das raízes mediante incremento da lâmina de irrigação, uma vez que não se observou aumento de ss. Medeiros et al. (2008), no seu experimento utilizando lâmina de irrigação na cultura do melão Pele de sapo, não encontram significância estatística na relação SS/AT dos frutos cultivados em diferentes lâminas de irrigação (281, 349 e 423 mm).

A relação SS/AT é uma das formas mais utilizadas para avaliar o sabor, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares ou acidez titulável, proporcionando boa ideia de equilíbrio entre essas duas variáveis (CHITARRA e CHITARRA, 2005).



**Figura 8** - Relação SS/AT das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFRSA Mossoró-RN 2017.

Foram verificados decréscimos na relação SS/AT com o tempo de armazenamento das raízes até o 34º dia, quando atingiu valor mínimo de 56,37. Tal comportamento está diretamente associado à grande variação no teor de sólidos solúveis e acidez titulável ao longo do período de armazenamento. Não obstante, a partir do 34º dia houve acréscimo de 7,8% nos valores até 60 dias (60,8) (Figura 8 B).

Segundo Pierro (2002), o sabor do fruto é determinado pela quantidade de açúcares e ácidos orgânicos, e a interação entre eles é utilizada como critério de avaliação do “*flavor*”. Outros fatores, como temperatura, água, adubação e luz têm influência direta na fotossíntese e, conseqüentemente, a quantidade de massa seca e constituição da mesma. Durante o período de armazenamento, o metabolismo da batata é ativo, então ambos podem ser consumidos e produzidos, respectivamente, no processo respiratório e durante a quebra de parede celular.

Apesar de ser indicada para avaliar índice de maturação, a relação SS/AT pode não ser a medida mais adequada, haja vista que teores de acidez e sólidos solúveis baixos, podem proporcionar relação SS/AT elevada, induzindo a interpretações errôneas com relação ao sabor do fruto (CHITARRA, 2005).

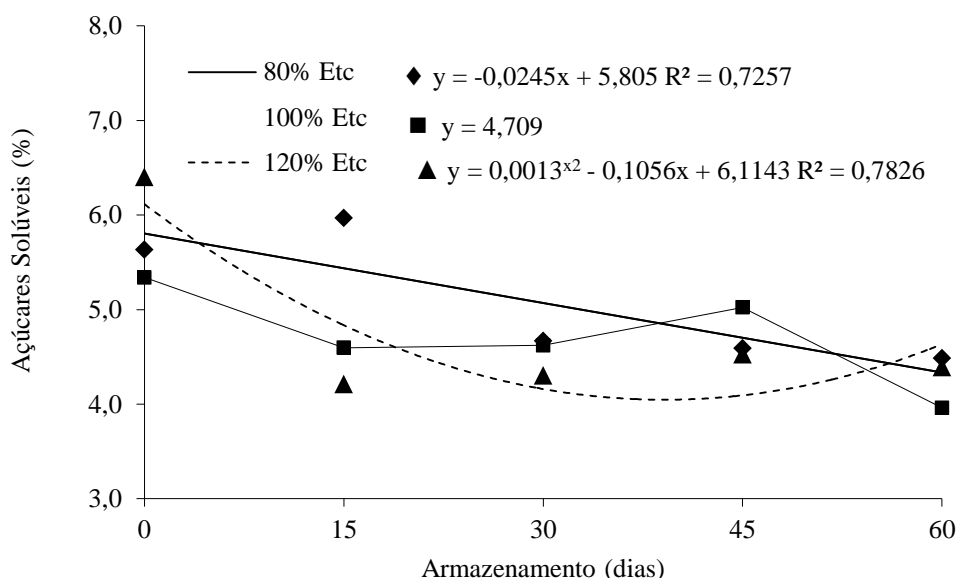
Kalkmann (2011), avaliando batata-doce cultivar Roxa comum, obteve valor para relação SS/AT de 1,36, inferior ao obtido neste trabalho.

Santos et al (2015), estudando batata-doce obteve valores de SS/AT de 60,76 aos 30 dias de armazenamento, semelhantes ao encontrado neste trabalho, mas no período de armazenamento correspondente a 60 dias.

