

EFEITO DA APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO E CLORETO DE CÁLCIO NO RETARDAMENTO DA COLHEITA E NA CONSERVABILIDADE DE CAQUI, FUYU¹

ROQUE DANIELI², CÉSAR LUIS GIRARDI³, AGUINALDO PARUSSOLO⁴,
VALDECIR C. FERRI⁵, CESAR V. ROMBALDI⁶

RESUMO - Estudou-se o efeito do ácido giberélico (AG₃) e do cloreto de cálcio CaCl₂, aplicado em pré-colheita, no controle da maturação e na qualidade pós-colheita de caquis, cv. Fuyu. Para os tratamentos a campo, selecionaram-se parcelas de quatro plantas, que foram pulverizadas com: a) AG₃ a 30ppm; b) CaCl₂ a 1%(m/v); c) CaCl₂ 1% + AG₃ a 30ppm; e d) água. A colheita foi efetuada quando as frutas apresentavam coloração verde-amarelada. O armazenamento foi realizado à temperatura ambiente, em sala aberta e em caixas plásticas. Na instalação do experimento e a cada 4 dias, durante 20 dias, avaliaram-se a perda de peso, firmeza de polpa, acidez total titulável, produção de etileno, o teor de sólidos solúveis, clorofilas e de carotenóides. O AG₃ agiu retardando a colheita em 15 dias e aumentando o potencial de conservação dos frutos. O uso do CaCl₂ não retardou a maturação e, quando combinado, reduziu os efeitos benéficos do AG₃ após a colheita.

Palavras-chave: etileno, fitorreguladores, *Diospyros kaki*.

EFFECT OF THE APPLICATION OF GIBBERELIC ACID AND CALCIUM CHLORIDE IN THE RETARDATION OF HARVEST AND CONSERVABILITY OF PERSIMMON, FUYU

ABSTRACT - The present work studied the effects of the gibberellic acid (GA₃) and of the CaCl₂, in the harvest sprays on ripening control and on the postharvest quality of persimmons. For the field treatments, groups of 4 plants were selected that were sprayed with: a) 30 ppm GA₃; b) 1%(m/v) CaCl₂; c) 1% CaCl₂ + 30ppm GA₃ and d) water as control. Fruits were harvested with green-yellowish epidermal color. They were stored at ambient conditions and in plastic boxes. At the harvest and every 4 days during 20 days, persimmons were evaluated for weight loss, flesh firmness, titratable acidity, ethylene production, total soluble solids, chlorophylls and carotenoids. GA₃ treatments delayed harvest for 15 days and increased the storage potential of the fruits. CaCl₂ sprays did not contribute delaying the maturation and reduced the beneficial effects of the GA₃ after harvest, when combined.

Key words: ethylene, phytohormones, *Diospyros kaki*.

INTRODUÇÃO

A cultura do caquizeiro apresentou um significativo incremento na área cultivada na década de 90, sendo que, dos 45 ha existentes no Rio Grande do Sul em 1988, se passou a mais de 1200ha em 1998 (Frá, 1998). É uma espécie altamente produtiva e rústica, sendo que o ciclo de produção é complementar com outras espécies frutíferas de clima temperado. Todavia, o fruto tem pouca conservabilidade pós-colheita, ocasionando grandes perdas. Com o aumento de área cultivada e da produtividade, a oferta deste fruto vem aumentando de ano para ano. No Rio Grande do Sul, o período de colheita é relativamente curto, concentrando-se no período de 15 de abril a 15 de maio, ocasionando redução do valor pago ao produtor.

A aplicação de ácido giberélico (AG₃) em caquizeiros na pré-colheita permite retardar a velocidade de maturação e, em consequência, escalonar a colheita e prolongar a oferta de frutos (Ben-Arie *et al.*, 1996). Este atraso de maturação também foi

verificado em uvas (Guelfat-Reich & Safran, 1973), cerejas (Looney & Lidster, 1980) e citros (Marur *et al.*, 1999). Nestes dois últimos casos, verificou-se também um aumento no tamanho dos frutos.

