

## Variações do conteúdo de glicose, frutose e sorbitol em gemas e ramos de macieira durante a dormência

### Variations of glucose, fructose and sorbitol content in buds and stems of apple tree during the dormancy period

Ruy Inacio Neiva de Carvalho<sup>1</sup> Flávio Zanette<sup>2</sup>

#### - NOTA -

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar as variações do conteúdo de glicose, frutose e sorbitol em gemas e ramos de um ano de macieira durante o período de dormência. Os ramos da cultivar "Imperial Gala" foram coletados em Porto Amazonas-PR, em intervalos de 21 dias, de abril a agosto (19/04, 10/05, 31/05, 21/06, 12/07, 02/08 e 23/08), e receberam ou não tratamento com frio suplementar de 1.440 horas à temperatura de 4 a 7°C. As análises dos carboidratos foram realizadas em gemas e porções de ramos adjacentes às primeiras por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Ocorreu um acúmulo de glicose, frutose e sorbitol nas gemas de macieira durante a dormência. O acúmulo de glicose e frutose nos ramos aconteceu até o início de agosto quando, em seguida, houve redução, enquanto o sorbitol decresceu até junho e, em seguida, elevou-se até o final de agosto. O tratamento com frio ao longo da dormência modificou as variações dos conteúdos de carboidratos nas gemas e ramos de macieira.

**Palavras-chave:** *Malus domestica* Borkh., "Imperial Gala", carboidratos.

#### ABSTRACT

This research was aimed at evaluating the variations of glucose, fructose and sorbitol content in one year old buds and stems of apple trees during the dormancy period. The stems of cv. Imperial Gala were collected in Porto Amazonas, Parana State, Brazil, at intervals of 21 days from April to August (April 19<sup>th</sup>, May 10<sup>th</sup>, May 31<sup>st</sup>, June 21<sup>st</sup>, July 12<sup>th</sup>, August 2<sup>nd</sup> and August 23<sup>rd</sup>) and were treated or not with 1,440 hours of chill (4 to 7°C). The carbohydrates were analysed in buds and stem tissues close to buds by high performance liquid

chromatography (HPLC). There was an increase of glucose, fructose and sorbitol content in apple tree buds during the dormancy. An increase of glucose and fructose content in stems occurred until August 2<sup>nd</sup> followed by a significant reduction, while the sorbitol content decreased until June 21<sup>st</sup> followed by an increase until August 31<sup>st</sup>. The chill treatment during the dormancy period modified the variations of carbohydrate contents in buds and stems of apple tree.

**Key words:** *Malus domestica* Borkh., 'Imperial Gala', carbohydrate.

A baixa atividade metabólica nas gemas de árvores frutíferas durante a dormência permite importantes alterações nos conteúdos de carboidratos dos tecidos internos à gema ou nas suas adjacências, cuja dinâmica pode inibir ou favorecer o crescimento de um novo órgão na planta. Gemas de macieira apresentaram maior porcentagem de carboidratos solúveis na entrada da endodormência, e o frio promoveu o acúmulo desses carboidratos tanto nas gemas quanto nos ramos adjacentes a elas (CARVALHO & ZANETTE, 2004b). Em pereiras, o maior acúmulo de carboidratos em gemas nas datas próximas ao florescimento pode indicar o término da endodormência (HERTER et al., 2001).

Porém, a análise isolada do conteúdo de carboidratos totais nas gemas e ramos pode levar a uma conclusão equivocada, pois alguns deles, como a

<sup>1</sup>Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC - PR), Rodovia BR 376, Km 14, 83010-500, São José dos Pinhais, PR, Brasil. Fone: (41) 3299-4300. E-mail: ruy.carvalho@pucpr.br. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Rua dos Funcionários, 1540, 80035-050. Curitiba, Paraná, Brasil. Fone: (41) 3350-5650. E-mail: flazan@ufpr.br.

glicose e a frutose, podem ter sua concentração alterada em relação a outros. Embora a sacarose seja a mais importante forma de transporte de carbono em plantas superiores, na família Rosaceae (maçã, pêra, cereja, pêssego e ameixa), o sorbitol aparece em maior quantidade (LOESCHER & EVERARD, 1996). O objetivo do trabalho foi determinar as variações do conteúdo de glicose, frutose e sorbitol em gemas e ramos de um ano de macieira que receberam ou não frio suplementar durante o período de dormência.

