

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE UVA 'ITÁLIA' SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE CÁLCIO. I. PERDA DE MASSA, ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E TEORES DE CÁLCIO¹

MARIA AUXILIADORA COELHO DE LIMA²
RICARDO ELESBÃO ALVES³
JOSTON SIMÃO DE ASSIS⁴
JOSÉ TARCISO ALVES COSTA⁵

RESUMO - A influência do cálcio pré-colheita sobre a perda de massa, alterações físico-químicas e teores de cálcio, durante o armazenamento de uva 'Itália', foi avaliada num experimento realizado na Empresa Timbaúba Agrícola S.A., em Petrolina-PE. O cálcio foi aplicado na forma de CaCl₂, por imersão dos cachos, durante 10 segundos, nas doses de 0 e 1,5%, na fase inicial de mudança de cor e amolecimento das bagas. As uvas colhidas foram armazenadas sob refrigeração (3,3-3,6°C e 87-99% U.R.) e avaliadas aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em

fatorial 2 x 6, com três repetições. Analisaram-se perda de massa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, pH e teores de cálcio total, solúvel e insolúvel no engaço e na baga. Prolongando-se o armazenamento, a perda de massa dos cachos aumentou. O teor de SST, o pH e a relação SST/ATT foram menores nos frutos que receberam Ca 1,5%. Estes, ainda, tiveram ATT e teores de cálcio no engaço e na baga mais elevados. Contudo, os valores de SST atenderam à exigência de mercado. A vida útil das uvas foi de aproximadamente 56 dias, quando a elevação do pH indicava senescência.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Armazenamento, qualidade, uva de mesa.

STORAGE OF 'ITÁLIA' GRAPE SUBMITTED AT CALCIUM APPLICATION. I. WEIGHT LOSS, PHYSICO-CHEMICALS CHANGES AND CALCIUM CONTENT

ABSTRACT - The influence of the calcium preharvest treatment on the weight loss, physico-chemical changes and calcium content during the storage of 'Itália' grape was evaluated in an experiment accomplished in Timbaúba Agrícola S.A. firm, in Petrolina, Pernambuco, Brazil. Calcium was applied in the form of CaCl₂, by immersion of the bunches, during 10 seconds, in the doses of 0 and 1,5%, in initial phase of color change and softening of berry. Grapes were stored under refrigeration (3,3-3,6°C and 87-99% R.H.) and evaluated at 0, 14, 28, 42, 56 and 70 days. The experimental design was completely randomized

according to 2 x 6 factorial arrangement in three replications. Weight loss, total soluble solids (TSS), total titrable acidity (TTA), TSS/TTA ratio, pH and total soluble and insoluble calcium content in the rachis and in the berry were analyzed. Weight loss increased during the storage. The treatment with calcium decreased TSS content, pH and TSS/TTA ratio, and it increased TTA and calcium content in the rachis and in the berry. However, the values of TSS accomplished with the market demand. The storage life of the grapes was about 56 days, when the elevation of pH indicated senescence.

INDEX TERMS: Quality, storage, table grape.

1. Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal do Ceará, para obtenção do título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia
2. Engenheira Agrônoma, M.Sc., estudante de doutorado, Universidade Federal do Ceará
3. Dr., pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Caixa Postal 3761, Fortaleza-CE, 60.511-110
4. Dr., pesquisador da Embrapa Semi-Árido, Caixa Postal 23, Petrolina-PE, 56.300-000
5. PhD, professor da Universidade Federal do Ceará, Caixa Postal 6012, Fortaleza-CE, 60.451-970

INTRODUÇÃO

A perda de água, freqüente durante as operações comerciais, é um dos mais importantes problemas pós-colheita da uva de mesa (Salunkhe e Desai, 1984), tendo como primeira consequência visível o escurecimento do engajo. Segundo Winkler *et al.* (1974), uma perda de água de apenas 5%, além da redução da massa e da consistência, resulta no murchamento de muitos frutos, afetando a aparência e a firmeza ideais para o consumo.

A magnitude desse e de outros tipos de perda depende, fundamentalmente, da cultivar e das condições climáticas nas quais as uvas são produzidas (Salunkhe e Desai, 1984). Mas essa perda pode ser minimizada por meio de práticas culturais e técnicas apropriadas de manuseio pós-colheita (Cenci, 1994).

