

# PADRÕES DE MATURAÇÃO E ÍNDICES DE COLHEITA DE MAÇÃS CVS. GALA, GOLDEN DELICIOUS E FUJI<sup>1</sup>

LUIZ CARLOS ARGENTA<sup>2</sup>, RENAR JOÃO BENDER<sup>3</sup>,  
CARLOS LEOMAR KREUS<sup>4</sup> e MARCIA MONDARDO<sup>5</sup>

RESUMO - Os padrões de evolução de alguns parâmetros de maturação de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji e suas relações com o período de maturação comercial foram avaliados em diferentes regiões de Santa Catarina, de 1985 a 1994. Observaram-se tendências lineares e quadráticas nos aumentos do índice de amido e do teor de sólidos solúveis totais (SST) e na redução da firmeza da polpa e da acidez durante a maturação. As mudanças dos índices de maturação iniciaram sempre antes do período de maturação comercial, podendo, assim, ser empregados como métodos práticos para estimar o início da colheita de maçãs. Índices de amido entre 3 e 5 referentes à Gala e à Golden Delicious e entre 4 e 6 relativos à Fuji foram frequentemente associados ao período de maturação comercial. Neste período, os índices mais elevados de acidez, SST e firmeza foram observados em maçãs Golden Delicious, Fuji e Gala, respectivamente. Houve variações significativas dos índices de maturação entre anos, sendo maiores na Gala e menores na Fuji. Em alguns casos, as variações entre anos foram superiores aos efeitos de datas de colheita. Aparentemente, o emprego do índice Streif composto pelos parâmetros amido, SST e firmeza é o método mais seguro para determinar o estágio de maturação e o início da colheita de maçãs.

Termos para indexação: índices de maturação, *Malus domestica*, pós-colheita.

## MATURITY PATTERNS AND HARVEST INDICES FOR 'GALA', 'GOLDEN DELICIOUS' AND 'FUJI' APPLES

ABSTRACT - The maturity patterns 'Gala', 'Golden Delicious' and 'Fuji' apples and the relationship to commercial harvest time were evaluated in Santa Catarina State, South Brazil, during 1985 to 1994. During the maturation period, linear and quadratic tendencies in the starch index and in the total soluble solids increase, as well as in the firmness and acidity reduction were observed. The changes of physico-chemical parameters started before the commercial picking period, indicating that they can be used as practical indices for predicting the harvest time. Starch indices between 3 and 5 for 'Gala' and 'Golden Delicious' and between 4 to 6 for 'Fuji' apples were associated with the commercial harvest dates. At this period the largest acidity, TSS and firmness indices occurred in 'Golden Delicious', 'Fuji' and 'Gala' apples, respectively. The seasonal variations for all parameters were largest for 'Gala' and lowest to 'Fuji' apples. In some cases, seasonal variations were larger than harvest dates effects. Apparently, the use of index Streif obtained by using firmness, TSS and starch indices is a reliable method to define the correct picking dates.

Index terms: maturity index, *Malus domestica*, postharvest.

## INTRODUÇÃO

De maneira geral, maçãs devem ser colhidas quando os critérios de qualidade são satisfatórios. Entretanto, a qualidade das maçãs pode ser definida de muitas maneiras, e algumas definições são relacionadas a características que se desenvolvem após a colheita, durante a maturação dos frutos (Knee & Smith, 1989).

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 6 de setembro de 1995.

<sup>2</sup> Eng. Agr., M.Sc., Lab. de Nutrição e Fisiol. Vegetal, EPAGRI-EECd, Caixa Postal 591, CEP 89500-000 Caçador, SC.

<sup>3</sup> Eng. Agr., M.Sc., Fac. de Agron., UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS.

<sup>4</sup> Eng. Agr., Dr., Dep. de Econ. Rural, EPAGRI-EECd.

<sup>5</sup> Eng. Agr., M.Sc., Dep. de Estatística Experimental, EPAGRI-EECd.

