

COMUNICAÇÃO

COMPOSIÇÃO BIOQUÍMICA DE TUBÉRCULOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE BATATA CULTIVADOS EM CASA DE VEGETAÇÃO¹

Claudete Miranda Abreu²
Marcos Antonio Bacarin³
Arione da Silva Pereira⁴
Maria da Graça de Souza Lima⁵

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento das plantas e dos tubérculos de batata de alguns genótipos mantidos em casa de vegetação, como também determinar os teores de compostos relacionados ao metabolismo do carbono durante a formação dos tubérculos. Tubérculos de sete genótipos (Catucha, Cristal, Monte Bonito, Baronesa, Macaca, C-1226-35-80 e C-1582-25-90) do germoplasma da Embrapa Clima Temperado provenientes do plantio de outono e tratados com GA₃, foram cultivados em vasos plásticos (5 L) contendo areia, em casa de vegetação, com adição semanal de solução nutritiva. Foram analisados os parâmetros crescimento de planta e produção de tubérculo. Observou-se variação de ciclo de desenvolvimento entre os genótipos. Quanto à partição de assimilados, destacaram-se os cultivares Catucha, Baronesa e Macaca e o clone C-1582-25-90, com a maior porção para os tubérculos. A maior produção em número de tubérculos foi obtida no cultivar Cristal e no clone C-1582-25-90. Houve variação no conteúdo de carboidratos não-estruturais entre os genótipos durante o desenvolvimento dos tubérculos. No final do ciclo, o cultivar Cristal apresentou o maior conteúdo de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, teor relativo de amilose e menor teor de amido, e os cultivares Catucha e Monte Bonito tiveram o maior teor de sacarose. Estes resultados indicam a importância do genótipo nas características estudadas.

Palavras-chaves: *Solanum tuberosum*, carboidratos.

¹ Parte da dissertação de mestrado em Fisiologia Vegetal apresentada à UFPEL, pelo primeiro autor, com auxílio da CAPES. Aceito para publicação em 21.05.2001.

² Dep. Ciências Morfobiológicas. Fundação Universidade do Rio Grande. Av. Itália Km 8, Campus Carreiros. 96201-900 Rio Grande, RS.

³ Dep. Botânica, UFPel, Campus Universitário. 96010-900 Pelotas, RS.

⁴ Embrapa Clima Temperado. Cx. P. 403. 96001-970 Pelotas, RS.

⁵ Bolsista PIBIC/CNPq. Dep. Botânica, UFPel, Campus Universitário. 96010-900 Pelotas, RS.

ABSTRACT

BIOCHEMICAL COMPOSITION OF POTATOES TUBERS OF SEVERAL GENOTYPES CULTIVATED UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

The objective of this work was to evaluate the growth of the plant and potato tubers of seven genotypes (Catucha, Cristal, Monte Bonito, Baronesa, Macaca, C-1226-35-80 and C-1582-25-90) from a germoplasm of Embrapa Clima Temperado, autumn growing season and treated with GA₃. Tubers were sowed in plastic pots (5L), containing sand and added weekly nutrition solutions, under greenhouse conditions. Characteristics of growth, development and tuber production were analyzed during three developmental stages. There was a time variation to complete the entire cycle among the genotypes. The cvs. Catucha, Baronesa and Macaca and the clone C-1582-25-90 showed the largest assimilate partition, with potato tubers as a preferential sink. The largest production in tuber number was obtained with cv. Cristal and clone C-1582-25-90. There was a variation in carbohydrate content among the genotypes during tuber development. At the end of the cycle, the cv Cristal had the largest content of total soluble sugars, reducing sugars, relative amylose content and the smallest starch content. The cvs. Catucha and Monte Bonito showed higher sucrose content, indicating that all parameters analyzed depend on the genetic charge.

Key words: *Solanum tuberosum*, carbohydrates.

A Região Sul é responsável pela metade da produção brasileira de batata. Nas principais áreas dessa região são feitos dois cultivos anuais (primavera e outono) (17). A indução à tuberização está associada com as condições do ambiente (5). Dentre as condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento dos tubérculos sobressaem a temperatura (9) e o fotoperíodo (4).

Temperaturas elevadas (30 – 35 °C) afetam a partição de assimilados, diminuindo a quantidade translocada para os tubérculos e aumentando-a em outras partes da planta (5). Importante na fisiologia da planta, a partição de assimilados é também destaque na produção econômica (6). As diferenças genéticas na produção de uma cultura determinam, na maioria das espécies, o coeficiente de partição de assimilados, que pode ser aumentado pela capacidade fotossintética e área foliar (2).