Estudos sobre o cálcio têm demonstrado sua eficiência em prolongar o período de armazenamento de alguns frutos (Poovaiah, Glenn e Reddy, 1988). Uma vez que processos fisiológicos relacionados à senescência (Bangerth, Dilley e Dewey, 1972) e ao amadurecimento (Ferguson, 1984) são afetados por tratamentos pré ou pós-colheita com cálcio, sua aplicação pode representar uma maior vida útil do produto, com reduzido nível de perdas.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação pré-colheita de cálcio sobre a perda de massa, as alterações físico-químicas e os teores de cálcio de uva 'Itália', durante o armazenamento refrigerado.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental localizou-se na Empresa Timbaúba Agrícola S.A., em Petrolina-PE. O parreiral da cultivar Itália, sobre o porta-enxerto IAC 313 (Tropical), estava no quinto ano de produção e era conduzido em sistema de latada, num espaçamento de 3,0 m x 2,5 m, sob irrigação por gotejamento, em latossolo amarelo distrófico, textura areno-argilosa.

Os tratamentos consistiram da aplicação de cálcio, controle e 1,5%, e do período de armazenamento de 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias. O cálcio foi aplicado por imersão nos cachos marcados, durante 10 segundos, na forma de cloreto de cálcio, na fase de mudança de cor e de início de amolecimento das bagas (57 dias após a formação dos frutos). A aplicação foi realizada no mês de março do ano de 1998. Na solução, utilizou-se o espalhante adesivo alquil-polifenol-glicoléter (0,3 ml/l).

Os cachos colhidos foram acondicionados em caixas de papelão com capacidade para 2 Kg, com di-

mensões de 34,0 x 28,0 x 9,7 cm, e armazenados em câmara fria a 3,3-3,6°C e 87-99% U.R.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 6, com três repetições.

Avaliaram-se as seguintes características, conforme metodologias especificadas:

perda de massa: obtida por meio da pesagem de cada cacho da embalagem no momento da colheita e na data da leitura, utilizando-se balança semi-analítica. Os valores foram expressos em percentagem;

sólidos solúveis totais (SST): determinado por leitura em refratômetro (AOAC, 1992);

acidez total titulável (ATT): obtida por titulometria com solução de NaOH 0,1 N, sendo os valores expressos em gramas de ácido tartárico por 100 mL de suco (Instituto Adolfo Lutz, 1985);

relação SST/ATT: obtida pelo quociente entre SST e ATT;

pH: determinado em potenciômetro (Instituto Adolfo Lutz, 1985);

cálcio total, solúvel e insolúvel no engajo e na baga: determinado por espectrofotometria de absorção atômica, após digestão nitroperclórica da matéria seca, segundo metodologias de Sarruge e Haag (1974) para o cálcio total, e de Siddiqui e Bangerth (1995a,b) para o solúvel. O cálcio insolúvel foi obtido por diferença.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. A última foi realizada quando o tempo de armazenamento ou a interação entre os fatores estudados foram significativos, considerando-se equações polinomiais de até 3º grau. Equações de grau superior a 3 foram consideradas como desvio de regressão e, nos casos em que apenas estas foram significativas, optou-se por representar os valores médios dos tratamentos sem curva de ajuste.

Os valores de perda de massa, expressos em percentagem, foram transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$, antes de serem submetidos à análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável perda de massa não sofreu influência do tratamento com cálcio. A interação entre os fatores doses de cálcio e tempo de armazenamento também não foi significativa. As variações observadas foram em razão do efeito do período de armazenamento. Até os 14 dias, as perdas de massa foram relativamente baixas, atingindo 1,31% do valor inicial (Figura 1). A partir daí, intensificaram-se, atingindo 6,19% no final do período estudado.