Quando as maçãs destinam-se à comercialização imediata e à exportação, ênfase tem sido dada à qualidade em termos de aparência. Neste caso, frutos mais aromáticos, com maior tamanho e coloração avermelhada são obtidos com a colheita tardia (Blanpied & Silsby, 1992; Watkins et al., 1993). Entretanto, tem sido amplamente divulgado que com a colheita tardia obtêm-se maçãs com potencial de armazenagem significativamente inferior. A colheita de maçãs em estágio de maturação avançado representa maior risco à ocorrência de distúrbios fisiológicos, além das perdas intoleráveis da textura e qualidade organoléptica durante a armazenagem (Olsen, 1986; Streif, 1989; Knee et al., 1989; Chu, 1989; Blanpied & Silsby, 1992; Dodd et al., 1993).

Muitos estudos têm mostrado que o ponto ideal de colheita de maçãs está associado ao estágio em que a taxa respiratória é mínima (pré-climatério) e ao início da síntese de etileno autocatalítico (Harkett et al., 1971; Reid et al., 1973; Knee et al., 1983; Olsen, 1986; Blanpied, 1986). Entretanto, estes parâmetros fisiológicos não têm sido, ainda, amplamente adotados pelos produtores. Por outro lado, em algumas variedades ou regiões, os parâmetros fisiológicos da maturação (climatério) nem sempre se relacionam consistentemente com o período de colheita para máxima qualidade e potencial de armazenagem (Chu, 1984; Blankenship & Unrath, 1988; Lau, 1989; Watkins et al., 1989; Streif & Buffer, 1990; Fan, 1992). Por esta razão, o termo "maturação comercial" tem sido usado para indicar o estágio de desenvolvimento em que os frutos apresentam características de qualidade desejadas pelos consumidores antes e depois da armazenagem (Kingston, 1992).

Na prática, os parâmetros mais empregados nos programas de maturação de maçãs dos Estados Unidos (Blanpied & Silsby, 1992; Bartram, 1993), Canadá (Lau, 1989), Austrália (Little, 1992) e Europa (Luton, 1989; Streif, 1989) são a firmeza da polpa, o índice de degradação do amido, a acidez titulável, o teor de sólidos solúveis totais e a concentração de etileno interno. A cor de fundo da epiderme (Watkins et al., 1993), a cor das sementes (Dodd et al., 1993) e o acúmulo de unidades calóricas (Luton, 1989) são também empregados em algumas variedades e regiões.

Os indicadores físico-químicos caracterizam-se pela precisão e simplicidade dos métodos e instrumentos de avaliação (Knee & Smith, 1989; Streif, 1989). Entretanto, as variações das condições de clima entre regiões e anos e dos sistemas de cultivo entre pomares podem limitar a aplicabilidade destes índices para estimar a qualidade e o estágio de maturação de maçãs (Knee & Smith, 1989; Truter & Hurndall, 1989; Kingston, 1992; Dodd et al., 1993).

O objetivo deste estudo foi identificar os padrões de evolução de alguns índices de maturação das maçãs Gala, Golden Delicious e Fuji, e suas relações com o período de maturação comercial.

