

## CARBOIDRATOS E PROTEÍNA EM RAÍZES DE BATATA-DOCE INFLUENCIADAS PELO PARCELAMENTO DO NITROGÊNIO E ARMAZENAMENTO DAS RAÍZES

**Carla Verônica Corrêa<sup>1</sup>; Aline Mendes de Sousa Gouveia<sup>2</sup>; Regina Marta Evangelista<sup>3</sup>;  
Antônio Ismael Inácio Cardoso<sup>3</sup>**

1 Doutoranda da Faculdade de Ciências Agrônomicas. Rua José Barbosa de Barros nº 1780 (Fazenda Experimental Lageado) – Botucatu, SP – Brasil - Cep: 18.610-307. E-mail: cvcorrea@fca.unesp.br

2 Doutoranda da Faculdade de Ciências Agrônomicas. Rua José Barbosa de Barros nº 1780 (Fazenda Experimental Lageado) – Botucatu, SP – Brasil - Cep: 18.610-307. E-mail: alinemendesgouveia@gmail.com;

3 Departamento de Horticultura. Professor Doutor da Faculdade de Ciências Agrônomicas. E-mail: evangelista@fca.unesp.br; ismaeldh@fca.unesp.br

### 1 RESUMO

Com o objetivo de avaliar a qualidade da batata-doce, cultivar Canadense, submetida à adubação nitrogenada utilizando 30 kg ha<sup>-1</sup> e conservação em temperatura ambiente, instalou-se um experimento no período de março a julho de 2014. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3, com quatro repetições. Os tratamentos foram: dois parcelamentos do N (100 % aos 30 dias após plantio (DAP) e 50 % aos 30 dias após plantio + 50 % aos 50 dias após plantio (DAP) e três períodos de armazenamento (0; 7 e 14 dias). As características avaliadas foram: açúcares redutores, amido, proteína e umidade. O período de armazenamento influenciou em todas as características avaliadas nas raízes de reserva da cv. Canadense. Porém, o parcelamento da adubação nitrogenada influenciou apenas na proteína das raízes tuberosas.

**Palavras-chave:** *Ipomoea batatas*, nutrição mineral, pós-colheita.

### SWEET POTATO ROOTS CARBOHYDRATES AND PROTEIN AS AFFECTED BY NITROGEN SPLITTING AND STORAGE ROOTS PERIOD

### 2 ABSTRACT

For the purpose of evaluating the quality of the sweet potato, variety “Canadense”, subjected to storage and parceling of nitrogen (30 kg ha<sup>-1</sup>), an experiment was carried from march to july 2014. The experimental design used was one of randomized blocks, with a factorial

scheme of 2 x 3, using three storage period (0; 7, and 14 days) and two N fertilization splitting (100 % 30 days after planting and 50 % at 30 days after planting + 50 % at 50 days after planting (DAP), with four replicates. The following variables were evaluated: reduct sugar, starch, protein and humidity. The split application of N fertilization influenced of protein and storage favored every characteristics evaluated in tuberoses roots cv. Canadense.

**Keywords:** *Ipomoea batatas*, mineral nutrition, postharvest

### 3 INTRODUÇÃO

Dentre as regiões brasileiras produtoras de batata-doce, a região Sul destaca-se com uma produção anual de 250.013 toneladas (t), o que corresponde a 48 % da produção nacional, sendo que o Rio Grande do Sul concentra 30 % desta produção. A região Nordeste é a segunda maior produtora do País (35 %) seguida pela região Sudeste (16 %) com uma produção anual de 119.414 t. O Estado de São Paulo é o quinto colocado no ranking nacional com produção anual de 41.483 t, em uma área de 3.699,32 hectares com produtividade média de 11,21 t ha<sup>-1</sup> (ECHER et al., 2015), sendo desta forma, o estado em que a cultura apresenta maior produtividade. Além de ser rústica, apresenta boa resistência ao déficit hídrico e ampla adaptação o que faz com que seja cultivada em praticamente todos os estados brasileiros. É a quarta hortaliça mais consumida no Brasil (OLIVEIRA et al., 2006).

O nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pelas hortaliças (Filgueira, 2008). Seu fornecimento via adubação funciona como complementação à capacidade de suprimento dos solos, a partir da mineralização de matéria orgânica, geralmente baixa em relação às necessidades das plantas (MALAVOLTA, 1990).

O início da formação das raízes de armazenamento é induzido por dias curtos, alta intensidade luminosa, altos níveis de sacarose e inibido por altos teores de nitrogênio. O período de crescimento mais crítico compreende as quatro primeiras semanas, pois o estágio de desenvolvimento nessa fase determina o crescimento e a produtividade final (ECHER, 2015). Desta forma, na cultura de batata-doce, a utilização do nitrogênio merece atenção especial. Em solos com alta disponibilidade desse elemento ocorre intenso crescimento da parte aérea, no entanto, há menor formação de raízes tuberosas com padrões comerciais. Contudo, as diferentes variedades de batata-doce respondem de modo distinto à aplicação de nitrogênio.