### 5.2.5 Açúcares solúveis totais (AST)

Os teores de açúcares solúveis (AST) das raízes de batata-doce decresceram com o tempo de armazenamento, de acordo com as lâminas de irrigação (Figura 9). Com 80% da ETc., os níveis de AST reduziram de 25,3%, do tempo zero até 60 dias de armazenamento (mantendo teores de 4,3%); com 100% da ETc., a redução foi de 25,8%. Entretanto, com 120% da ETc., um decréscimo de 34,6% ocorreu até os 45 dias, seguido de um aumento (12%) até 60 dias, com teores de 4,45%.

Durante o armazenamento, pode haver perda de sacarose pelos órgãos de reserva devido à atividade de enzimas invertases, denominadas invertase ácida solúvel, ácida da parede celular e alcalina.



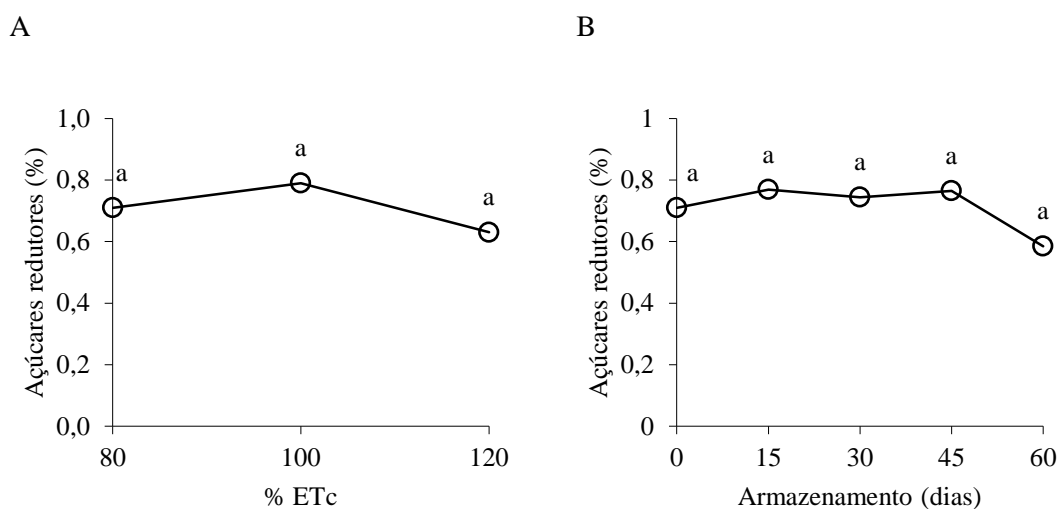
**Figura 9-** Açúcares Solúveis das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.

Por outro lado, verifica-se no tempo zero que o maior teor de AST foi detectado em raízes cultivadas com lâmina de irrigação de 120% (6,1%) quando comparada à lâmina de irrigação de 80% (5,8%) e 100% (4,7%). Somente a partir de 45 dias de armazenamento, o teor de AST das raízes cultivadas em lâmina de 80% ficou abaixo de 5,0%. Não obstante, para a maior lâmina de irrigação isso foi evidenciado já aos 15 dias de armazenamento. Isso torna importante a manutenção dos teores de AST por maior tempo, haja vista que se trata de uma característica que afeta a qualidade sensorial do produto (CHITARRA, 2005).

Valores inferiores aos detectados no presente trabalhos foram relatados por Andrade Júnior et al. (2012), ao avaliar características produtivas e qualitativas de raízes de batata-doce cujos valores foram de 3,0% e 3,2%, respectivamente, para as cv. Brazlândia rosada e Batata mandioca. Não obstante, valores semelhantes aos relatados neste trabalho foram evidenciados por Leonel e Cereda (2002) em batata-doce (6,99%).