A degradação da clorofila e a síntese de pigmentos amarelados e/ou avermelhados podem ser parcialmente inibidas com aplicações de AG₃ em pré-colheita de caqui (Ben-Arie *et al.*, 1996), tomate (Dostal & Leopold, 1967), citrus (Marur *et al.*, 1999) e morango (Martinez *et al.*, 1994). Verificou-se também que a aplicação de AG₃ reduz as perdas de firmeza de polpa em caqui (Ben-Arie *et al.*, 1996).

A aplicação de cálcio em pré-colheita de maçãs aumenta o teor de hemicelulose, pectinas totais e cálcio na polpa, diminuindo a velocidade da hidrólise da parede celular, causado pelas enzimas b-D-galactosidase, poligalacturonases e pectilmetilesterases (Siddiqui & Bangerth, 1995). Além disso, por preservar a integridade da parede celular, o cálcio pode prevenir desordens fisiológicas (Poovaiah, 1986).

¹ (Trabalho 159/2000). Recebido: 24/07/2000. Aceito para publicação: 08/02/2002.

² Eng. Agrº. Ms.c., da EAFJK de Bento Gonçalves-RS

³ Eng. Agrº. Ms.c., pesquisador da EMBRAPA de Uva e Vinho de Bento Gonçalves-RS

⁴ Quím. Indust. de Alim., Mestrando do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da UFPEL.

⁵ Eng. Agrº., Doutorando em Fruticultura da UFPEL.

⁶ Eng. Agrº., Dr. Professor da UFPEL.

Dentro deste contexto, estudou-se o efeito da aplicação em pré-colheita do AG_3 e do $CaCl_2$ no retardamento da colheita e na manutenção da qualidade de caquis após a colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar, localizado no município de Farroupilha-RS, na propriedade da Empresa Kivistrin S/A, constituído de plantas de caqui da cv. Fuyu, com oito anos de idade, solo classe 3, segundo a classificação do ROLAS. A análise foliar e de solo não demonstraram nenhum desequilíbrio nutricional. As plantas foram pulverizadas com pulverizador costal, Marca Jato, sendo utilizados 3 litros de calda por planta. O espaçamento era de 2,0 x 3,0 metros, sendo utilizadas 16 plantas, sorteadas ao acaso, sendo 4 para cada um dos seguintes tratamentos:

- 1 - Testemunha: pulverizada com água 30 dias antes da data prevista da colheita;
- 2 - Aplicação de cloreto de cálcio ($CaCl_2$) a 1% (m/v), a cada 15 dias a partir de 90 dias antes da data prevista da colheita;
- 3 - AG_3 30 ppm, aplicado 30 dias antes da colheita;
- 4 - $CaCl_2$ 1% aplicado a cada 15 dias a partir de 90 dias antes da data prevista da colheita + AG_3 30ppm, aplicado 30 dias antes da data prevista da colheita.

Os frutos foram colhidos quando a coloração da epiderme apresentava maturação comercial (verde-amarelada). O armazenamento foi realizado em uma sala aberta à temperatura ambiente, sendo os frutos armazenados em caixas plásticas, em amostras de 12 frutos por tratamento, com três repetições, separados e pesados para cada dia de avaliação. As avaliações físico-químicas e fisiológicas foram realizadas na colheita e a cada 4 dias até completar os 20 dias de armazenamento.

A perda de massa foi obtida pela diferença de massa inicial e aquela no momento da realização das análises, sendo expressa em porcentagem (%), em relação ao valor inicial. A firmeza de polpa (FP) foi determinada com auxílio de um penetrômetro manual², munido de ponteira de 8mm de diâmetro. Foram efetuadas duas determinações, em faces opostas, na região equatorial dos frutos, após a remoção da casca. Os resultados foram expressos em Newton (N). Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados por refratometria³, com escala de 0 a 32°Brix. Os resultados foram expressos em graus Brix (°Brix). A acidez total titulável (ATT) foi determinada a partir de 10 mL de suco de caqui diluídos em 90 mL de água destilada. A solução foi titulada com hidróxido de sódio a 0,1N até pH 8,2. Os resultados foram expressos em $cmol.L^{-1}$. A concentração de etileno foi determinada por cromatografia em fase gasosa, utilizando um cromatógrafo a gás⁴, equipado com uma coluna de aço inox 1/8"⁵ e um detector de ionização de chama. A produção de etileno foi expressa em $nL.g^{-1}h^{-1}$. O teor de clorofilas e de carotenóides foi determinado através da metodologia descrita em Lutz (1985) e expressa em mg/mg de peso fresco.