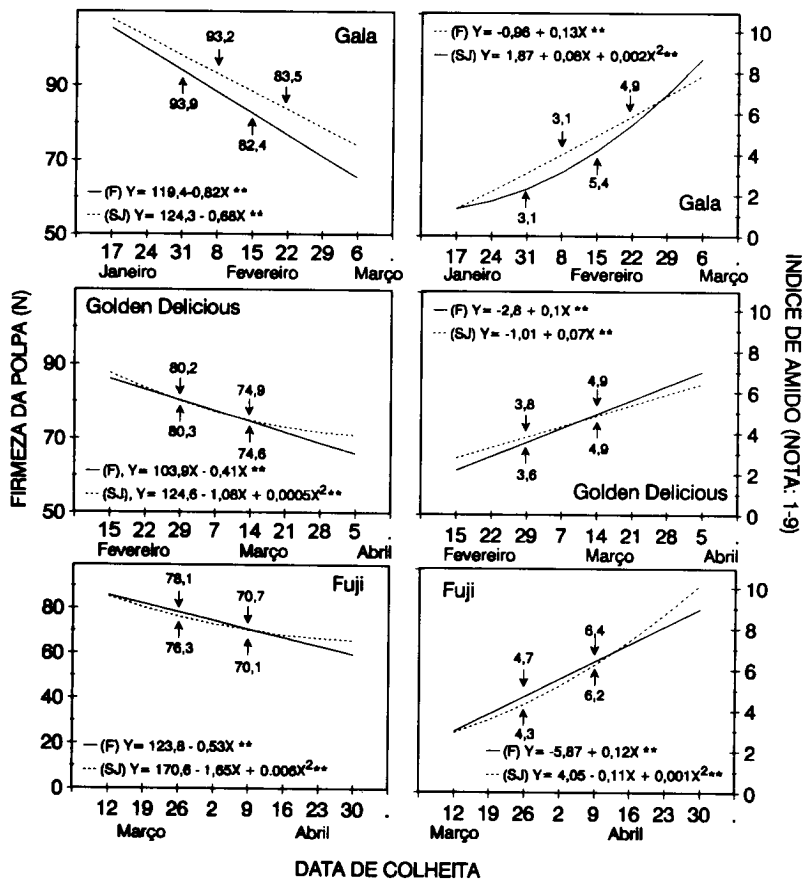
## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em Santa Catarina, nos anos 1985 a 1994. Maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji, enxertadas sobre 'MM-106', foram colhidas em pomares de Fraiburgo (altitude de 1.140 m) e de São Joaquim (altitude de 1.400 m). Quarenta plantas de cada pomar foram previamente marcadas. O início da colheita foi aproximadamente 90, 112 e 128 dias após a plena floração, nas cultivares Gala, Golden Delicious e Fuji, respectivamente. Um a dois frutos por planta foram amostrados na parte mediana externa, e de todos os lados da copa, semanalmente, durante cinco a oito semanas. Em cada data, pomar e cultivar, colheram-se 45 frutos, que no laboratório foram divididos em três subamostras (três repetições) de quinze frutos. A firmeza da polpa e o índice de amido foram determinados em cada fruto, enquanto os teores de sólidos solúveis totais (SST) e de acidez foram determinados em três amostras de suco, cada uma proveniente de quinze frutos. Após a análise da firmeza, os frutos foram cortados equatorialmente, uma metade peduncular foi empregada no teste iodo/amido, e a outra metade, na coleta do suco. O teor de amido foi avaliado pelo teste iodo-amido, empregando-se tabela de fotografias desenvolvida por Bender & Ebert (1985), na qual o índice 1 significa teor máximo de amido, e o índice 9 significa amido totalmente hidrolisado. Neste teste, mergulhou-se, por meio minuto, a superfície cortada dos frutos numa solução de iodo metálico (12 g/l) mais iodeto de potássio (24 g/l). Empregou-se um penetrômetro eletrônico com êmbolo de 1 cm<sup>2</sup>, para determinar a firmeza da polpa do lado exposto ao sol e do lado sombreado dos frutos. O teor de SST (°Brix) foi determinado com refratômetro manual, enquanto o teor de acidez de 10 ml de suco, diluído