O trabalho foi realizado com ramos de um ano de macieira da cultivar “Imperial Gala” coletados no período de abril a agosto de 2000, em pomar com 5 anos de idade conduzido em plantio adensado (4,0 x 1,35m) na Fazenda Agropecuária Boutin, em Porto Amazonas - PR (25,55° latitude Sul, 49,90° de longitude Oeste e 795m de altitude). A região é considerada de baixa ocorrência de frio, pois, neste ano, ocorreram apenas 386 horas de frio abaixo de 7,2°C.

Os ramos íntegros com disposição espacial oblíqua foram coletados em sete datas distintas (19/04, 10/05, 31/05, 21/06, 12/07, 02/08 e 23/08) e, em seguida, receberam ou não tratamento com frio suplementar de 1.440 horas à temperatura de 4 a 7°C, em geladeira.

As gemas laterais foram coletadas retirando-se as cinco escamas mais externas. As amostras de

ramos foram obtidas por meio do fracionamento de porções de ramos com 1,0cm de comprimento divididos ao meio longitudinalmente, mantendo-se, para análise, a metade que possuía no centro uma gema que foi eliminada. As amostras de gemas e ramos foram imediatamente armazenadas a -18°C.

As extrações e determinações do conteúdo de glicose, frutose e sorbitol foram realizadas nos Laboratórios do Departamento de Bioquímica e Química da Universidade Federal do Paraná. A extração etanólica foi realizada segundo método de GAUDILLÈRE et al. (1992). As análises quantitativas de glicose, frutose e sorbitol foram feitas por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), com curvas padrões construídas nas concentrações de 0,1 a 2,0mg mL<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental adotado foi o de parcelas subdivididas no tempo, com o fator principal arranjado em blocos casualizados. O fator principal estudado foi o tratamento com frio com dois níveis e as subparcelas foram representadas pelas datas de coleta de ramos com sete níveis, utilizando-se três repetições.

As gemas que não receberam frio suplementar apresentaram uma evolução significativa no conteúdo de glicose, frutose e sorbitol durante o período estudado (Tabela 1). Apesar de gemas de

Tabela 1 - Conteúdo de glicose, frutose e sorbitol em gemas e ramos adjacentes de um ano de idade de macieira da cultivar “Imperial Gala” que receberam ou não tratamento com 1.440 horas de frio suplementar de 4 a 7°C.

Datas de avaliação	Conteúdo do carboidrato (mg.g <sup>-1</sup> de matéria seca) em função do tratamento com frio											
	Glicose				Frutose				Sorbitol			
	Com		Sem		Com		Sem		Com		Sem	
<b>Gemas</b>												
19/04	15,26	Ad	2,62	Bd	16,27	Ad	3,36	Bg	23,49	Bf	25,80	Af
10/05	12,43	Af	6,44	Bc	13,56	Af	5,36	Bf	13,96	Bg	28,84	Ae
31/05	17,60	Ab	6,70	Bc	17,99	Ac	6,11	Be	38,00	Ac	25,73	Bf
21/06	18,22	Aa	9,22	Bb	21,47	Aa	8,71	Bc	40,24	Ab	31,90	Bb
12/07	16,15	Ac	9,02	Bb	19,26	Ab	9,17	Bb	36,90	Ad	29,61	Bd
02/08	15,95	Ac	9,04	Bb	17,91	Ac	7,87	Bd	35,23	Ae	30,69	Bc
23/08	12,70	Ae	10,16	Ba	14,11	Ae	9,98	Ba	43,97	Aa	40,24	Ba
CV (%)	0,86				0,73				0,76			
<b>Ramos</b>												
19/04	7,39	Ae	2,32	Bg	7,77	Ae	2,44	Bg	17,99	Bd	25,04	Aa
10/05	12,24	Aa	5,21	Bf	13,24	Aa	3,22	Bf	24,21	Aab	14,80	Be
31/05	10,13	Ac	6,27	Be	12,23	Ab	6,20	Be	20,48	Ac	17,83	Bd
21/06	10,66	Ab	7,50	Bc	12,29	Ab	8,23	Bc	23,83	Aab	11,94	Bf
12/07	8,92	Bd	10,46	Ab	10,27	Bd	10,87	Ab	24,99	Aa	19,19	Bc
02/08	10,58	Bb	11,44	Aa	11,24	Bc	12,82	Aa	24,20	Aab	22,00	Bb
23/08	6,40	Bf	7,07	Ad	7,49	Af	6,48	Bd	23,36	Bb	24,65	Aa
CV (%)	1,27				0,94				2,21			