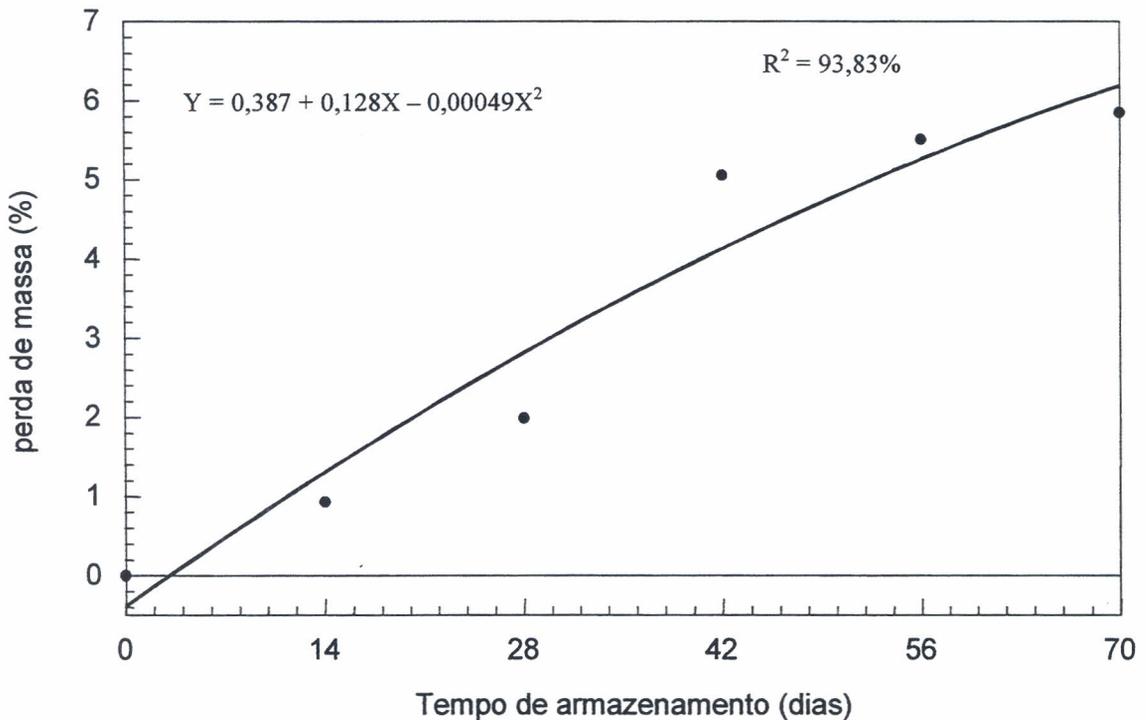


FIGURA 1 - Perda de massa em uva 'Itália' durante o armazenamento refrigerado (3,3-3,6°C e 87-99% U.R.).

Em estudos com as cultivares Vênus, Reliance e Saturn, Perkins-Veazie *et al.* (1992) consideraram que perdas de massa de 7 a 12% deterioram a aparência dessas uvas a ponto de impossibilitar a comercialização.

Neste estudo, analisando-se os dados originais (Figura 1), o período crítico compreendeu dos 28 aos 42 dias, quando houve um aumento considerável, de 1,99% para 5,05%, embora os valores obtidos com a equação indiquem o incremento maior no período de 14 a 28 dias.

Outros autores também não obtiveram efeito do cálcio sobre a perda de massa em uvas, quando aplicado por meio de pulverizações pré-colheita com CaCl_2 (Subburamu *et al.*, 1990; Singh, Mann e Bajwa, 1985). No entanto, Gupta, Jindal e Singh (1980) registraram, na cultivar Perlette, um sucessivo decréscimo de perda de massa com aplicações de 0,25, 0,5, 0,75 e 1% de nitrato de cálcio.

O tratamento com Ca 1,5%, segundo teste F da análise de variância, resultou em frutos com SST inferiores ao controle, enquanto a ATT foi superior. Conseqüentemente, a relação SST/ATT foi menor nos frutos

que receberam o cálcio (Tabela). No entanto, a redução de 3,57% em SST, considerada isoladamente, não sugere diferenças detectáveis no sabor. Além disso, os valores obtidos superaram o mínimo de 15°Brix, considerado, segundo Gayet (1993), como determinante do ponto de colheita da uva no Vale do São Francisco.

Com relação à ATT, Gupta, Jindal e Singh (1980) também obtiveram uvas 'Perlette' com acidez titulável mais alta nos tratamentos com as maiores doses de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Segundo os autores, essa resposta foi provavelmente por causa da desidratação das bagas, durante o armazenamento, e da redução da taxa respiratória. Esta causou acúmulo de ácidos orgânicos, uma vez que suas taxas de oxidação foram mais lentas.

O período de armazenamento, por sua vez, não exerceu efeito sobre o teor de SST, a ATT e relação SST/ATT. O padrão respiratório não climatérico pode explicar essa resposta. Segundo Lavee e Nir (1986), as alterações em SST e ATT, assim como em açúcares e ácidos orgânicos, são mínimas durante o armazenamento de uvas.