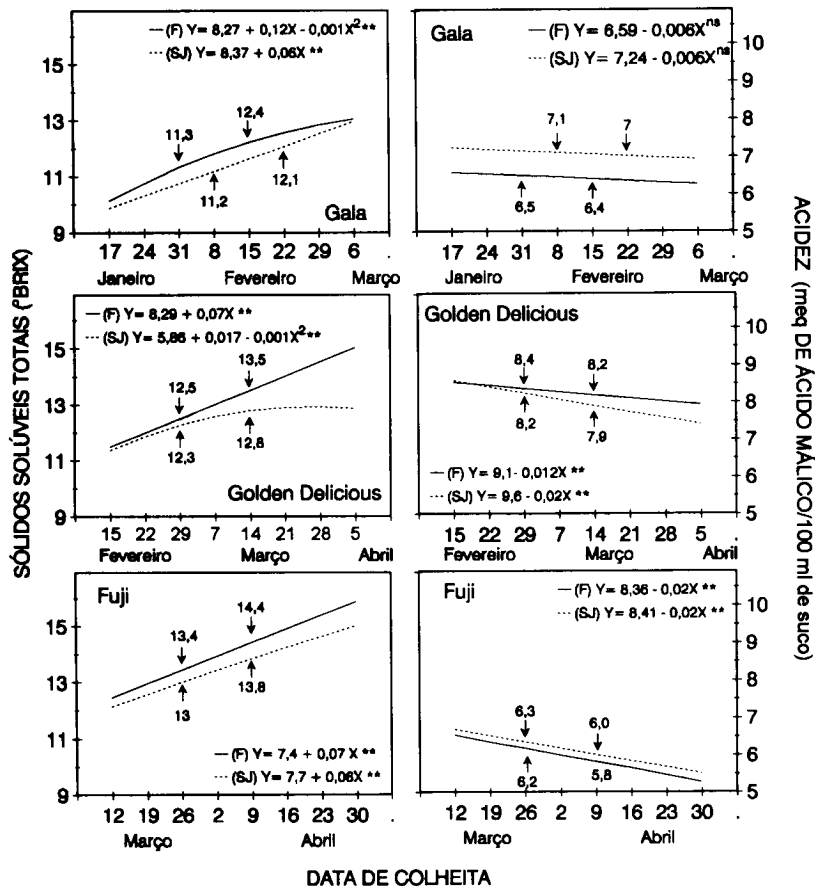
em água destilada (1:10), foi medido por titulação automática até pH 8,1 com NaOH 0,1 N, e expresso em meq de ácido málico por 100 ml de suco puro. Os efeitos de data de colheita sobre os índices físico-químicos analisados foram ajustados através da análise de regressão. Com base na significância dos parâmetros linear e quadrático, definiu-se o melhor ajuste em cada índice de maturação, cultivar e pomar. A firmeza da polpa (Newton), o índice de amido e SST estimados pelas equações de regressão foram empregados para cálculo do índice Streif (Streif, 1989). O período de maturação comercial, descrito neste trabalho, correspondeu à fase de colheita, frequentemente observada pelos produtores, na qual os frutos têm apresentado melhores qualidades para consumo e armazenagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Padrões bem definidos de aumento do teor de sólidos solúveis totais (SST) e do índice de amido e de redução da firmeza da polpa e acidez durante a maturação foram observados nas três cultivares e nas duas regiões estudadas. Os períodos de maturação comercial foram as duas primeiras semanas de fevereiro na cv. Gala, as duas primeiras semanas de março na cv. Golden Delicious, e a última semana de março e primeira semana de abril, na cv. Fuji. O período de maturação comercial da cv. Gala em São Joaquim foi uma semana mais tarde que em Fraiburgo (Figs. 1 e 2).



**FIG. 1.** Variação da firmeza da polpa e do índice de amido de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji durante a maturação, na planta. Ajustes obtidos a partir de dados coletados de 1985 a 1994, em três pomares de Fraiburgo (F) e em um pomar de São Joaquim (S.J.). Modelos significativos a 1% (\*\*). As setas indicam valores no período de colheita comercial.



**FIG. 2.** Variação dos teores de sólidos solúveis totais (SST) e de acidez de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji durante a maturação na planta. Ajustes obtidos a partir de dados coletados de 1985 a 1994, em três pomares de Fraiburgo (F) e em um pomar de São Joaquim (SJ). Modelos não-significativos (ns) ou significativos a 5% (\*) e 1% (\*\*). As setas indicam valores no período de colheita comercial.