A batata, cujo valor nutricional é maior que o considerado pelos consumidores, não apenas como fonte de amido, mas também pelo teor de proteínas, vitaminas e sais minerais, constitui-se em importante alimento, sendo a maior fonte de calorias na dieta humana (4).

O amido é o principal carboidrato armazenado nos tubérculos, com importante função nos processos metabólicos da planta (19), pois constitui cerca de 80% da matéria seca do órgão (10). Os principais componentes do

grão de amido são os polímeros de glicose: amilose, com a maioria das ligações glicosídicas na forma linear, e amilopectina, com a maioria das ligações na forma ramificada (11). A razão entre a amilose e amilopectina permite diferenciada utilização do amido na culinária. O amido com amilopectina em maior quantidade é responsável pela viscosidade e elasticidade das massas (13).

Objetivou-se neste trabalho avaliar o crescimento das plantas e dos tubérculos de batata de alguns genótipos cultivados em casa de vegetação, bem como determinar os teores de compostos relacionados ao metabolismo do carbono durante a formação dos tubérculos.

Material e métodos. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na EMBRAPA-Clima Temperado no município de Pelotas, RS. Foram utilizados sete genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.): cultivares Macaca, Monte Bonito, Catucha, Baronesa e Cristal e os clones C-1582-25-90 e C-1226-35-80.

Os tubérculos-sementes, oriundos do campo experimental da EMBRAPA-Clima Temperado, foram tratados com ácido giberélico, para estimular a brotação (15 dias antes do plantio). Após o tratamento, foi realizado o plantio em vasos plásticos de cinco litros, contendo areia lavada. Sempre que necessário, os vasos foram irrigados com água de torneira e, após a emergência das plantas, aplicaram-se 200 mL vaso⁻¹ da solução de Hoagland e Arnon (8), duas vezes por semana. A dose foi aumentada para 350 mL aos 30 dias após o início da emergência.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições por genótipo. Realizaram-se análise de variância e teste de médias (Duncan) para o teor de carboidratos não-estruturais.

Quando as plantas atingiram a senescência, os tubérculos foram colhidos, contados e classificados por tamanho, de acordo com o diâmetro da região mediana transversal. A seguir, foi determinada gravimetricamente a matéria fresca dos novos tubérculos e, após secagem em estufa a 70 °C +/- 2 °C, obteve-se a matéria seca.

O teor de amido foi determinado segundo o método descrito por McCready et al. (14); o teor de carboidratos solúveis totais por meio das reações com antrona (1); e os açúcares redutores, pelo método de Somogy-Nelson (7, 15). A sacarose foi determinada pela reação com antrona fria, após adição de KOH quente (16). A extração e a preparação da suspensão de amido para a estimativa do teor relativo de amilose, baseada na absorvância a 620 nm, após reação com solução de lugol, foram realizadas segundo metodologia descrita por Denyer et al. (3).

Resultados e discussão. Os cultivares Baronesa e Cristal apresentaram ciclo vegetativo mais precoce, com 92 e 103 dias, respectivamente; os genótipos Catucha, Monte Bonito e C-1582-25-90, com 130 dias, e C-1226-35-80, com 133 dias foram mais tardios. O ciclo de plantas em casa de vegetação normalmente é maior que o encontrado nas condições de campo devido, dentre outros fatores, à temperatura mais elevada. Diferenças semelhantes também foram encontradas por Ewing (4) em seu estudo sobre a tuberização de vários genótipos, cujos resultados parecem indicar que as diferenças genéticas têm grande efeito no grau de indução à tuberização e, conseqüentemente, na maturação das plantas.

Dentre os genótipos testados, as plantas do cultivar Monte Bonito apresentaram porte mais alto, enquanto as do cultivar Baronesa mostraram porte baixo (dados não mostrados). Segundo Ewing (4), plantas que crescem em temperaturas elevadas apresentam porte mais alto, pois este fator estimula o crescimento dos internós e das ramificações, devido ao aumento da partição de assimilados na parte aérea. Este experimento foi realizado com plantio de primavera, no qual a temperatura e o fotoperíodo elevaram-se durante o desenvolvimento das plantas. As plantas do cultivar Monte Bonito respondem mais a fotoperíodos curtos para a tuberização e produção de tubérculos em condições de fotoperíodo longo, ocorrendo maior partição de fotoassimilados para o crescimento da parte aérea. A taxa de crescimento das hastes é variável e está relacionada com fatores como temperatura, umidade e cultivar, modificando, dessa forma, a morfologia da planta (4).

