

# COMPARAÇÃO DE MAÇÃS DE CULTIVARES MUTANTES DE GALA E DE FUJI QUANTO À MATURAÇÃO E QUALIDADE NA COLHEITA E APÓS A ARMAZENAGEM

Luiz C. Argenta<sup>1</sup>, Marcelo Couto<sup>1</sup>, Jose M. Katsurayama<sup>2</sup>, João C. Fioravanço<sup>3</sup>, Karine Betinelli<sup>4</sup>, Marcelo J. Vieira<sup>5</sup>, Vinicius Bartnicki<sup>6</sup>, Andreia M. T. Scolaro<sup>7</sup>, Leonardo Mueller<sup>8</sup>.

## INTRODUÇÃO

Os cultivares de maçãs 'Gala' e 'Fuji' foram desenvolvidos por métodos convencionais de hibridação na década de 30 e, desde então, inúmeras variedades resultantes de mutações ocorridas naturalmente em macieiras desses cultivares têm sido identificadas (White, 1991). Macieiras dos cultivares Delicious, Fuji e Gala se destacam pela alta predisposição a mutações em gemas (Hampson e Kemp, 2003). Células meristemáticas (de gemas) de macieiras sofrem mutações espontâneas que podem alterar algumas características dos frutos, relativas à qualidade (coloração, susceptibilidade ao *russeting*, etc.) e/ou das plantas tais como o padrão de crescimento de estruturas de frutificação, produtividade e regularidade da produção, resistência a doenças, etc. (Brown e Maloney, 2003). Atualmente, a maior parte das maçãs 'Gala' e 'Fuji' produzidas no Brasil e no mundo são clones mutantes selecionados pela maior coloração avermelhada na superfície dos frutos. Maçã 'Gala' standard (originalmente Kidd's D.8) apresenta cor amarelo-creme a amarelo-laranja quando madura em regiões com clima desfavorável ao acúmulo de antocianinas (Greene e Autio, 1993). Marcante expansão da produção e da popularidade das maçãs 'Gala' nos vários continentes ocorreu a partir dos anos 70 com o desenvolvimento dos primeiros mutantes com coloração avermelhada (Tustin, 1990; Brown e Maloney, 2003).

A preferência pelo plantio de clones mutantes com maior pigmentação avermelhada na superfície das maçãs se deve em parte a convicção que aquelas mais vermelhas possuem aparência superior e são mais atrativas e desejadas pelos consumidores. Maior atratividade das maçãs 'Royal Gala', 'Imperial Gala' (Kappel et al., 1992) e 'Regal Gala' (Greene e Autio, 1993) em relação a 'Gala' standard (Kidd's D.8) foi demonstrada em estudo com julgadores treinados para análises sensoriais. Maçãs bicolores como 'Gala' e 'Fuji' são categorizadas como Extras, CAT1, CAT2 e CAT3 com base na aparência, segundo normas legais para comercialização (Brasil, 2006). A coloração da epiderme tem papel importante nessa classificação e, para o mercado, quanto maior a percentagem da superfície das maçãs com coloração avermelhada maior a qualidade e seu preço (Crassweller e Hollender, 1989; Fisher e Ketchie, 1989; Carew, 2000; Carew e Smith, 2004).

<sup>1</sup> Eng. Agr<sup>o</sup>. Dr. Pesquisador. EPAGRI, EECD. Rua Abílio Franco, 1.500, 89.500-000, Caçador, SC. [argenta@epagri.sc.gov.br](mailto:argenta@epagri.sc.gov.br);

<sup>2</sup> Eng. Agr<sup>o</sup>. Msc. Pesquisador. EPAGRI, EESJ. Rua João Araujo Lima, 102, 88600-000, São Joaquim, SC;

<sup>3</sup> Eng. Agr<sup>o</sup>. Dr. Pesquisador. EMBRAPA/CNPUV. Rua Livramento, nº 515 Caixa Postal: 130 CEP: 95700-000, Bento Gonçalves, RS;