O amido é considerado o principal componente da raiz da batata-doce, seguido dos açúcares mais simples, sacarose, glicose, frutose, maltose. Na indústria de alimentos é utilizado para melhorar as propriedades funcionais, sendo empregados em sopas, molhos

de carne, como formador de gel em balas e pudins, estabilizante em molhos de salada na elaboração de compostos farmacêuticos, na produção de resinas naturais e na elaboração de materiais termoplásticos biodegradáveis (CEREDA et al., 2001).

Os teores de amido nas raízes das plantas de batata-doce podem variar, entre outros aspectos, em função da adubação. Portanto, o estudo e conhecimento sobre a influência desse fator na acumulação de amido nas raízes das plantas proporcionarão melhoria na qualidade e no rendimento industrial do produto. A nutrição equilibrada, com macro e micronutrientes, aumenta a produção e melhora a qualidade do produto em vários aspectos (MALAVOLTA, 2006).

Alguns autores relatam efeitos da nutrição mineral na qualidade de algumas hortaliças produtoras de raízes comerciais. Souto (1989) constatou que na cultura do inhame houve resposta positiva em termos de produção à aplicação de fertilizantes nitrogenados, mas verificou baixo conteúdo de proteína bruta. Oliveira et al. (2005) verificaram redução da matéria seca e aumento nos teores de amido em função do emprego de esterco bovino e de galinha que seriam fontes de nitrogênio. O mesmo foi descrito por Kayode, (1985) que verificou a influência de fertilizantes químicos no teor de amido ao se aplicar formulado com NPK.

O objetivo do experimento foi avaliar o efeito do parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura e do período de armazenamento na qualidade pós-colheita de raízes de batata-doce.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

As plantas foram cultivadas na Fazenda Experimental São Manuel, localizada no município de São Manuel-SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas - (UNESP), Campus de Botucatu-SP. As coordenadas geográficas da área são: 22° 46' de latitude sul, 48° 34' de longitude oeste e altitude de 740 m. A temperatura média anual é de 21°C com precipitação pluvial anual em torno de 1445 mm (Cunha e Martins, 2009). O solo é um Latossolo Vermelho Distrófico Típico (Embrapa, 2006). Os resultados obtidos na análise química, na camada de 0-20 cm de profundidade, antes da instalação do experimento foram:  $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)}$ : 5,6; M.O.: 9 g  $\text{dm}^{-3}$ ; P resina: 88 mg  $\text{dm}^{-3}$ ; H+Al: 18 mmolc  $\text{dm}^{-3}$ ; K: 2,0 mmolc  $\text{dm}^{-3}$ ; Ca: 33 mmolc  $\text{dm}^{-3}$ ; Mg: 10 mmolc  $\text{dm}^{-3}$ ; SB: 45 mmolc  $\text{dm}^{-3}$ ; CTC: 63 mmolc  $\text{dm}^{-3}$  e V: 71 %. Baseado nas recomendações de Peressin e Feltran (2014) foram aplicados na adubação de plantio 20 kg  $\text{ha}^{-1}$  de N, 60 kg  $\text{ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e na adubação de cobertura 30 kg  $\text{ha}^{-1}$  de N.

No campo a adubação nitrogenada na batata-doce foi realizada de duas formas: 100 % aos 30 dias após brotações e 50 % aos 30 dias após brotações (10/04/2014) e 50 % aos

50 dias após as brotações das ramas (30/04/2014). Para avaliar a influência do parcelamento na qualidade pós-colheita da batata-doce, as raízes tuberosas colhidas no campo ao final do ciclo foram submetidas à diferentes tipos de armazenamento no laboratório. Com isso, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 2 x 3, com quatro repetições. Os tratamentos corresponderam a duas formas de parcelamentos do N no campo (100 % aos 30 dias; 50 % aos 30 e 50 % aos 50 dias) combinadas com três períodos de armazenamento no laboratório (0; 7 e 14 dias). No campo a parcela experimental foi composta por três leiras com 60 cm entre leiras e 30 cm entre plantas. Foi utilizada a variedade Canadense. A irrigação foi por aspersão e a colheita foi realizada em 28/07/2014 aos 120 dias após o plantio. As raízes foram transportadas para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortalças do Departamento de Horticultura da FCA em Botucatu. No tratamento com zero dia de armazenamento, duas raízes por parcela foram lavadas em água deionizada para a realização das análises de açúcar redutor, amido, proteína e umidade. Nos demais tratamentos de armazenamento duas raízes foram armazenadas em bandejas de poliestireno expandido à temperatura de 18,8-24,1 °C e umidade relativa de 24-43 %. Os açúcares redutores e o amido foram determinados pelo método de Somogyi adaptado por Nelson (1944). O teor de proteína foi determinado com o método de Kjeldahl (método 920.87 da Association of Analytical Chemists – OAC, 2005) e com fator de correção de 6,25 para conversão em proteína bruta. A umidade foi determinada pela fórmula:  $UM (\%) = \frac{P_i - P_j}{P_i} \times 100$ , sendo:  $P_i$ : o peso inicial da amostra;  $P_j$ : peso após secagem em estufa à 65 °C.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito de interação dos fatores (parcelamento da adubação nitrogenada x período de armazenamento) estudados para nenhuma das variáveis analisadas. Assim, os fatores serão discutidos separadamente.