O experimento foi conduzido segundo o delineamento inteiramente casualizado, seguindo esquema fatorial 4x6 (tratamentos a campo x tempo de análise após o armazenamento). Cada parcela a campo era composta de 4 plantas. Para a interpretação dos resultados, realizou-se a análise da variância, utilizando-se de regressão polinomial para os fatores tratamentos e época de conservação. Para o dia da colheita, a análise foi

realizada por comparação das médias dos tratamentos, realizada pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade, utilizando o programa SANEST (Zonta & Machado, 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos tratados com AG_3 , na pré-colheita, apresentaram uma redução da velocidade da maturação, retardando a colheita em 15 dias (Quadro 1). Além disto, verificou-se que no tratamento com AG_3 maior firmeza de polpa e conteúdo de clorofilas do que nos demais tratamentos.

A aplicação de $CaCl_2$, combinado com AG_3 , também resultou num atraso da colheita (Tabela 1). Já a aplicação isolada de $CaCl_2$ não afetou a evolução da coloração, que é uma característica mais empregada para a avaliação do ponto de colheita de caquis, cv. Fuyu. Estes resultados indicam que não há efeito benéfico da aplicação de $CaCl_2$ no retardamento da colheita.

Como uma das principais perdas pós-colheita está relacionada à redução da massa, analisou-se o efeito dos tratamentos pré-colheita no comportamento dos frutos armazenados por um período de 20 dias. Em todos os tratamentos houve significativa ($P \leq 0,05$) perda de massa (Figura 1). Entretanto, ele foi significativamente ($P \leq 0,05$) superior nos frutos não tratados com AG_3 . O baixo coeficiente de determinação ($R^2=0,71$) verificado para o tratamento AG_3 + cálcio deve-se à pouca perda de peso durante o armazenamento. Esse fato determina que pequenas diferenças em relação à reta proporcionam baixos coeficientes.

As menores perdas de massa observadas em caquis tratados com AG_3 , devem-se, provavelmente, à maior integridade física e biológica devido a uma diminuição no metabolismo respiratório e do etileno, representada pela maior firmeza de polpa (Figura 2), maior conteúdo de clorofilas (Figura 6) e menor conteúdo de carotenóides (Figura 7).

Segundo Mitcham *et al.* (1998), para que os caquis da cv. Fuyu tenham boa aceitabilidade para o consumo “*in natura*”, a firmeza de polpa deve estar entre 20 e 60N. Pela análise dos resultados apresentados na Figura 2, pode-se verificar que, para todos os tratamentos, houve redução significativa ($P \leq 0,05$) da FP, passando de valores médios de 72 N, no momento da colheita, para 15N, após 20 dias de avaliação. Ben-Arie *et al.* (1986 e 1996) verificaram que o AG_3 reduz o metabolismo respiratório e a produção de etileno, diminuindo a síntese de enzimas hidrolíticas. A consequência deste efeito foi confirmada nos caquis tratados com este regulador de crescimento que contribuiu para a preservação de maiores valores de firmeza de polpa (Figura 2). Neste caso, manteve-se valores superiores a 20N até o vigésimo dia de avaliação.

Na colheita, os frutos apresentaram teores de sólidos solúveis totais (SST) que variaram de 15,19 a 16,6°Brix (Quadro 1). Estes valores são semelhantes aos relatados na maioria das regiões e países para esta cultivar

Durante o armazenamento, observaram-se variações significativas ($P \leq 0,05$) no teor de SST (Figura 3), verificando-se diferentes comportamentos entre os tratamentos. Os baixos valores do coeficiente de determinação (R^2) mostra-nos a grande variabilidade entre os valores observados. Comportamento similar também foi verificado para outros frutos (Maness *et al.*, 1992). Murray & Valentini (1998) citam que este comportamento,