<sup>4</sup> Bióloga mestranda no Programa de Pós Graduação em Produção vegetal, CAV/UDESC, Lages-SC;

<sup>5</sup> Eng. Agr<sup>o</sup>. Msc. Doutorando no Programa de Pós Graduação em Produção vegetal, CAV/UDESC, Lages-SC;

<sup>6</sup> Eng. Agr<sup>o</sup>. Msc. Doutorando no Programa de Pós Graduação em Produção vegetal, CAV/UDESC, Lages-SC;

<sup>7</sup> Eng. Agr<sup>o</sup>. Msc. Nereu Ramos, 212, 89580-000, Fraiburgo, SC;

<sup>8</sup> Eng. Agr<sup>o</sup>, mestrando no Programa de Pós Graduação em Produção vegetal, CAV/UDESC, Lages-SC.

Adicionalmente, o acúmulo precoce da pigmentação avermelhada reduz riscos de colheita de maçãs sobremaduras, especialmente em regiões ou anos mais quentes e/ou nublados. O acúmulo de antocianinas, pigmentos que conferem cor avermelhada em maçãs, é maior em dias com alta luminosidade (não nublados) e noites frias, nas semanas que antecedem o início da maturação e colheita (Blankenship, 1987; Faragher, 1993; Westwood, 1993; Barritt, et al., 1997). Por isso, a colheita de maçãs bicolores tende a ser retardada quando as condições climáticas são desfavoráveis ao acúmulo de antocianinas. Esse procedimento implica em colheita de maçãs mais maduras, com maior taxa de produção de etileno, menor firmeza de polpa, maior incidência de rachadura peduncular e menor potencial de armazenagem. Adicionalmente, maçãs bicolores colhidas tardiamente frequentemente exibem cor de fundo amarelada ou amarelo-laranja, especialmente após a armazenagem. A cor de fundo amarela ou amarelo-laranja é um indicativo que os frutos estão em estágio avançado de maturação, possivelmente reconhecido pelos consumidores. Esse trabalho relata resultados preliminares do estudo realizado para verificar se os seis clones mutantes de 'Gala' e os três clones mutantes de 'Fuji', atualmente plantados no Brasil, diferem entre si quanto à maturação e qualidade no ponto de colheita comercial e após a armazenagem, além da coloração.

## METODOLOGIA

Três experimentos foram realizados para comparar os clones mutantes de 'Gala' (Experimento 1) e de 'Fuji' (Experimento 2) quanto a maturação na planta e potencial de conservação da qualidade durante a armazenagem e para comparar os clones mutantes de 'Gala' quanto a variabilidade da maturação entre maçãs na planta (Experimento 3).

Três pomares experimentais foram implantados nas estações Experimentais da Epagri e Embrapa, em Caçador-SC, São Joaquim-SC e Vacaria-RS, em 2007. Nos experimentos 1 e 3, os tratamentos avaliados foram compostos pela combinação de seis clones mutantes de 'Gala' ('Royal Gala', 'Imperial Gala', 'Gala Real', 'Galaxy', 'Maxi Gala' e 'Brookfield'), três regiões de cultivo (Caçador-SC, São Joaquim-SC e Vacaria-RS) e dois porta-enxertos (M9 e Marubakaido com filtro de M9). No experimento 2, os tratamentos avaliados foram compostos pela combinação de três clones mutantes de 'Fuji' ('Fuji Suprema', 'Fuji Kiku 8'e 'Mishima'), três regiões de cultivo (Caçador-SC, São Joaquim-SC e Vacaria-RS) e dois porta-enxertos (M9 e Marubakaido com filtro de M9).

Maçãs foram colhidas em 2012, 2013 e 2014, correspondendo ao 5º, 6º e 7º ano após o plantio. Os frutos das três regiões foram analisados em laboratórios da EPAGRI (Estação Experimental de Caçador) e armazenados em câmaras Experimentais da EPAGRI e em câmaras comerciais de Fraiburgo, SC.