TABELA 1 - Valores médios das características físico-químicas e dos teores de cálcio total e insolúvel no engaço e na baga de uva 'Itália', durante o armazenamento refrigerado, sob influência da aplicação pré-colheita de cálcio.¹

Característica	Ca (%)	
	0	1,5
SST (°Brix)	16,8 a	16,2 b
ATT (mg de ác. tartárico/100 mL)	0,84 a	0,93 b
Relação SST/ATT	19,99 a	17,49 b
pH	3,71 a	3,64 b
Cálcio total no engaço (%)	0,704 a	0,902 b
Cálcio insolúvel no engaço (%)	0,614 a	0,770 b
Cálcio total na baga (%)	0,077 a	0,207 b
Cálcio insolúvel na baga (%)	0,049 a	0,120 b

¹ Médias com letras distintas na mesma linha são diferentes estatisticamente, segundo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

O pH sofreu efeito significativo dos tratamentos com cálcio e do período de armazenamento. A aplicação de cálcio determinou uma redução de 1,72% no pH (Tabela). De maneira geral, o pH permaneceu praticamente estável, desde a colheita até os 56 dias de armazenamento, apesar de os valores estimados pela equação decrescerem no período de 14 a 42 dias (Figura 2). Cenci (1994) também observou uma redução no pH de uva 'Niagara Rosada', sob armazenamento refrigerado por 40 dias.

A partir dos 56 dias de armazenamento, conforme Figura 2, iniciou-se uma fase de acréscimo no pH, independentemente da aplicação de cálcio. Uma vez que a concentração de ácidos orgânicos totais, segundo Kays (1991), tende a declinar após a colheita e durante o armazenamento, o pH sofreria, por consequência, uma elevação. Esse aumento é considerado como um indicativo da senescência dos tecidos.

Dessa forma, avaliando-se apenas as modificações físico-químicas das bagas de uva, constatou-se que a aplicação de Ca 1,5% não teve efeito na vida útil durante os 70 dias de armazenamento estudados. No entanto, avaliações de aparência e de atividade enzimática podem

se constituir num meio de melhor caracterização do efeito de cálcio sobre a conservação pós-colheita da uva.

Os teores de cálcio total e insolúvel no engaço apresentaram a mesma tendência de variação durante o armazenamento (Figura 3), pois ambos decresceram até os 56 dias. Aos 70 dias de armazenamento, os teores de Ca total e insolúvel no engaço eram 0,775 e 0,636%, respectivamente (Tabela). Portanto, nessa ocasião, 82,06% do cálcio estavam na forma insolúvel, valor esse bastante próximo do obtido no dia da colheita (81,30%).

A aplicação pré-colheita de Ca 1,5% determinou um incremento nos percentuais de cálcio total e insolúvel no engaço da uva. Enquanto o engaço dos cachos não tratados tiveram valores médios de 0,704% de cálcio total e 0,614% de cálcio insolúvel, o tratamento com Ca 1,5% possibilitou teores de 0,902 e 0,770%, respectivamente (Tabela). Observaram-se, assim, incrementos de 28,41%, no cálcio total, e de 21,41%, no insolúvel. Conway, Sams e Watada (1995) obtiveram resultados semelhantes em maçãs, com o cálcio exógeno aumentando a concentração do cálcio total e do ligado à parede celular.

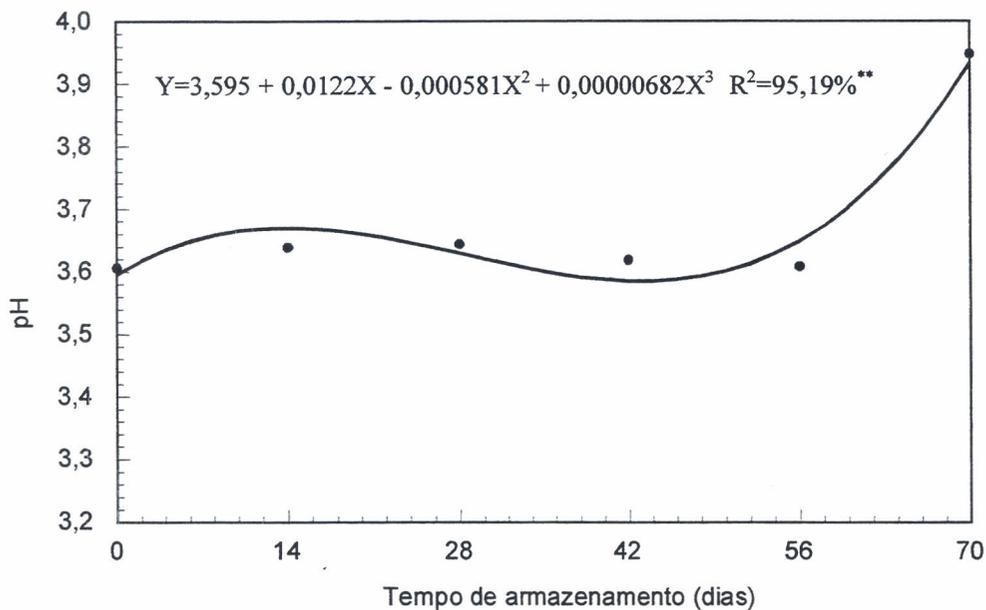


FIGURA 2 - pH de uva 'Itália' durante o armazenamento refrigerado (3,3-3,6°C e 87-99% U.R.).