TABELA 1 - Características físico-químicas dos caquis, cv. Fuyu, na colheita

Tratamentos	Test.	Cálcio 1%	AG ₃ 30 ppm	AG ₃ +Ca 1%	CV %
Firmeza de Polpa (N)	69.10 b	71.89 b	85.46 a	75.96 a b	13,76
SST (°Brix)	16.00 b	15.19 c	16.00 b	16.66 a	2,06
ATT (cmol.L ⁻¹)	0.84 b	1.09 a	0.59 c	0.63 c	9,12
Etileno (nL.g ⁻¹ .h ⁻¹)	1.36 a	1.13 a	1.43 a	0.73 a	15,85
Clorofila (µg/mg)	0.15 b	0.10 c	0.34 a	0.036 d	24,51
Carotenóides (µg/mg)	2.40 a	1.77 b	1.77 b	1.95 b	7,69
Data da colheita	22-03-98	22-03-98	06-04-98	06-04-98	

Médias seguidas de letras distintas, nas linhas, diferem pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

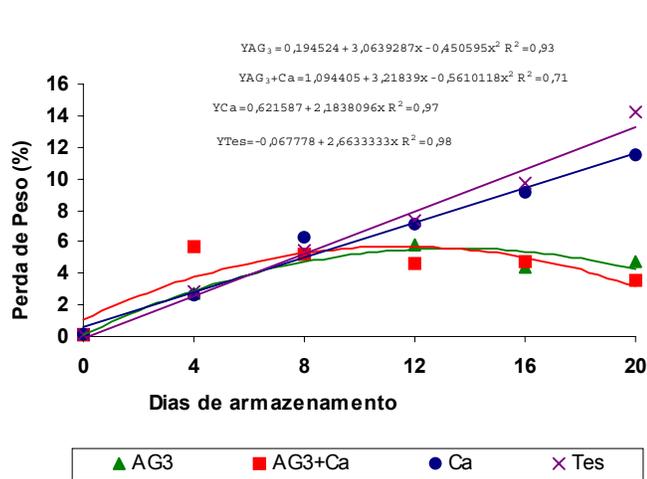


FIGURA 1 – Perda de peso (%) durante o armazenamento de caquis, cv. Fuyu, tratados com ácido giberélico (AG₃), AG₃+Ca, cloreto de cálcio (CaCl₂) e controle (Tes).

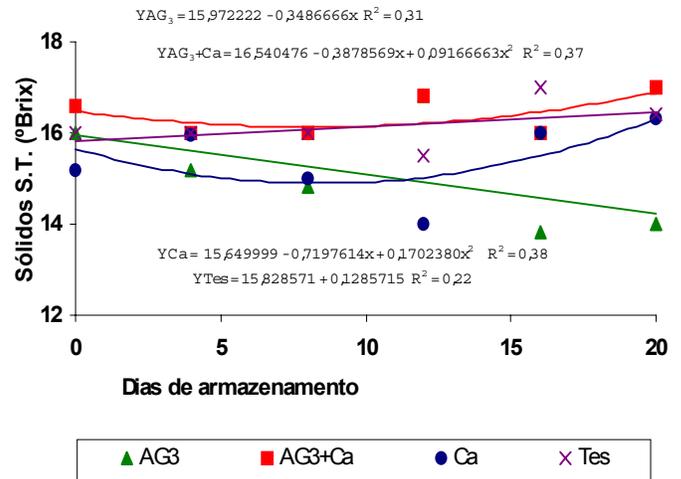


FIGURA 3 – Sólidos Solúveis totais (°Brix) durante o armazenamento de caquis, cv. Fuyu, tratados com ácido giberélico (AG₃), AG₃+Ca, cloreto de cálcio (CaCl₂) e controle (Tes).

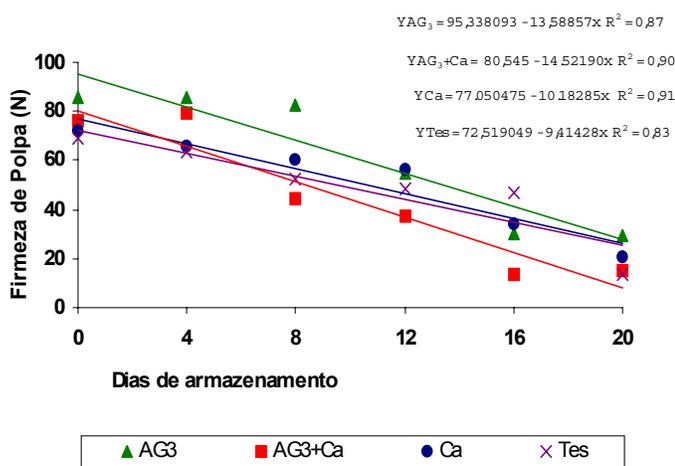


FIGURA 2 – Firmeza de polpa (N) durante o armazenamento de caquis, cv. Fuyu, tratados com ácido giberélico (AG₃), AG₃+Ca, cloreto de cálcio (CaCl₂) e controle (Tes).