#### 4.2.6 Açúcares redutores (AR)

Não houve diferença significativa no teor de açúcares redutores (AR) com as diferentes lâminas de irrigações utilizadas no cultivo de batata-doce (Figura 10 A). A maior lâmina de irrigação (120%) propiciou teor de AR semelhante à lâmina de irrigação menor (80%) e intermediária (100%), cujo valor médio foi de 17,21%. Isso é um resultado importante, que representa uma economia no uso de água, ou seja, a quantidade de açúcar redutor não depende da lâmina de irrigação. A determinação dos açúcares redutores (glicose e frutose) é de grande importância na qualidade de várias hortaliças (CHITARRA, 2005).



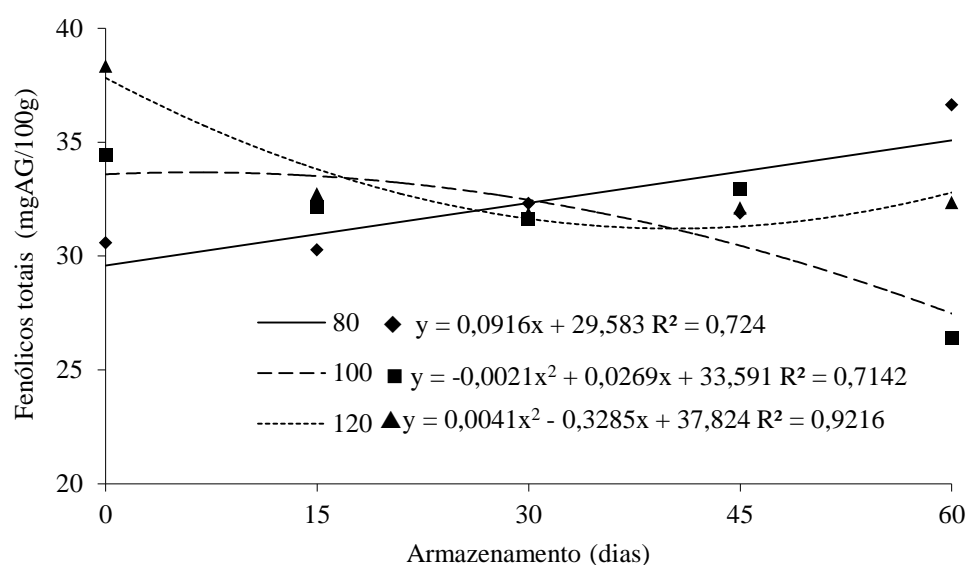
**Figura 10-** Açúcares redutores das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.

Os teores de açúcares redutores não diferiram estatisticamente com o tempo de armazenamento das raízes (10 B). O valor médio foi de 0,7%, permanecendo inalterados de forma significativa até 60 dias de armazenamento, valores estes inferiores ao evidenciado por Leonel e Cereda (2002) em raízes de batata-doce, cujos valores foram de 5,7%, ao passo que Andrade Júnior et al. (2012) verificaram em batata-doce valores médios de 1,09%, superiores aos obtidos nesse experimento.

Segundo Taiz e Zeiger (2004), os açúcares tendem a diminuir durante o amadurecimento, por serem os principais substratos da respiração, haja vista que a glicose é o açúcar redutor utilizado direto para a oxidação, no processo respiratório, via ciclo de Krebs.

#### 4.2.7 Fenólicos totais

O conteúdo de fenólicos totais das raízes foi influenciado pelos fatores lâmina de irrigação e tempo de armazenamento (Figura 12).



**Figura 11** - Fenólicos Totais das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.

Nos tempos de armazenamento de 15, 30 e 45 dias, independentemente da lâmina de irrigação, os valores de fenólicos totais permaneceram acima de 30,0 mg AG/100g. Não obstante, aos 60 dias de armazenamento a lâmina de irrigação intermediária propiciou teor de fenólicos nas raízes abaixo (27,6 mg AG/100g) dos valores provenientes das raízes cultivadas em lâminas de 80% (35,1 mg AG/100g) e 120% (32,8 mg AG/100g). Esses valores foram próximos aos valores de polifenóis detectados por José (2012) em diferentes acessos de raízes de batata-doce (25,3 mg/100g).

Fenólicos totais são sintetizados a partir do metabolismo secundário e um aumento no teor destes sugere que o vegetal possa ter sofrido algum estresse (biótico ou abiótico) (BRAVO, 1998; TAIZ; ZEIGER, 2004).