Foram observadas diferenças significativas para todas as características avaliadas durante o período de armazenamento (Tabela 1). O parcelamento da adubação nitrogenada influenciou apenas nos teores de proteína (Tabela 2).

O maior (4,31 %) e menor (2,49 %) valor de açúcares redutores foram observados no 7° e 14° dias de armazenamento das batatas-doce, respectivamente. Os teores de amido aumentaram do dia zero ao 7° (Tabela 1), reduzindo no 14° dia com valor máximo de 7,24 %

no 7º dia o que demonstra que o período de armazenamento até este período pode ter contribuído para o aumento destes teores. O aumento verificado dos teores de açúcares redutores e amido devem-se provavelmente ao fato das raízes perderem água com a transpiração, acarretando a concentração destes carboidratos. Já a redução destes carboidratos observados no 14º dia pode ser resultado da utilização destes como fonte energética para o metabolismo vegetal como a respiração (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A falta de resposta em relação ao parcelamento da adubação nitrogenada para os teores de açúcares redutores e amido, provavelmente deva-se ao fato do nitrogênio estar mais envolvido no crescimento vegetativo de uma cultura e não relacionado à produção e translocação de carboidratos para órgãos de reserva (MALAVOLTA, 2006).

Os valores de açúcares redutores foram inferiores aos encontrados por Oliveira et al. (2005) que observaram valores máximos de 8,7 % ao avaliar níveis de ureia na cultivar Rainha Branca. Provavelmente esta diferença esteja relacionada com o fato de se tratar de cultivares diferentes. Este fato é evidenciado inclusive na presente pesquisa onde se observa teores e comportamentos diferentes entre as duas cultivares avaliadas. O mesmo foi observado para os teores de amido que foram inferiores aos descritos para a espécie que é de 13,4 % (Cereda et al., 2001) e 16 %, obtido por Silva (2004), em função de doses de fósforo. No entanto, deve-se ressaltar que o teor de amido também é dependente da cultivar empregada, condições de clima, nutrição e de solo.

Os teores de proteínas aumentaram do dia zero ao 14º com valor máximo de 0,93 g 100 g<sup>-1</sup> no 14º dia (Tabela 1). Provavelmente, a crescente perda de água pelas raízes levou ao aumento das concentrações de proteína.

Em relação ao parcelamento, observou-se maior teor de proteína com o parcelamento do nitrogênio. O nitrogênio é um dos constituintes dos aminoácidos que por sua vez formam as proteínas.

Em geral, o ciclo de desenvolvimento até a colheita, compreende três fases num período que varia de 90 a 150 dias. A duração deste crescimento varia de acordo com a variedade e das condições ambientais.

No entanto, a formação da raiz tuberosa pode começar com quatro semanas após o plantio. Condições favoráveis como água, nutrientes, condições climáticas são de extrema importância no primeiro mês após o plantio, pois em torno de 80 % das raízes tuberosas são formadas neste período. Além disso, dependendo da variedade, entre 8-12 semanas após o plantio, a planta deixa de formar novas raízes tuberosas. Depois deste período, toda a energia é direcionada para o engrossamento (acúmulo de carboidratos) das raízes. O crescimento da planta regularmente alcança o máximo na metade para a fase final do ciclo. Nessa fase, a parte aérea é bastante vigorosa, sendo que após este período, a densidade

foliar diminui, pois a planta transloca os fotoassimilados para as raízes tuberosas (ECHER, 2015).

Desta forma, o parcelamento da adubação nitrogenada permitiu melhor distribuição deste nutriente ao ciclo da cultura e assim a maior formação de proteína.

Os valores obtidos na presente pesquisa foram inferiores aos citados pelo NEPA, (2006) com valor de 1,3 g 100 g<sup>-1</sup> amostra. As características físico-químicas variam em função de diversos aspectos, sendo um dos mais importantes a cultivar empregada.