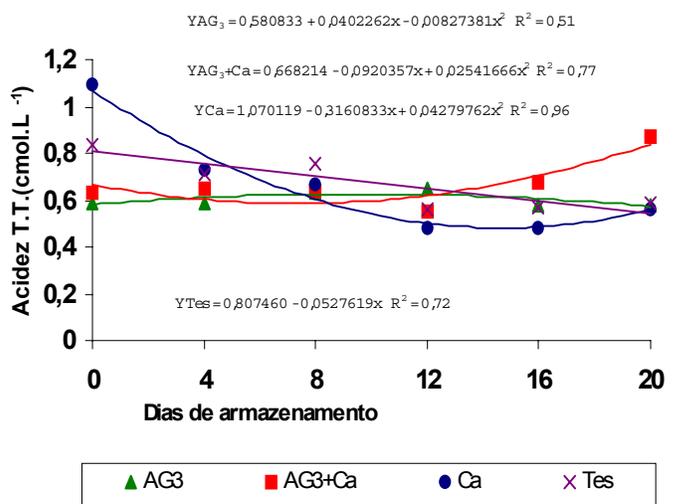


FIGURA 4 – Acidez Total Titulável (cmol.L⁻¹) durante o armazenamento de caquis, cv. Fuyu, tratados com ácido giberélico (AG₃), AG₃+Ca, cloreto de cálcio (CaCl₂) e controle (Tes).

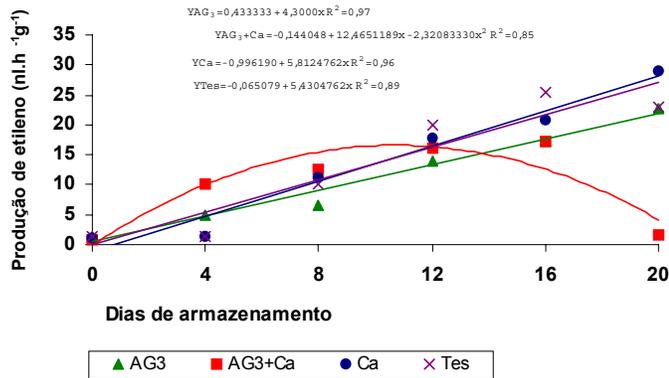


FIGURA 5 – Produção de etileno ($\text{nl.h}^{-1}\text{g}^{-1}$) de caquis, cv. Fuyu durante o armazenamento tratados com ácido giberélico (AG_3), AG_3+Ca , cloreto de cálcio (CaCl_2) e controle (Tes).

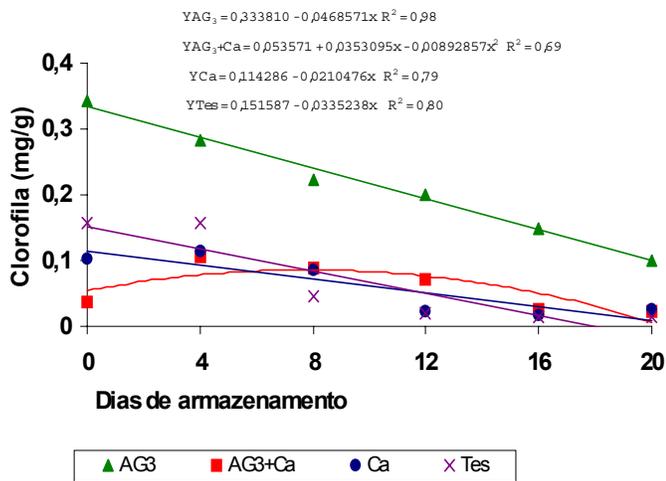


FIGURA 6 – Quantidade de clorofila (mg/g) de caquis, cv. Fuyu durante o armazenamento, tratados com ácido giberélico (AG_3), AG_3+Ca , cloreto de cálcio (CaCl_2) e controle (Tes).