O teor de fitoquímico é amplamente influenciado por diversos fatores, tais como variedade, fatores genéticos, estágio de maturação, condições climáticas e edáficas (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Muitos compostos fenólicos apresentam capacidade antioxidante de neutralizar a atividade de radicais livres gerados no organismo, que estão associados a diversas doenças crônico-degenerativas (YOSHIMOTO et al., 2002; MANACH et al., 2004; OLIVEIRA; BASTOS, 2011). As reações de oxidação resultam na formação de substâncias mais ou menos polimerizadas, que levam a mudanças na qualidade de alimentos, principalmente nas características de cor e organolépticas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

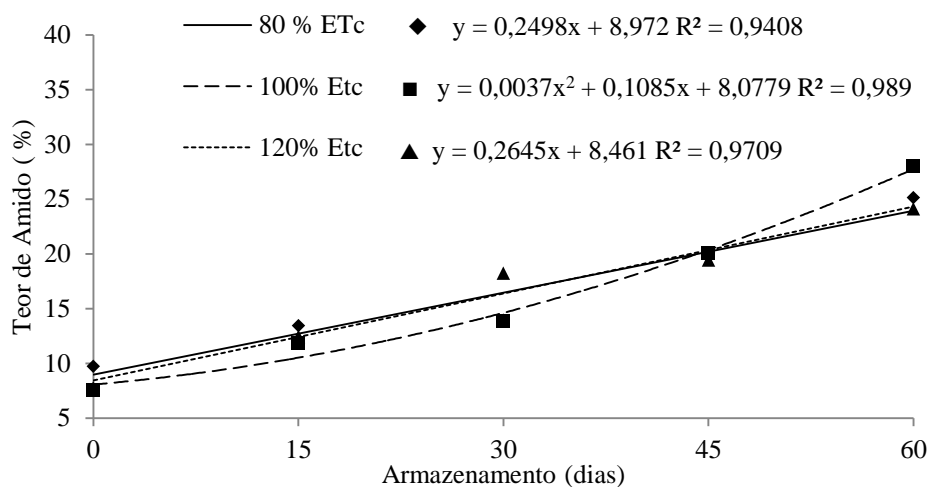
Avaliando lâmina de irrigação dentro de tempo de armazenamento, verifica-se na lâmina de 80% um aumento linear do conteúdo de fenólicos totais, durante o período de armazenamento, de 29,6 (tempo zero) a 35,1 mg AG/100g (60 dias). Entretanto, com lâmina de 100%, o conteúdo de fenólicos totais caiu de 33,6 mg AG/100g (tempo zero) para 27,6 mg AG/100g aos 60 dias. Comportamento semelhante ocorreu na lâmina de irrigação de 120%, com maior queda do tempo zero (37,8 mg AG/100g) até 45 dias (31,3 mg AG/100g), seguido por leve acréscimo até 60 dias (32,8 mg AG/100g).

O tempo de armazenamento também pode afetar o conteúdo de polifenóis, facilmente oxidados. Assim, Benevolência (2014) encontrou para batata doce sob diferentes tempos de armazenamento teores de fenólicos totais de 2,78, 2,65, 2,32 mg AG/100g para os tempos de zero, 120 e 240 dias, respectivamente. Os valores foram inferiores aos detectados no presente trabalho.

A diminuição da concentração de componentes fenólicos durante o armazenamento pode ser atribuída à degradação de polifenóis através de condições de armazenamento por um sistema enzimático ativo no tecido incluindo antocianases, polifenol oxidase e peroxidase (TAIZ; ZEIGER, 2004).

#### 4.2.8 Teor de amido

O conteúdo de amido das raízes de batata-doce aumentou com o período de armazenamento, variando com lâminas de irrigação utilizadas no cultivo (Figura 11). Avaliando armazenamento para cada lâmina de irrigação, verifica-se do tempo zero até 60 dias incremento no teor de amido de 3,44; 2,85 e 2,67 vezes em batatas cultivadas com lâmina de irrigação de 100%, 120% e 80%, respectivamente.