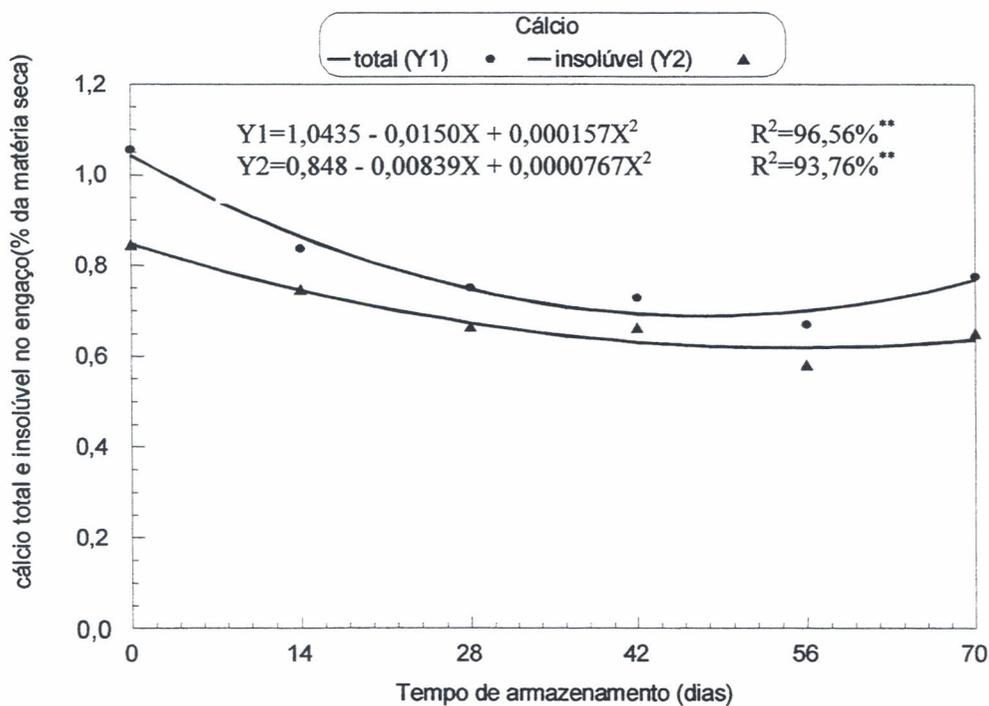


FIGURA 3 - Teores de cálcio total e insolúvel no engaço de uva 'Itália' durante o armazenamento refrigerado (3,3-3,6°C e 87-99% U.R.).

A aplicação de Ca 1,5% também determinou um aumento do cálcio solúvel no engaço. No início do armazenamento, o teor de cálcio solúvel no engaço do cacho tratado foi de 0,264%, um valor 85,92% maior que o controle (Figura 4). Houve uma redução até os 28 dias, tanto no controle como no tratamento com Ca 1,5%, sendo mais pronunciada, de 0,264 para 0,072%, no último. Em seguida, observou-se um aumento, atingindo 0,132%, para os cachos com Ca 1,5%, e 0,115%, para o controle.

O aumento do cálcio solúvel após os 28 dias, no tratamento com 1,5%, e após os 42 dias, no controle, pode estar relacionado à desorganização dos tecidos na parede celular, que ocorre na senescência. A hipótese de que o amolecimento do fruto, segundo Stow (1993), ocorre por causa do cálcio ligado às moléculas de pectina da parede celular, implica que o processo resulta mais da diminuição da coesão das células do que da menor rigidez da parede.

Na baga, os teores de cálcio total e insolúvel diminuíram até os 42 dias de armazenamento, para, em seguida, aumentarem, atingindo, aos 70 dias, os valores de 0,170 e 0,108%, respectivamente, próximos dos iniciais (Figura 5). À semelhança do que ocorreu no engaço, a aplicação de 1,5% de cálcio determinou aumentos,

durante o armazenamento, nos teores de cálcio total e insolúvel na baga de 168,83 e 144,90%, respectivamente (Tabela 1).