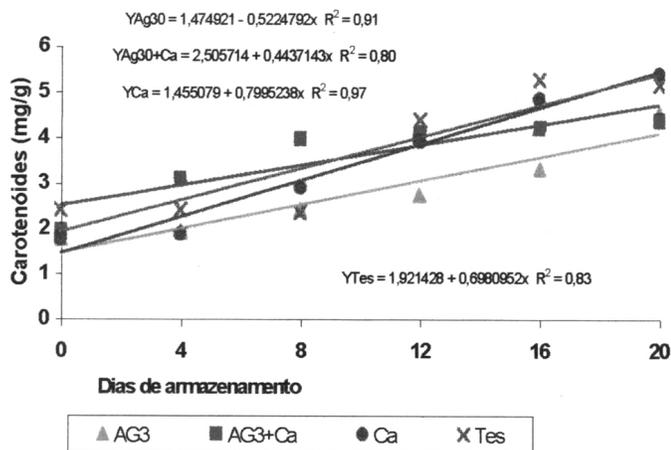


FIGURA 7 – Quantidade de carotenóides (mg/g) de caquis, cv. Fuyu, durante o armazenamento, tratados com ácido giberélico (AG_3), AG_3+Ca , cloreto de cálcio (CaCl_2) e controle (Tes).

freqüentemente observado em caquis e frutos de caroço, deve-se a um grande número de variáveis associadas que afetam o teor de SST. Eles destacam a bioconversão de açúcares, a formação de moléculas solúveis na parede celular, o balanço de ácidos orgânicos e a solubilização de sais.

Durante o armazenamento, observou-se uma tendência de redução na ATT (Figura 4). Entretanto, nos tratamentos com CaCl_2 , houve, após uma redução inicial da ATT, incrementos na fase final de avaliação. Senter *et al.* (1991) também observaram este comportamento. Segundo Da-Silva *et al.* (1994), o aumento da ATT em frutas armazenadas por curtos períodos pode ser explicado pela geração de radicais ácidos (ácidos galacturônicos) a partir da hidrólise de constituintes da parede celular, em especial, as pectinas. Já a diminuição pode ser explicada pelo consumo de moléculas ácidas, em especial os ácidos orgânicos no processo de respiração.

Por se tratar de um fruto climatérico, o monitoramento da produção de etileno em caqui permite avaliar a velocidade da maturação (Pech *et al.*, 1994). Frutos tratados com AG_3 apresentaram uma produção de etileno com comportamento linear crescente (Figura 5), indicando, neste caso, uma boa preservação da integridade física e biológica. Comportamento similar foi verificado em frutos tratados com cálcio. Contudo, verifica-se um efeito negativo na combinação destes dois tratamentos. Isto também foi verificado para a firmeza de polpa.

Durante o período de avaliação, a concentração média de clorofila diminuiu de 3mg.g^{-1} para 1mg.g^{-1} (Figura 6), enquanto a concentração média de carotenóides aumentou de 2mg.g^{-1} para $4,6\text{mg.g}^{-1}$ (Figura 7).

Segundo Senter *et al.* (1992), a redução do conteúdo de clorofilas deve-se, sobretudo, à ação de clorofilases. Citam, ainda, que a variação de pH e de textura e a indução de sistemas oxidativos também podem degradar clorofilas.

Gross *et al.* (1984) citam que a dinâmica de biogênese de cloroplastos e cromoplastos e, por consequência, de clorofilas e de carotenóides tem correlação inversa. Este comportamento foi observado nos caquis da cv. Fuyu. O constante decréscimo de clorofilas foi acompanhado de um constante acréscimo de carotenóides. A aplicação de AG_3 , além de ter proporcionado um retardo de 15 dias na colheita dos frutos (Quadro 1), preservou neles maiores teores de clorofila. Estes resultados são consequência do efeito do AG_3 como inibidor de clorofilases previamente demonstrado por Gross (1982), Gross *et al.* (1984) e Ben-Arie *et al.* (1996).

Quando se combinou o CaCl_2 nas pulverizações, perdeu-se o efeito protetor do AG_3 sobre as clorofilas.