**Tabela 1.** Valores médios de açúcares redutores, amido, proteína e Umidade das raízes de batata-doce cv. Canadense, em função do armazenamento à temperatura de 18,4 - 23,7 °C e umidade relativa de 22 - 46 %. FCA/UNESP. 2014.

Armazenamento (dias)	Açúcares redutores (%)	Amido (%)	Proteína (g 100 g <sup>-1</sup> )	Umidade (%)
0	3,25 b	6,31 a	0,74 b	76,26 a
7	4,31 a	7,24 a	0,81 ab	72,10 b
14	2,49 b	4,69 b	0,93 a	75,60 a
CV (%)	15,88	13,15	11,74	1,73

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Foi observada diferença na porcentagem de umidade durante o período de armazenamento, não sendo, influenciada pela adubação parcelada de nitrogênio (Tabela 1 e 2). As menores perdas de umidade (72,10 %) foram observadas no 7° dia de armazenamento. No entanto, esta porcentagem de umidade encontra-se superior aos citados pelo NEPA, (2006) em torno de 69,5 %. É comum observar redução no teor de umidade de frutas e hortaliças com o decorrer do período de armazenamento, pois há diferença entre a umidade do ambiente e da raiz, contribuindo para as perdas de água para o ambiente. Além disso, embora a raiz não esteja mais ligada a “planta mãe” processos fisiológicos como a respiração continuam ocorrendo o que também leva à perda de água para a atmosfera ao redor da raiz (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

**Tabela 2.** Valores médios de açúcares redutores, amido, proteína e Umidade das raízes de batata-doce cv. Canadense, em função do parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura e armazenado à temperatura de 18,4 - 23,7 °C e umidade relativa de 22 - 46 %. FCA/UNESP, 2014.

Parcelamento	Açúcares redutores (%)	Amido (%)	Proteína (g 100 g <sup>-1</sup> )	Umidade (%)
Sem	3,50 a	6,04 a	0,77 b	74,62 a
Com	3,20 a	6,12 a	0,89 a	74,69 a
CV (%)	15,88	11,74	11,74	1,73

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

## 6 CONCLUSÕES

Em relação ao armazenamento, provavelmente a perda de água permitiu que ocorresse concentração de açúcares redutores, amido e proteína, no entanto, esta perda de água não foi suficiente para inviabilizar a comercialização e consumo das raízes.

Para os açúcares redutores e amido os maiores valores foram obtidos aos 7 dias de armazenamento.

O teor de proteína aumentou durante o período de armazenamento nas condições utilizadas neste experimento.

O parcelamento da adubação nitrogenada influenciou apenas nos teores de proteína das raízes tuberosas de batata-doce.

## 7 AGRADECIMENTOS

A Capes, pela concessão de bolsa de mestrado.

## 8 REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. 11. ed. Washington, DC: AOAC, 2005. 1015p.

BACARIN, M. A.; FERREIRA, L. S.; DEUNER, S.; BERVALD, C. M. P.; ZANATTA, E. R.; LOPES, N. F. Carboidratos não estruturais em tubérculos de batata recondicionados após o armazenamento sob diferentes temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 799-804, 2005.

CEREDA, M. P.; FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, J. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; VILPOUX, D. F.; SARMENTO, S. B. S. **Propriedades gerais do amido**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. 221 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. 2. ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 783 p.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

ECHER, F. R. **Nutrição e adubação da batata-doce**. Presidente Prudente: Universidade do Oeste Paulista, 2015. 94 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999, 412 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

KAYODE, G. O. Effects of NPK Fertilizers on tuber yield, starch content and dry matter accumulation of white guinea yam (*Dioscorea rotundata*) in a forest Alfisol of South Western Nigeria. **Experimental Agriculture**, v. 21, 1985, p. 389-393.

MALAVOLTA, E. Pesquisa com nitrogênio no Brasil – passado, presente e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE NITROGÊNIO EM PLANTAS, 1., Itaguaí, 1990. **Anais...** Itaguaí: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 1990, p. 89-177.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

NEPA. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Versão II. 2. ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p.

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 ureia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 925-928, 2005.

OLIVEIRA, A. P.; MOURA, M. F.; NOGUEIRA, D. H.; CHAGAS, 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**, Brasília, v. 24, p.279-282, 2006.

PERESSIN, V. A.; FELTRAN, J. C.. In: AGUIAR, A. T. E. et al. (editores). Boletim 200. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: IAC, 2014. p. 59-61.

SILVA, J. E. L. **Rendimento e teor de amido da batata-doce em função de doses de  $P_2O_5$  e de espaçamentos de plantio**. 2004. 68 f. (Dissertação mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2004.

SOUTO, J. S. **Adubação mineral e orgânica do cará da costa (*Dioscorea cayennensis* Lam.)**. 1989, 57 f. (Dissertação mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1989.