Resultados semelhantes foram obtidos por Conway, Sams e Watada (1995), que registraram, em tratamentos com CaCl_2 2 e 4%, em maçã, aumentos na concentração de cálcio total e ligado à parede celular. O aumento com o tratamento de CaCl_2 4% foi muito maior no cálcio total do que no ligado, indicando que, possivelmente, todos os locais disponíveis na parede celular haviam sido saturados com a solução de 2%, enquanto o fruto poderia ainda absorver mais cálcio total. O cálcio adicional pode, segundo os autores, ter permanecido nos espaços intercelulares ou afetado negativamente a membrana celular ou, ainda, entrado no citoplasma, resultando em injúria no fruto. Em kiwi, tratamentos pré-colheita com CaCl_2 influenciaram o teor de cálcio em todas as partes do fruto, bem como sua maturação e taxa de amadurecimento durante o armazenamento (Gerasopoulos, Chouliaras e Lionakis, 1996).

O teor de cálcio solúvel na baga variou ao longo do armazenamento, tanto nos frutos-controle como naqueles que receberam Ca 1,5%, conforme Figura 6.

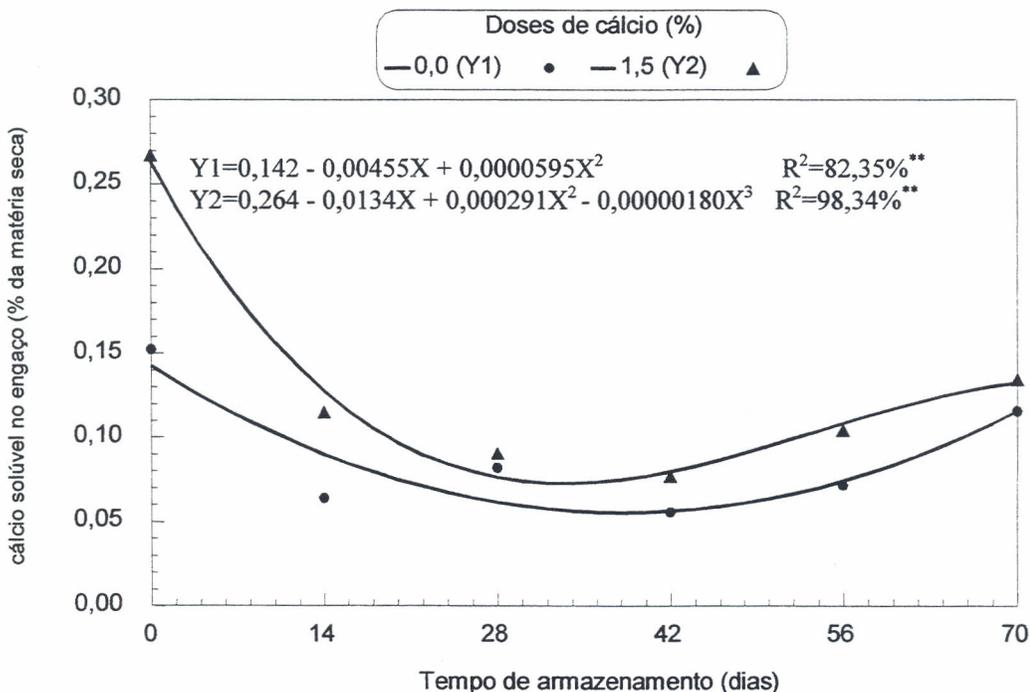


FIGURA 4 - Teor de cálcio solúvel no engaço de uva 'Itália' submetida a tratamento pré-colheita com cálcio, durante o armazenamento refrigerado (3,3-3,6°C e 87-99% U.R.).