Amostras de maçãs colhidas para os experimentos 1 e 2 foram analisadas um dia após a colheita e após a armazenagem refrigerada sob AC (Atmosfera Controlada), por seis meses ('Galas') e oito meses ('Fujis') mais sete dias a 23°C. Maçãs clones de 'Fuji' também foram armazenadas em atmosfera do ar (AA). Maçãs clones de 'Gala', para os experimentos 1 e 3 foram colhidas em uma única data em cada região enquanto maçãs clones de 'Fuji', para o experimento 2, foram colhidas na semana de início da colheita comercial (uma a duas semanas antes do pico de colheita comercial; colheita precoce) e aproximadamente 18 dias após a primeira colheita (colheita tardia). 'Fujis' colhidas precocemente foram armazenadas sob AA enquanto 'Fujis' colhidas tardiamente foram armazenadas sob AC (1,5% de O<sub>2</sub> e 2% de CO<sub>2</sub>). Frutos das regiões de Vacaria e

São Joaquim foram sempre colhidos dois e 6 dias após a colheita dos frutos de Caçador, respectivamente. Esse procedimento foi realizado por questões operacionais e logísticas de colheita e análises dos frutos. O delineamento experimental, para os experimentos 1 e 2, foi em blocos ao acaso com 3<sup>1</sup> repetições de nove plantas. A unidade experimental foi composta por uma amostra de 25 maçãs por repetição e tratamento para análises na colheita e 75 maçãs por repetição e tratamento para análises após a armazenagem.

As maçãs dos experimentos 1 e 2 foram analisadas quanto a firmeza da polpa, o índice de amido, acidez titulável (AT), açúcares solúveis totais (SS), massa, índice de cor vermelha (percentagem de área superficial com cor vermelha e densidade da pigmentação vermelha), composição mineral e severidade de distúrbios fisiológicos e fitopatológicos: pingo de mel, *russetting*, podridões, Escurecimento Interno Difuso (dos tecidos do córtex), Escurecimento dos tecidos de origem Carpelares (*core browning*), mucha, rachadura senescente, dano por CO<sub>2</sub>, escaldadura superficial, *bitter pit*, *blotch pit*, podridão carpelar e *lenticelose*. O estudo sobre variação da maturação entre maçãs na planta (Experimento 3) foi realizado pela análise de todas as maçãs de uma planta por bloco e tratamento. A unidade experimental foi composta por todos os frutos de uma planta por bloco (repetição). Todas as maçãs de uma planta por repetição e tratamento foram analisadas em 52 horas após a colheita pela análise da firmeza da polpa e índice de degradação do amido (índice de amido). A variabilidade da maturação entre maçãs na planta foi analisada por medidas do desvio padrão para firmeza da polpa e índice de amido de cada planta (repetição). Todas as análises subjetivas para todos os tratamentos, regiões e anos foram realizadas por um único técnico.

## RESULTADOS:

### Comparação entre Cultivares Clones Mutantes de Gala:

A cor vermelha, acidez titulável (AT) e sólidos solúveis totais (SS) foram afetados pela combinação dos fatores cultivar (clones mutantes de 'Gala') e região (ambiente), mas, não foram afetados de forma interativa pelos fatores cultivar e ano. Por isso, os dados dos três anos foram agrupados para análises dos efeitos de cultivar e região para essas três variáveis. Os dados das três regiões e anos foram agrupados para análises das demais variáveis porque não houve interação entre cultivar e região ou ano. Nas três regiões, os índices de cor vermelha da epiderme (área superficial pigmentada e densidade de pigmentação vermelha) nos cultivares 'Galaxy', 'Brookfield' e 'MaxiGala' foram superiores aos da 'Gala Real', 'Imperial Gala', e 'Royal Gala'. 'Galaxy', 'Brookfield' e 'MaxiGala' não diferiram quanto ao índice de cor vermelha em Caçador e Vacaria, mas, 'Galaxy' apresentou maior índice de cor vermelha que 'MaxiGala' em São Joaquim. 'Gala Real' apresentou maior índice de cor vermelha que 'Imperial Gala' e 'Royal Gala' em Vacaria e São Joaquim, mas, em Caçador, 'Gala Real' apresentou o mesmo índice de cor vermelha da 'Imperial Gala'. Os seis cultivares mutantes de 'Gala' não diferiram quanto ao índice de degradação do amido na colheita (análise um dia após a colheita) nem quanto à firmeza da polpa na colheita e após a armazenagem. A taxa de perda de firmeza da polpa durante a armazenagem também foi a mesma para os seis cultivares. Maçãs de Vacaria apresentaram menor firmeza da polpa que maçãs de São Joaquim e Caçador, na colheita. Após a armazenagem, a firmeza da polpa das maçãs de Caçador foram maiores que as de São Joaquim e Vacaria. Maçãs de São Joaquim apresentaram maiores taxas de perda de firmeza que as de Caçador, mas semelhante às de Vacaria. Os teores de SS e AT não