Os números médios de tubérculos por planta são apresentados na Quadro 1. A diferença do diâmetro encontrada entre os tubérculos de todos os genótipos provavelmente também esteja relacionada com o início da tuberização. Nas plantas do clone C-1582-25-90 predominaram tubérculos com diâmetro maior, nas quais foi observado retardamento na senescência das folhas, permitindo, assim, um período maior de produção e transporte de fotoassimilados para os tubérculos. Em relação ao número total de tubérculos, destacou-se com maior número o cultivar Cristal, e com menor número o Monte Bonito (Quadro 1). No caso das plantas do cultivar Monte Bonito, tal fato pode estar associado à maior partição de fotoassimilados para a parte aérea em detrimento da produção de tubérculos.

A produção de tubérculos expressa em grama de matéria fresca por planta apresentou comportamento diferenciado entre os genótipos (Quadro 1).

A composição de carboidratos não-estruturais e a estimativa de amilose nos tubérculos estão apresentadas no Quadro 2. As plantas do

cultivar Cristal apresentaram nos tubérculos aumento de carboidratos solúveis totais e açúcares redutores, parecendo indicar que este cultivar teve maior efeito do estresse de alta temperatura, levando ao aumento do conteúdo de açúcares redutores pela ação das enzimas invertase. Maiores teores de açúcares redutores são possivelmente ocasionados pela degradação do grão de amido, iniciado pelas enzimas desramificadoras da amilopectina (12). O processo acentuado de senescência das plantas também pode ter afetado o baixo conteúdo de amido encontrado neste cultivar, pois os tubérculos apresentaram alto teor relativo de amilose. Os resultados podem ser atribuídos também ao maior número e menor diâmetro dos tubérculos, expressando grande competição por fotoassimilados entre os drenos preferenciais (tubérculos) presentes. Os fatores que afetam a quantidade de açúcares são provavelmente complexos e variados, incluindo a translocação de sacarose, a velocidade e direção da decomposição da sacarose, a fosforilação da glicose e frutose e a atividade das enzimas (18).

Concluiu-se que as condições do meio em que foram cultivadas as plantas podem ter afetado a produção de tubérculos e o seu metabolismo, em resposta principalmente à temperatura, alterando o ciclo das plantas. O estudo demonstrou ainda que há variação entre os genótipos, quanto ao crescimento e à composição de carboidratos não-estruturais durante o período de formação dos tubérculos.

QUADRO 1 - Número médio e distribuição média de tubérculos de batata em relação ao diâmetro no final do ciclo de desenvolvimento das plantas cultivadas em casa de vegetação, na primavera

Genótipo	Produção de tubérculos		
	Número de tubérculos	Matéria fresca (g/tubérculo)	Número de tubérculos com diâmetro ≥ 45 mm
Catucha	5,0	41,49	1,0
Cristal	10,3	18,16	2,0
Monte Bonito	4,5	37,04	0,6
Macaca	4,6	49,48	1,3
Baronesa	4,6	47,58	1,0
C-1226-35-80	5,0	41,59	1,6
C-1582-25-90	8,0	24,55	3,6

QUADRO 2 - Teores de açúcares solúveis totais, sacarose, açúcares redutores, amido e teor relativo de amilose em tubérculos de genótipos de batata cultivadas em casa de vegetação, na primavera					
Genótipos	Açúcares solúveis totais (mg g ⁻¹ glicose matéria fresca)	Sacarose (mg g ⁻¹ sacarose matéria fresca)	Açúcares redutores (mg g ⁻¹ glicose matéria fresca)	Amido (mg g ⁻¹ matéria fresca)	Teor relativo de amilose (A ₆₂₀ g ⁻¹ amido g ⁻¹ matéria fresca)
Catucha	4,886 B ⁽¹⁾	1,003 A	0,143 C	134,385 B	6,993 B
Macaca	3,257 B	0,526 AB	0,195 C	94,461 B	11,291 B
Baronesa	2,157 B	0,633 AB	0,220 C	126,471 B	10,155 B
Cristal	9,440 A	0,483 AB	8,740 A	43,086 C	30,214 A
Monte Bonito	2,517 B	0,980 A	2,436 B	99,849 B	8,664 B
C-1582-25-90	2,597 B	0,373 B	0,170 C	135,047 B	6,509 B
C-1226-35-80	4,480 B	0,366 B	2,575 B	145,095 AB	8,676 B

⁽¹⁾Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan (P < 0,05).