CONCLUSÕES

- 1- Pode-se retardar a colheita de caquis, cv. Fuyu, em 15 dias, com aplicação de AG_3 na concentração de 30 ppm.
- 2- O uso do CaCl_2 não retardou a maturação e, quando combinado, reduziu os efeitos benéficos do AG_3 após a colheita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEN-AIRIE, R.; BAZAK, H.; BLUMENFELD, A. Gibberellin

- delays harvest and prolongs life of persimmon fruits. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.179, p.807-813, 1986.
- DA-SILVA, R.; FRANCO, C.M.L.; GOMES, E. Pectinases, hemicelulases e celulases, ação, produção e aplicação no processamento de alimentos: revisão. **Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.2, p.249-260, 1997.
- DOSTAL, H.C. & LEOPOLD, A.C. Gibberellin delays ripening of tomatoes. **Science**, v.158, p.1579-1580, 1967.
- FRÁ, A. A expansão da Cultura do caqui. **Jornal da Fruta**, n.123, p.3, 1998
- GROSS, J.; BAZAK, H.; BLUMENFELD, A.; BEN-ARIE, R. Changes in chlorophyll and carotenoid pigments in the peel of "Triumph" persimmon (*Diopyros kaki*, L.) induced by pre-harvest gibberellin (GA₃) treatment. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.24, p.305-314, 1984.
- GUELFAT-REICH, S. & SAFRAN, B. Maturity responses of sultanina grapes to gibberellic acid treatments. **Vitis**, 12:33-37, 1973.
- LOONEY, N.D. & LIDSTER, P.D. Some growth regulator effects on fruit quality, mesocarp composition and susceptibility to postharvest surface marking of sweet cherries. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.105, p.130-134, 1980.
- LUTZ, A. **Normas analíticas do Instituto Adolf Lutz: Métodos químicos para análise de alimentos**. São Paulo: 3 ed. 1985. 533p.
- MANESS, N.O.; BRUSEWITZ, G.H.; MCCOLLUM, T.G. Internal variation in peach fruit firmness. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.8, p.903-905, 1992.
- MARTINEZ, G.A.; CHAVES, A.R.; ARON, M.C. Effect of gibberellic acid on ripening of strawberry fruits (*Fragaria annanassa*, Duch.). **Journal Plant Growth Regul**, n.13, p.87-91, 1994.
- MARUR, C.J.; STENZEL, N.M.C.; RAMPAZZO, E.F.; SCHOLZ, M.B.S. Ácido giberélico (GA₃) e a maturação de frutos das tangerinas 'Mexerica Montenegrina' e 'Poncã'. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.3, p.517-521, 1999.
- MITCHAM, J.E.; CRISOSTO, C.H.; KADER, A.A. **Recommendations for maintaining postharvest quality**. Department of Pomology, University of California, Davis, 1998. 120 p.
- MURRAY, R. & VALENTINI, G. Storage and quality of peach fruit harvest at different stages of maturity. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.2, n.465, p. 455-463, 1998.
- PECH, J.C.; LATCHÉ, A.; BALAGUÉ, C.; BOUZAYEN, M.; LELIÈVRE, J.M. Postharvest physiology of climateric fruits: recent development in the biosynthesis and action of ethylene. **Scienza Alim.**, 14:3-14, 1994.
- POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Tecnology**. Chicago, v.40, n.1, p.86-89, 1986.
- SENER, S.D.; CHAPMAN, G.W.; FORBUS, W.R.; PAYNE, J.A. Sugar and non-volatile acid composition of persimmons during maturation. **Journal of Food Science**, Chicago, n.56, p.989-991, 1991.
- SIDDIQUI, S. & BANGERTH, F. Effect of pre-harvest application of calcium on flesh firmness and cell-wall composition of apples – influence of fruit size. **Journal of Horticultural Science**. Ashford, v.70, n.2, p.263-269, 1995.
- ZONTA, E.P. & MACHADO, A. A. **SANEST – Sistema de análise estatística para microcomputadores**. Registrado na Secretaria Especial de Informática – SEI – sob nº 066-060. Categoria A. Pelotas, RS, 1984.

¹ Produto comercial Progibbã

² EFTEGI, modelo FT 327

³ Refratômetro manual ATAGO, modelo N1

⁴ Marca Varianã, modelo 3300

⁵ Preparado com Porapakã N