diferiram entre os cultivares, na análise realizada após a armazenagem, independentemente da região de produção. A análise um dia após a colheita indicou máximo teor de SS para 'Imperial Gala' produzidas em Caçador e para 'Galaxy' produzidas em Vacaria. A AT da 'Imperial Gala' foi máxima quando crescida em Caçador e mínima quando crescida em São Joaquim, segundo à análise realizada um dia após a colheita. O índice de *russeting* não variou entre os cultivares mutantes de 'Gala', à exceção de 'Royal Gala', que foi mais afetada que 'Brookfield'. 'Galas' crescidas em São Joaquim foram menos afetadas por *russeting* que 'Galas' crescidas em Caçador e Vacaria. Os cultivares mutantes de 'Gala' não diferiram quanto à incidência e índices de severidade de podridões, escurecimento da polpa, *bitter pit*, *lenticelose*, mucha, rachadura senescente e mancha de 'Gala'. A incidência e índice de severidade de podridões foi mínima para os frutos crescidos em Vacaria e Caçador, respectivamente. Já, os índices de rachadura senescente e escurecimento da polpa das maçãs produzidas em Caçador e Vacaria não variaram entre si, mas, foram menores que aqueles das maçãs crescidas em São Joaquim. Não foram detectados efeitos de região sobre o desenvolvimento de *enticelose*, *bitter pit* e mucha.

### **Comparação entre Cultivares Clones Mutantes de Fuji:**

Não houve interação significativa do tratamento cultivar (clones mutantes de Fuji) com os fatores ano, região (ambiente) e porta-enxerto para todas as variáveis. Por isso, os dados dos fatores ano, região e porta-enxerto foram agrupados e os efeitos do fator cultivar (clones mutantes) analisados isoladamente. Mas, para algumas variáveis, incluindo cor vermelha e firmeza da polpa, houve interação do fator região com o fator ano e/ou porta-enxerto. Por isso, os dados dos três cultivares mutantes foram agrupados e o fator região analisado isoladamente para cada ano e/ou por-enxerto. Maçãs 'Suprema' apresentaram maior índice de cor vermelha (área superficial e densidade de pigmentação vermelha) que maçãs 'Mishima' e 'Kiku' em ambas as datas de colheita. Quando colhida precocemente (no início do período de colheita comercial), 'Suprema' apresentou índice de cor vermelha duas vezes (100%) superior aos da 'Mishima' e 'Kiku'. Já, quando colhidas tardiamente (18 dias após o início do período de colheita comercial), 'Suprema' apresentou índice de cor vermelha aproximadamente 17% superior aos da 'Mishima' e 'Kiku'. Isso ocorreu em grande parte pelo aumento da coloração nas 'Mishima' e 'Kiku', nesse período de 18 dias. Os índices de cor vermelha das 'Fujis' produzidas em Vacaria foram inferiores aos das 'Fujis' produzidas em Caçador e São Joaquim em ambas as datas de colheita. 'Suprema' apresentou firmeza da polpa igual a da 'Mishima' e levemente superior (0,4 a 0,5 lb) a da 'Kiku', um dia após ambas as datas de colheita. Essa diferença entre 'Suprema' e 'Kiku' foi menor ou não existiu após a armazenagem. As 'Fujis' colhidas em São Joaquim apresentaram firmeza superior as de Caçador e Vacaria em aproximadamente 1 lb, um dia após a primeira colheita e aproximadamente 0,5 lb, um dia após a segunda colheita. No entanto, após a armazenagem, 'Fujis' de São Joaquim apresentaram firmeza igual ou inferior as de Caçador e Vacaria, dependendo da data de colheita. Esse resultado pode estar em parte relacionado ao fato que as 'Fujis' de São Joaquim apresentavam maior massa (maior calibre) que aquelas de Caçador e Vacaria. Apesar da leve variação de firmeza da polpa, os três mutantes de 'Fuji' não variaram quanto ao índice de degradação do amido. Máximos índices de degradação do amido ocorreram para 'Fujis' de Vacaria, na primeira colheita e para 'Fujis' de São Joaquim na segunda colheita. Os três mutantes de 'Fuji' não diferiram quanto ao teor de SS após a armazenagem, embora, 'Mishima' tenha apresentado SS sensivelmente