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à CAPES pela concessão de bolsa de estudo para o primeiro autor durante o desenvolvimento da dissertação de mestrado em Fisiologia Vegetal na Universidade Federal de Pelotas.

REFERÊNCIAS

1. CLEGG, K.M. The application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 7:40-4, 1956.
2. CURTIS, J.N. Genetic associations between photosynthetic characteristics and yield. Review of the evidence. *Plant Physiology and Biochemistry*, 26:543-54, 1998.
3. DENYER, K.; BARBER, L.M.; BURTON, R.; HEDLEY, C.L.; HYLTON, C.M.; JOHNSON, S.; JONES, D.A.; MARSHALL, J.; SMITH, A.M.; TATGE, H.; TOMLINSON, K. & WANG, T.L. The isolation and characterization of novel low-amylose mutants of *Pisum sativum* L. *Plant Cell and Environment*, 18:1019-26, 1995.
4. EWING, E.E. Potato. In: Wien, H. C. (ed). *The physiology of vegetable crops*. New York, Academic Press, 1997. p. 295-344.
5. EWING, E.E. & STRUIK, P.C. Tuber formation in potato: induction, initiation and grow. *Horticultural Review*, 14:89-197, 1992.
6. HENDRIX, J.E. Assimilate, transport and partitioning. In: Pessarakli, M. (ed.). *Handbook of plant and crop physiology*. New York, Marcel Dekker, 1994. p. 357-85.
7. HODGE, J.E. & HOFREITER, B.T. Analysis and preparation of sugars. In: Whistler, R.L. & Wolfrom, M.L. (eds.). *Methods in carbohydrate chemistry*. New York, Academic Press, 1962. p. 356-78.
8. HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. The water culture method for growing plants without soil. Berkeley, University of California Agricultural Experiment Station, 1938. 34 p.
9. JACKSON, S.D. Multiple signaling pathways control tuber induction in potato. *Plant Physiology*, 119:1-8, 1999.
10. KOßMANN, J.; SONNEWALD, U. & WILLMTIZER, A. Reduction of the chloroplastic fructose-1,6-bisphosphatase in transgenic potato plants impairs photosynthesis and growth. *Plant Journal*, 6:637-50, 1994.

11. KUIPERS, A.G.J.; JACOBSEN, E. & VISSER, R.G.F. Formation and deposition of amylose in the potato starch granule are affected by the reduction of granule-bound starch synthase gene expression. *The Plant Cell*, 6:43-52, 1994.
12. LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L. & COX, M.M. *Princípios de bioquímica*. 2 ed. São Paulo, Sarvier, 1995. 839 p.
13. MARTIN, C. & SMITH, A.M. Starch biosynthesis. *The Plant Cell*, 7:971-85, 1995.
14. McCREADY, R.M.; GUGGOLZ, J. & WENS, H.S. Determination of starch and amylase in vegetables. *Analytical Chemistry*, 22:1156-8, 1950.
15. NELSON, N.A. A photometric adaptation of the somogy method for the determination of glucose. *Journal of Biological Chemistry*, 153:375-80, 1944.
16. PASSOS, L.P. *Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal*. Brasília, EMBRAPA-CNPGL, 1996. 223 p.
17. PEREIRA, A. S. Desenvolvimento de cultivares de batata na região sul. In: *Reunião Técnica Anual de Pesquisa e Extensão da Cultura da Batata na Região Sul*, Pelotas, 1999. Anais ... Pelotas, EMBRAPA Clima Temperado, 1999. p. 37-42.
18. REES, T. & MORRELL, S. Carbohydrate metabolism in developing potatoes. *American Potato Journal*, 67:835-47, 1990.
19. TANDECARZ, J.S.; ARDILA, F.J.; BOCCA, S.N.; MORENO, S. & ROTHSCHILD, A. On the initiation of starch synthesis. In: Portis, H.G.; Salerno, G.L. & Echeverria, E.J. (eds.). *Sucrose metabolism, biochemistry and molecular biology*. Rockville, American Society of Plant Physiologists, 1995. p.107-14.