\*Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas dentro de cada carboidrato diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

macieira apresentarem redução do nível de carboidratos solúveis totais ao longo da dormência (CARVALHO & ZANETTE, 2004b), o aumento dos monossacarídeos glucose, frutose e sorbitol sugere que outros mono ou oligossacarídeos podem ser exportados da gema diretamente ou primeiramente degradados e, em seguida, exportados.

O tratamento com frio suplementar acarretou acúmulo de glucose e frutose nas gemas em todas as épocas estudadas e de sorbitol a partir do final de maio, em comparação com as gemas que não receberam frio (Tabela 1). Segundo CARVALHO & ZANETTE (2004a), a endodormência mais intensa de gemas de um ano de macieira "Imperial Gala" cultivada na região de Porto Amazonas ocorreu em julho, de forma que, na entrada da endodormência, mesmo com o suprimento de frio adicional, o conteúdo de sorbitol permaneceu baixo nos tecidos internos das gemas. Com a ocorrência de baixas temperaturas, normalmente o conteúdo de sorbitol aumenta na macieira (LOESCHER & EVERARD, 1996). Porém, após o tratamento com frio precocemente em abril, a sua característica de acumulação foi alterada, ocorrendo uma exportação ou uma degradação. Já o tratamento com frio tardio em agosto proporcionou aumento do conteúdo de glucose, frutose e sorbitol nas gemas. HERTER et al. (2002) encontraram alterações do conteúdo de sorbitol em gemas de pereiras causadas pela flutuação térmica, porém o fato não ocorreu para a glucose e a frutose.

O aumento do conteúdo de glucose, frutose e, em especial, de sorbitol nas gemas que não receberam frio suplementar tem a função de proteger a gema contra situações de estresse principalmente térmico. Como as gemas constituem-se de tecidos drenos de fotoassimilados, a sua capacidade de sintetizar sorbitol é pequena ou nula. Dessa forma, o acúmulo de sorbitol acontece por translocação de tecidos adjacentes, não havendo impedimentos físicos ou fisiológicos que impossibilitem a sua translocação. Se houvesse a redução química da glucose ou da frutose para a formação localizada de sorbitol, haveria redução do conteúdo destes dois monossacarídeos, fato que não ocorreu, sugerindo-se que a glucose e a frutose também teriam sido importadas pela gema. Por outro lado, se o nível de carboidratos totais se reduz ao longo da dormência, conforme determinaram CARVALHO & ZANETTE (2004b), o conteúdo de outros carboidratos solúveis também se reduz com a entrada em dormência, sugerindo que o transporte entre gema e tecidos adjacentes é livre, porém seletivo. Enquanto alguns carboidratos fluem diretamente para o exterior da gema, outros fluem em sentido contrário.

O transporte nestes tecidos acontece a distâncias muito curtas e pode ocorrer via simplasto ou apoplasto (THORPE & MINCHIN, 1996). O transporte via simplasto, por plasmodesmos, pode exercer um controle grosseiro de seletividade de moléculas, facilitando a passagem de moléculas pequenas e bloqueando a passagem de outras maiores. Assim, a glucose, a frutose e o sorbitol poderiam ser transportados via plasmodesmos para qualquer direção. Já o transporte via apoplasto envolve carregadores de membrana (proteínas) e pode ocorrer juntamente com o transporte de outras substâncias no mesmo sentido ou em sentido contrário (BUCKHOUT & TUBBE, 1996). Esta hipótese parece explicar melhor o transporte a curta distância nas gemas de macieira, uma vez que transportadores específicos podem transportar moléculas específicas em uma direção e, ao mesmo tempo, transportar outras em direção contrária. Alterações na membrana ao longo do tempo podem modificar esta seletividade, tornando coerentes as propostas de dormência que sugerem que o fenômeno esteja envolvido com a composição das membranas (EREZ, 2000) e com a quantidade e atividade de ATPase na membrana (AUE et al., 2000).