**Figura 12-** Teor de amido das raízes de batata-doce em função de lâminas de irrigação e tempo de armazenamento. UFERSA Mossoró-RN 2017.

Avaliando dentro de cada lâmina de irrigação o tempo de armazenamento, verifica-se no tempo zero que o maior teor de amido ocorreu na lâmina de irrigação de 80% (8,99%) e menor teor na lâmina de irrigação de 100% (8,1%).

Aos 15 e 30 dias de armazenamento, o teor de amido das raízes cultivadas em lâmina de 100% foi inferior às lâminas de 80% e 120%, mas todas se mantiveram acima de 5% de teor de amido. Aos 45 dias, todas as raízes, independentemente da lâmina de irrigação de cultivo, apresentaram teor de amido acima de 20%. Não obstante, aos 60 dias de armazenamento, as raízes provenientes da lâmina de 100% apresentaram teor de amido superior (27,9%) as lâminas de 80% (24,0%) e 120% (24,3%).

As raízes e tubérculos, ricos em amido, quando armazenados sob temperaturas inferiores a 10°C, apresentam o adoçamento devido à degradação do amido, segundo Pereira (2008), fato não observado no presente trabalho, com armazenamento das raízes a 20°C.

Ekanayake e Collis (2004) observaram, em diferentes genótipos de batata-doce sob efeito da irrigação, teores de amido para os genótipos Japonês português, Chiappe e Superstar de 140,56, 112,75 e 135,60 g/kg<sup>-1</sup>. Foram constatados teores de amido de 50,78% para a cultivar Brazlândia Rosada e de 56,74% para a cultivar Princesa, valores superiores aos observados no presente trabalho.

Leonel e Cereda (2002), ao realizar caracterização físico-química de algumas amiláceas, obtiveram valores de 14,72% em base úmida de teor de amido em batata-doce. Por

sua vez, Andrade Júnior et al. (2012) registraram para a cultivar Brazlândia Roxa um teor de amido aproximadamente de 18,4%, semelhante ao exposto nesse experimento no período de 30 dias de armazenamento,

Segundo Pereira (2000), o amido corresponde a 80% da matéria seca e os açúcares, glicose, frutose e sacarose são os principais carboidratos presentes nas raízes tuberosas. Ao atingir a maturação fisiológica, as raízes de batata-doce apresentam grânulos de amido e quantidades variáveis desses açúcares, dependendo das condições ambientais e de cultivo, da cultivar e da interação entre esses fatores.



## **5 CONCLUSÕES**

O cultivo da batata-doce na lâmina de 80% apresentou melhor resposta em relação aos parâmetros avaliados.

Para tempo de armazenamento, as raízes se apresentaram comercializáveis até os 30 dias de armazenamento.

## REFERÊNCIAS

- AHRENS, M. J.; HUBER, D. J. Physiology and firmness determination of ripening tomato fruit. **Physiologia Plantarum**, v. 78, n. 1, p. 8-14, 1990.
- AINA, A. J; FALADE, K. O; AKINGBALA, J. O; TITUS, P. Physicochemical properties of twenty-one Caribbean sweet potato cultivars. **International Journal Of Food Science And Technology**,. Trinidad And Tobago, p. 1696-1704, 19 set. 2009
- ALBUQUERQUE, J. R. T. D. **Produção e qualidade de cultivares de batata-doce em função da idade de colheita e épocas de cultivo**. 2016. 76f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, 2016.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 2016. 328 p. (Irrigation and Drainage Papers, 56).
- ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S.; PINTO, N. A. V. D.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, R. C.; NEIVA, I. P.; AZEVEDO, A. M.; ANDRADE, P. C. R. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 584-589, 2012.
- ANTONIO, G. C., TAKEITI, C. Y., OLIVEIRA, R. A.; PARK, K. J. Sweet potato: Production, morphological and physicochemical characteristics, and technological process. **Fruit, Vegetable and Cereal Science**, Cidade, n. 5, v. 2, p. 1–18, 2011.
- BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. G.: Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabólica**, v. 53, n. 5, p. x-y, 2009.
- BENEVOLENÇA, Mary H.. Mudanças fitoquímicos em compostos fenólicos, antocianinas, ácido ascórbico, e carotenóides associados com o armazenamento de batata doce e os impactos nas propriedades bioativas. **Food Chemistry**, Germany, v. 145, p.717-724, 15 fev. 2014
- BORBA, A. M.; SARMENTO, S.B.S.; LEONEL, M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v.. 25, n. 4, p. x-y, 2005.
- BORÉM, A.; FREIRE, E. C. Algodão do Plantio à Colheita. Editora UFV. Edição: 1. 2014.
- BRAVO, L.: Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. **Nutrition Reviews**, Cidade, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.
- CAMARGO FILHO, W.P.; MAZZEI, A.R.; ALVES, H.S. Mercado de raízes e tubérculos: análise de preços. **Informações Econômicas**, Cidade, v. 31, n. 2, p. 36-44, 2001.
- CEREDA, M. P.; FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R., DEMIATE, J. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; VIPOUX, D. F., SARMENTO, S. B. S. (2001) **Propriedades gerais do amido**, Fundação Cargill, Campinas, 221pp.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. D. **Pós-colhieta de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005.