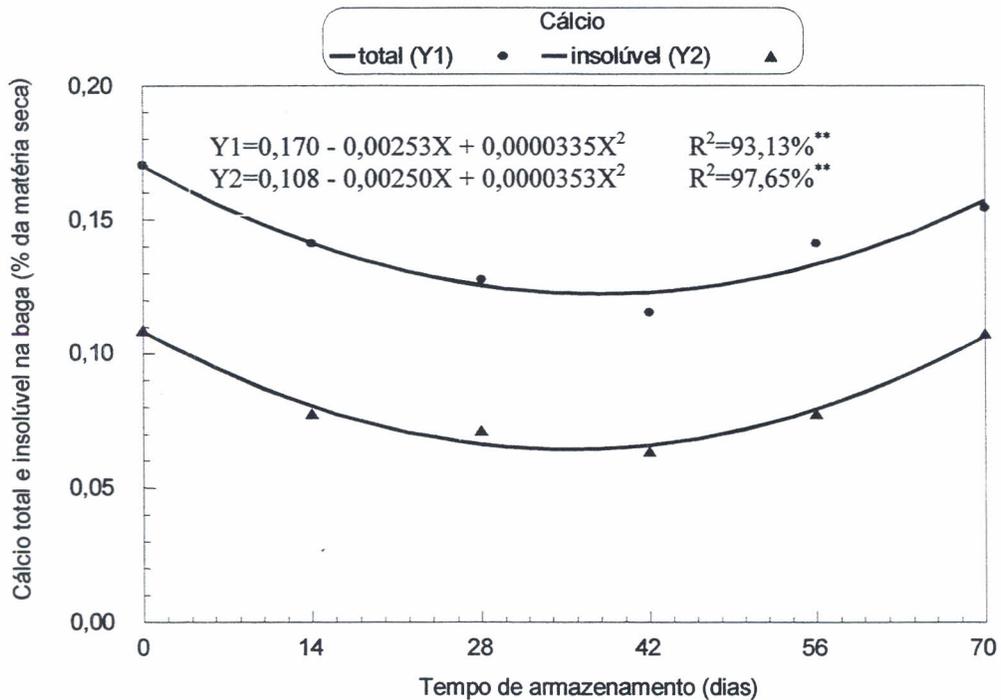


FIGURA 5 - Teores de cálcio total e insolúvel na baga de uva 'Itália' durante o armazenamento refrigerado (3,3-3,6°C e 87-99% U.R.).

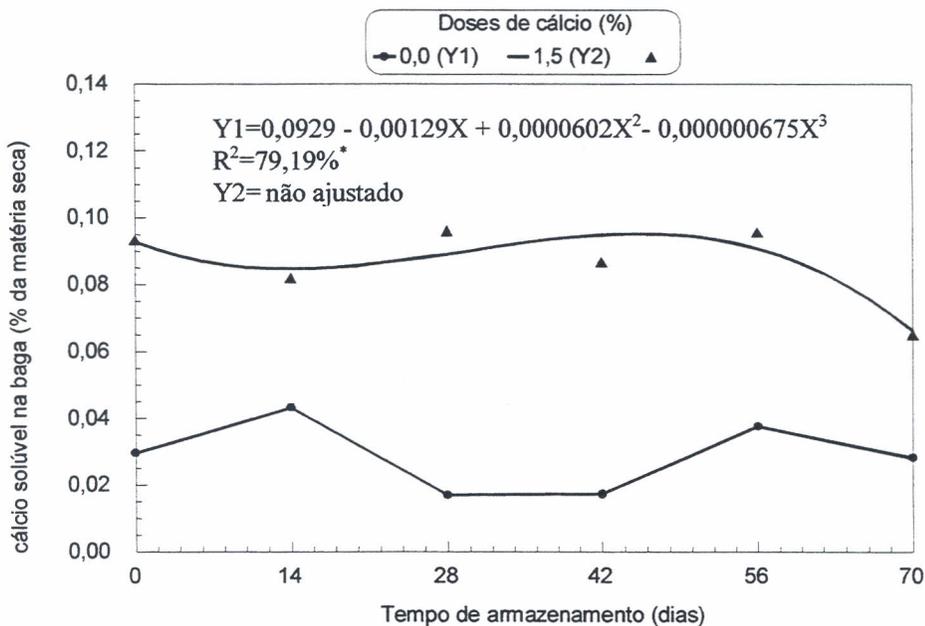


FIGURA 6 - Teor de cálcio solúvel na baga de uva 'Itália' submetida a tratamento pré-colheita com cálcio, durante o armazenamento refrigerado (3,3-3,6°C e 87-99% U.R.).

Essa variação, apesar de ter sido estatisticamente significativa, não possibilitou definir uma tendência clara. A aplicação de cálcio 1,5%, no entanto, promoveu um aumento significativo nos níveis de cálcio solúvel na baga, que permaneceu durante quase todo o período. Ao final do armazenamento, as bagas tratadas e as do controle apresentaram 0,066 e 0,028%, respectivamente, de cálcio solúvel. Comparando-se com os valores inicialmente obtidos (0,093% para o tratamento que recebeu cálcio, e 0,030% para o controle), observou-se uma redução maior nos frutos que receberam cálcio.

Siddiqui e Bangerth (1995a) também obtiveram, na colheita e aos 20 dias de armazenamento, uma maior quantidade de cálcio total e solúvel na polpa de maçãs tratadas com cloreto de cálcio.