Com o detalhamento dos carboidratos solúveis nos ramos, o conteúdo de glucose e frutose aumentou até o final da dormência em agosto e, em seguida, diminuiu quando não houve tratamento com frio (Tabela 1). Porém, o conteúdo de sorbitol decresceu até a metade de junho, possivelmente devido a sua exportação às gemas, que apresentaram, nesse período, um acúmulo de sorbitol. A posterior elevação do conteúdo de sorbitol após o mês de junho possivelmente está relacionada à translocação desse carboidrato de tecidos mais distantes visando à manutenção de um fluxo constante em direção à gema que em breve iniciará o crescimento. Como propuseram HERTER et al. (2001), a translocação de carboidratos para as gemas pode ser indicação do término da endodormência.

O tratamento com frio suplementar promoveu o acúmulo de glucose e frutose nos ramos coletados até junho e na dormência mais intensa. Já seu final, em agosto, o frio proporcionou redução desses carboidratos. Pode-se considerar que a ocorrência do frio precoce antecipou o acúmulo de carboidratos nos ramos que aconteceria no campo apenas na saída da dormência.

Conclui-se que ocorreu um acúmulo de glucose, frutose e sorbitol nas gemas de macieira durante a dormência. O acúmulo de glucose e frutose nos ramos aconteceu até o início de agosto quando, em seguida, houve sua redução, enquanto o sorbitol

decreveu até junho e, em seguida, elevou-se até o final de agosto. O tratamento com frio ao longo da dormência modificou as variações dos conteúdos de glicose, frutose e sorbitol nas gemas e ramos de macieira.

## REFERÊNCIAS

- AUE, H.L. et al. Changes in the parameters of the plasmalemma ATPase during peach vegetative bud dormancy. **Biologia Plantarum**, Praga, v.43, n.1, p.25-29, 2000.
- BUCKHOUT, T.J.; TUBBE, A. Structure, mechanisms of catalysis, and regulation of sugar transporters in plants. In: ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A.A. **Photoassimilate distribution in plants and crops: source-sink relationships**. New York: Marcel Dekker, 1996. p.229-260.
- CARVALHO, R.I.N.; ZANETTE, F. Dinâmica da dormência de gemas de macieira 'Imperial Gala' durante o outono e inverno em região de baixa ocorrência de frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.65-68. 2004a.
- CARVALHO, R.I.N.; ZANETTE, F. Conteúdo de carboidratos em gemas e ramos de macieira durante o outono e inverno em região de baixa ocorrência de frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.202-205, 2004b.
- EREZ, A. Bud dormancy: a suggestion for the control mechanism and its evolution. In: VIÉMONT, J.D.; CRABBÉ, J. **Dormancy in plants: from whole plant behaviour to cellular control**. Cambridge: University, 2000. p.23-33.
- GAUDILLÈRE, J.P. et al. Vigour and non-structural carbohydrates in young prune trees. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.51, p.197-211, 1992.
- HERTER, F. et al. Níveis de carboidratos em tecidos de pereiras cv. Nijisseiki em duas épocas que antecedem o florescimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus, BA, Brasil. **Anais...** Ilhéus: SBFV, 2001. 1 CD-ROOM.
- HERTER, F. et al. Concentração de carboidratos em gemas florais de pereira cv. Nijisseiki submetidas à flutuação térmica durante o período de dormência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém, PA, Brasil. **Anais...** Belém: SBF, 2002. 1 CD-ROOM.
- LOESCHER, W.H.; EVERARD, J.D. Sugar alcohol metabolism in sinks and sources. In: ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A.A. **Photoassimilate distribution in plants and crops: source-sink relationships**. New York: Marcel Dekker, 1996. p.185-207.
- THORPE, M.R.; MINCHIN, P.E.H. Mechanisms of long- and short-distance transport from sources to sinks. In: ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A.A. **Photoassimilate distribution in plants and crops: source-sink relationships**. New York: Marcel Dekker, 1996. p.261-282.