CNPQ. Centro Nacional De Pesquisa De Hortaliças. **Empresa Brasileira de Pesquisas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV, 2002.

COMINELLI, E.; GALBIATI, M.; TONELLI, C. Integration of water stress response: Cell expansion and cuticle deposition in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Signaling and Behavior**, Cidade, v. 3, n. 8, p. 556-557, 2008.

CORRÊA, Carla Verônica et al. 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.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1023-1029, 2013.

DELAZARI, F. T.; FERREIRA, M. G.; SILVA, G. H.; DARIVA, F. D.; FREITAS, D. S.; NICK, C. Eficiência no uso da água e acúmulo de matéria na batata-doce em função de lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 22, n. 1, p. 115-128, 09 mar. 2017. Trimensal.

EKANAYAKE, I. J.; COLLINS, W. Effect of irrigation on sweet potato root carbohydrates and nitrogenous compounds. **Food, Agriculture & Environment**, Beltsville, Usa., v. 2, p. 243-248, 15 jan. 2004

ENGLISH, M. J., MUSICK, J. T., MURTY, V. V. N. Deficit irrigation. In: HOFFMAN, G. J., HOWELL, T. A., SOLOMON, K. H. (org.). **Management of Farm Irrigation System**. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, 1990. p. 631-663.

ERPEN, L.; STRECK, N. A.; UHLMANN, L. O.; FREITAS, C. P. DE O.; ANDRIOLO, J. L. Tuberação e produtividade de batata-doce em função de datas de plantio em clima subtropical. **Bragantia**, v. 72, n. 4, p. 396-402, 2013.

FABEIRO, C., MARTÍN DE SANTA OLALLA, F., DE JUAN, J. A., 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. **Agric. Water Manage.**, v. 48, p. 255-266. Jefferies, R.A., Mackerron, D.K.L., 1989.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: **Agropecuária**, 2000 360p

FAO, 2015. Statistical Database. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 02 fev. 2015.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization Database on Agriculture**. Disponível em: <<http://agrifor.ac.uk/subject-listing/310.html>>. Acesso em: 1º ago. 2016.

FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B.; VIEITES, R. L. Technological quality and utilization of potato tubers. **Scientia Agrícola**, v. 61, p. 593-597, 2004.

FERNANDEZ-TRUJILIO, J. P.; CANO, A.; ARTÉS, F. Physiological changes in peaches related to chilling injury and ripening. **Postharvest Biology and Technology**, 13, p. 109-119, 1998b..

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** 35, p. 1039-1042, 2010.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas. **Cadernos didáticos**, 19. Viçosa, Editora UFV, 1997.

FOLQUER, F. La batata (camote): estudio de la planta y su producción comercial. **San José, Costa Rica: Hemisfério Sul**, 1978.

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; LINO, I. B. M.; BRECHT, J.; CHAU, K. V.. Modelling O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> exchange for development of perforation-mediated modified atmosphere packaging. **Journal of Food Engineering** 43, p. 9-15, 2000.