CONCLUSÕES

a) Prolongando-se o armazenamento, a perda de massa aumenta, enquanto os teores de cálcio total e insolúvel na matéria seca do engaço decrescem;

b) A aplicação pré-colheita de cálcio 1,5% determina um incremento nos percentuais de cálcio total, solúvel e insolúvel no engaço e na baga, na ATT e no pH, assim como reduz o teor de SST e a relação SST/ATT em uva 'Itália' armazenada sob refrigeração. Essas variações em ATT, pH, SST e relação SST/ATT indicam um atraso na maturação dos frutos que receberam tratamento com Ca 1,5% que, no entanto, não afetam o ponto mínimo de colheita nas condições de cultivo do experimento;

c) Na baga, os teores de cálcio total, solúvel e insolúvel apresentam variações ao longo do armazenamento;

d) Considerando-se apenas as alterações físico-químicas ocorridas nas bagas durante o período de armazenamento avaliado, a aplicação de Ca 1,5% não promove efeito sobre a vida útil da uva.

e) A vida útil da uva 'Itália' sob refrigeração é de aproximadamente 56 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION ON OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**. 11. ed. Washington: AOAC, 1992, 1115p.
- BANGERTH, F.; DILLEY, D.R.; DEWEY, D.H. Effect of postharvest calcium treatments on internal breakdown and respiration of apple fruits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.97, n.5, p.679-682, 1972.
- CENCI, S.A. **Ácido naftalenoacético (ANA) e cloreto de cálcio na pré-colheita de uva Niagara Rosada (Vitis labrusca L. X Vitis vinifera L.)**: avaliação do potencial de conservação no armazenamento. Lavras: UFLA, 1994. 109p. (Tese-Doutorado em Fisiologia Pós-Colheita).
- CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; WATADA, A.E. Relationship between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest pressure infiltration of calcium chloride. **Acta Horticulturae**, Tóquio, n.398, p.31-39, 1995.
- FERGUSON, I.B. Calcium in plant senescence and fruit ripening. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.7, p.477-489, 1984.
- GAYET, J.P. Características das frutas de exportação. In: GORGATTI NETO, A.; GAYET, J.P.; BLEINROTH, E.W.; et al. **Uva para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA-SPI/FRUPEX, 1993. p.9-11. (FRUPEX. Publicações Técnicas, 2).
- GERASOPOULOS, D.; CHOULIARAS, V.; LIONAKIS, S. Effects of preharvest calcium chloride sprays on maturity and storability of Hayward kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.7, n.1,2, p.65-72, 1996.
- GUPTA, O.P.; JINDAL, P.C.; SINGH, B.P. Effect of pre-harvest spray of calcium nitrate on the storage behavior of grape cv. Perlette. **Haryana Agricultural University Journal of Research**, Haryana, v.10, n.2, p.204-206, 1980.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo, 1985. v.1, 371p.
- KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Book, 1991. 532p.
- LAVEE, S.; NIR, G. Grape. In: MONSELISE, S.P. **CRC Handbook of fruit set and development**. Boca Raton: CRC Press, 1986. p.167-191.
- PERKINS-VEAZIE, P.M.; COLLINS, J.K.; LLOYD, J.; STRIEGLER, R.K. Influence of package on postharvest quality of Oklahoma and Arkansas table

- grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.43, n.1, p.79-82, 1992.
- POOVAIAH, B.W.; GLENN, G.M.; REDDY, A.S.N. Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. **Horticultural Reviews**, Portland, v.10, p.107-152, 1988.
- SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC Press, 1984. v.1, 168p.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1974. 56p.
- SIDDIQUI, S.; BANGERTH, F. Differential effect of calcium and strontium on flesh firmness and properties of cell wall in apples. **Journal of Horticultural Science**, Reino Unido, v.70, n.6, p.949-953, 1995a.
- SIDDIQUI, S.; BANGERTH, F. Effect of pre-harvest of calcium on flesh firmness and cell-wall composition of apples – influence of fruit size. **Journal of Horticultural Science**, Reino Unido, v.70, n.2, p.263-269, 1995b.
- SINGH, K.; MANN, S.S.; BAJWA, M.S. Effect of auxins, sodium benzoate e calcium chloride on postharvest berry drop in Himrod grapes. **Acta Horticultural**, Addis Abeba, n.158, p.413-418, 1985.
- STOW, J. Effect of calcium ions on apple fruit softening during storage and ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.3, p.1-9, 1993.
- SUBBURAMU, K.; SINGARAVELU, M.; NAZAR, A.; IRULAPPAN, I. Pre-harvest spray of calcium in grapes (*Vitis vinifera*). **South Indian Horticulture**, Peryakulam, v.38, n.5, p.268-269, 1990.
- WINKLER, A.J.; COOK, J.A.; KLIEWER, W.M.; LIDER, L.A. **General Viticulture**. 2. ed. Berkeley: University of California Press, 1974. 710p.