superior a 'Suprema' e 'Kiku', um dia após a colheita. 'Fujis' de Vacaria apresentaram menor teor de SS que 'Fujis' de Caçador e São Joaquim, após a armazenagem, independentemente da data de colheita. Os três mutantes de 'Fuji' não diferiram quanto à ATum dia após a colheita, mas, 'Kiku' apresentou menor AT que 'Suprema' e 'Mishima' depois da armazenagem, independentemente da data de colheita. O índice de severidade de *russeting* foi semelhante para os três mutantes de 'Fuji', mas, foi menor nos frutos crescidos em São Joaquim que nos frutos crescidos em Caçador e Vacaria, para ambas as datas de colheita. Da mesma forma, a porcentagem de frutos afetados por podridões e os índices de escaldadura superficial não variaram entre os três mutantes de 'Fuji', independentemente da época de colheita e atmosfera de armazenagem. Mas, a incidência de podridões foi máxima nos frutos de Caçador e o índice de escaldadura superficial foi máximo para frutos de São Joaquim. A incidência e o índice de dano por CO<sub>2</sub> na 'Suprema' foi aproximadamente metade daqueles na 'Kiku' quando colhidas tardiamente e armazenadas em AC com 2% de CO<sub>2</sub>. 'Fujis' de São Joaquim se mostraram mais susceptíveis ao dano por CO<sub>2</sub> que as 'Fujis' Caçador e Vacaria. Os índices dos distúrbios Escurecimento Difuso no Córtex e *core browning* (escurecimento dos tecidos de origem carpelar) não variaram entre os três mutantes de 'Fuji'. O Escurecimento interno Difuso foi maior nos frutos colhidos tardiamente e armazenados em AC que nos frutos colhidos precocemente e armazenados em atmosfera do AR. O contrário foi observado para o distúrbio *core browning*. Os índices desses dois distúrbios foram maiores nas 'Fujis' crescidas em São Joaquim que em Caçador e Vacaria. Da mesma forma, os índices de *bitter pit* e *lenticelose* não variaram entre os mutantes, mas, foram maiores nas maçãs crescidas em São Joaquim.

#### **AGRADECIMENTOS**

À FINEP, à FAPESC e à ABPM pelo apoio financeiro. Aos Drs. Paulo R. D. De Oliveira, José L. Petri e Gabriel B. Leite pela implantação dos pomares experimentais. Aos técnicos Cleiton A. de Souza e José Machado, William Andolfato, José Hawerth, Jairo Hoffmann e Luiz Lewinski pela colaboração na execução dos experimentos. À Fischer S/A Agroindústria, Agrícola Fraiburgo S/A e Agropel Agroindustrial Perazzoli Ltda pela armazenagem das maçãs.