FRANCO, L. R. L.; MAIA, V. M.; LOPES, O. P.; FRANCO, W. T. N.; SANTOS, S. R. Crescimento, produção e qualidade do abacaxizeiro 'pérola' sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, p.132-140, mar. 2014.

GOBBO-NETO, L.; LOPES N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, Cidade, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GOUVEIA, Aline Mendes de Souza et al. Qualidade de raízes de batata-doce em função da adubação nitrogenada e conservação. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 10, n. 1, p. 57-64, 2014.

HUSSEIN, S. M.; JASWIR, I.; JAMAL, P.; OTHMAN, R. Carotenoid Stability and Quantity of Different Sweet Potato Flesh Colour over Postharvest Storage Time. **Advances in Environmental Biology**, Malaysia, v. 8, n. 3, p. 667-671, special 2014.

IBGE. Produção Agrícola Municipal – PAM. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. 2016. Disponível em: <<http://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 14 jan. 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. **Instituto Adolfo Lutz-IAL**, 3. ed. São Paulo, 2008.

KALKMANN, D. C. **Produtividade, qualidade de raiz, resistência aos insetos de solo e aos nematóides-das-galhas e estimativas de parâmetros genéticos em clones de batata-doce, cultivados no Distrito Federal**. Dissertação de Mestrado. 144f. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2011.

KANG, S. Z.; LIANG, Z. S.; HU, W.; ZHANG, J. H. Water use efficiency of controlled alternate irrigation on root-divided maize plants. **Agric. Water Manag.** v. 38, p. 69–76, 2002.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Avi Book, 1991.

- KOETZ, M.; COELHO, G.; CARVALHO, J. A.; SILVA, R. A. Produção do meloeiro em ambiente protegido irrigado com diferentes lâminas de água. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 500-505, 2006
- LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology** 20, p. 207-220, 2000.
- LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, p. 65-69, 2002.
- LIU, H.; SHI, C.; ZHANG, H.; WANG, Z.; CHAI, S. Effects of potassium on yield, photosynthate distribution, enzymes' activity and ABA content in storage roots of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). **Australian Journal of Crop Science**, v. 6, n. 7, p. 735-743, 2013.
- MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L.: Polyphenol: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, p. 727-747, 2004.
- MAROUELLI, W. A.; BRAGA, M. B.; GUIMARAES, T. G. Irrigação na cultura da batata. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica**, Cidade, n. 128, p. 1-20, 2013.
- MEDEIROS, J. F. et al. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.
- MEDEIROS, J. F. et al. Manejo da irrigação e tolerância do meloeiro a salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 3, p. 242-247, 2008.
- MINOLTA CORP. Precise Color Communication: Color Control from Feeling to Instrumentation. Osaka: MINOLTA Corp. Ltda., 2007. 60p.
- MIRANDA, J. E. C. de; FRANÇA, F. H.; CARRIJO, O. A.; SOUZA, A. F.; AGUILAR, J. A. E. **Cultivo da batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam.)**. Brasília: EMBRAPA, 1984, 7p.
- OLIVEIRA, A. P.; MOURA, M. F.; NOGUEIRA, D. H.; CHAVES, N. G.; BRAZ, M. S. S.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A.. Produção de raízes de batata-doce em função do uso de doses de N aplicadas no solo e via foliar. **Horticultura Brasileira** 24, p. 279-283, 2006.
- OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A.; SILVA, G. G.; NOGUEIRA, D. H.; MOURA, M. F.; BRAZ, M. S. S. Rendimento e qualidade de raízes de batata-doce adubada com níveis de uréia. **Horticultura Brasileira** 23, p. 925-928, 2005.
- OLIVEIRA, M. K. T.; BEZERRA NETO, F.; CÂMARA, F. A.; DOMBROSKI, J. L. D.; FREITAS, R. M. O.. Multiplicação in vitro de batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam.). **Revista Caatinga**, v. 21, n.4, p. 129-134, 2008.
- PAULL, R. E. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. **Postharvest Biology and Technology** 15, p. 263-277, 1999.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; OLIVEIRA, A. P.; GAMA, J. S. N.; CAMPOS, V. B.; PRAZERES, S. S. Parcelamento do esterco bovino na produção de batata-doce. **Revista Verde** 3, p. 12-16, 2008.

PEREIRA, A. S. Mandioquinha-salsa: alimento proteico, energético ou nutracêutico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 246-249, novembro, 2000.

PIERRO, A. Gosto Bom. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, n. 14, p. 10-12, 2002.

QUEIROGA, R. C. F.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FINGER, F. L. Influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão cantalupensis sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 550-556, 2007.

365 FARIA et al. Rev. Bras. Agric. Irr. v. 9, nº.6, Fortaleza, p.357 - 365 , Nov - Dez, 2015  
 QUEIROGA, R. C. F.; SANTOS, M. A.; MENEZES, M. A.; VIEIRA, C. P. G.; SILVA, M. C. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 371-374, 2007.

RESENDE, G. M. Características produtivas de cultivares de batata-doce em duas épocas de colheita, em Porteirinha - MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 68-71, 2000.

RIBEIRO, ROSILENE ANTONIO, 1971- R484c Conservação pós-colheita e metabolismo de 2003 carboidratos em raízes de dois clones de mandioquinha salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft).

SANTOS, F. G. B; NEGREIROS, M. Z; MEDEIROS, J. F; NUNES, G. H. S; MEDEIROS, D. C; GRANGEIRO, L. C. Produção e qualidade de melão Cantaloupe em cultivo protegido temporariamente com agrotêxtil em Mossoró, Rio Grande do Norte. **Revista Ceres**, [s.l.], v. 62, n. 1, p. 93-100, 2015.

SILVA, J. B. C., LOPES, C. A. L., MAGALHÃES, J. S.M ., **Embrapa Hortaliças**, Sistemas de Produção,

SILVA, R. N.; MONTEIRO, V. N.; ALCANFOR, J. A. X.; ASSIS, E. M.; ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 337-341, set./dez. 2003.

SINGELS, A.; DONALDSON, R. A.; SMIT, M. A. 2005. Improving biomass production and partitioning in sugarcane: theory and practice. **Field Crops Research** 92, p. 291-303, 2005..

SOARES, I.; BASTOS, E. G. P.; SOBRINHO, T. J. S.; ALVIM, T. C.; SILVEIRA, M. A.; AGUIAR, R. W. S.; ASCÊNCIO, S. D. Conteúdo fenólico e atividade antioxidante de diferentes cultivares de ipomoea batatas (L.) lam. obtidas por melhoramento genético para produção industrial de etanol. **Rev Ciênc Farm Básica Apl.**, Cidade, v. 35, n. 3, p. 479-488, 2014.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. L.; Cultivo Orgânico de Alho, Cenoura, Baroa, Beterraba e Batata-Doce. CPT. Viçosa, MG. 2001.

SOUZA, V. F. de; Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio-norte do Brasil. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1999. 68p. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 21).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TREVELYAN, W. E.; HARRISON, T. S. Dosagem de glicídeos totais pelo método de antrona. **J.Biochem.**, v. 50, p. 292.

VILLORDON, A., LABONTE, D.R., FIRON, N., KFIR, Y., PRESSMAN, E., SCHWARTZ, A. Characterization of adventitious root development in sweetpotato. **HortScience**, n. 44, p. 651–655, 2009

WOOLFE, J. 1992. **Sweet Potato: An Untapped Food Resource**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

Davies, **W.J., Hartung, W.**, 2004.

YORDANOV, I.; VELIKOVA. V.; TSONEV, T. Plant responses to drought and stress tolerance. Bulgarian Journal of Plant Physiology, **Special Issue**, p. 187-206, 2003.

YOSHIMOTO, M.; YAHARA, S.; OKUNO, S.; ISLAM, M. D. S.; ISHIGURO, K.; YAMAKAWA, O.: Antimutagenicity of mono-, di-, and tricaffeoylquinic acid derivatives isolates from sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) leaf. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 66, n. 11, p. 2336-2341, 2002.