Observou-se que a hidrólise do amido (expressa pelo índice de amido) iniciou sempre antes do período de maturação comercial (Fig. 1). O índice de degradação do amido aumentou linearmente durante a maturação, em Fraiburgo, enquanto a tendência de aumento quadrático do índice de amido foi observada durante a maturação de maçãs Gala e Fuji, em São Joaquim. As taxas de evolução semanal do índice de amido foram, em média, 1, 0,6 e 0,9 nas cultivares Gala, Golden Delicious e Fuji, respectivamente. No período de maturação comercial, o índice de amido foi maior na cultivar Fuji, variando de 3,1 a 5,4, 3,6 a 4,9 e 4,3 a 6,4 nas cultivares Gala, Golden Delicious e Fuji, respectivamente. De ma-

neira geral, não se observaram diferenças significativas nos índices de amido entre as duas regiões estudadas. Entretanto, houve variações significativas do índice de amido estimados no período de maturação comercial nos diferentes anos (Tabela 1). Estas variações entre anos foram maiores na cultivar Gala, e menores na cultivar Fuji. Segundo Chu (1989) e Lau (1989), a hidrólise do amido é mais rápida em anos caracterizados por alto acúmulo de horas de sol e baixo acúmulo de unidades calóricas durante o desenvolvimento dos frutos.

A firmeza da polpa diminuiu linearmente durante a maturação, em Fraiburgo, ao passo que tendências de redução rápida nas duas primeiras semanas,

**TABELA 1. Índices de maturação de maçãs na colheita de 8 de fevereiro (Gala), 7 de março (Golden Delicious) e 2 de abril (Fuji), em Fraiburgo, estimados pela análise de regressão de cada ano.**

Índice de maturação	1985	1986	1987	1988	1990	1991	1992	1993	1994	dvp <sup>1</sup>	tvsm <sup>2</sup>
<b>Gala</b>											
Firmeza (N)	85,0	91,0		90,1		76,6	81,7	68,1	68,0	9,5	-5,75
SST (°Brix)	11,4	13,6		12,0		13,0	11,3	11,9	12,6	0,8	0,45
Amido (Nota: 1-9)	4,2	4,0		4,0		6,0	5,8	5,7	5,1	0,9	0,94
F/(SST <sub>X</sub> A) <sup>3</sup>	0,39	0,37		0,42		0,22	0,28	0,23	0,24	0,09	-0,15
<b>Golden Delicious</b>											
Firmeza (N)	79,0	79,2	66,9	76,6	70,4	72,0	72,6	64,0	76,0	6,3	-2,85
SST (°Brix)	13,2	13,7	12,8	12,3	12,7	14,0	14,2	12,8	13,5	0,7	0,51
Amido (Nota: 1-9)	4,0	3,6	3,8	3,8	4,3	5,5	5,1	5,2	4,3	0,7	0,69
Acidez (meq Á.M.)	9,2	7,1	7,8	8,2	7,4	8,3	8,8	7,9	8,3	0,7	-0,09
F/(SST <sub>X</sub> A)	0,33	0,36	0,31	0,32	0,29	0,21	0,23	0,22	0,29	0,06	-0,07
<b>Fuji</b>											
Firmeza (N)	78,0	76,5	80,1	72,2	71,3	73,7	74,1	65,0	74,5	4,4	-3,72
SST (°Brix)	14,2	14,0	14,4	13,0	12,9	15,1	15,0	13,8	13,9	0,8	0,49
Amido (Nota: 1-9)	5,0	5,3	5,9	4,3	5,5	5,6	5,5	5,1	5,5	0,4	0,86
Acidez (meq Á.M.)	6,6	5,9	6,5	5,2	5,2	6,1	6,2	7,3	5,9	0,6	-0,18
F/(SST <sub>X</sub> A)	0,25	0,23	0,21	0,29	0,23	0,20	0,20	0,21	0,22	0,03	0,04

<sup>1</sup> Desvio-padrão entre os índices estimados para cada ano.

<sup>2</sup> Taxa de variação semanal média: determinadas para o período de maturação comercial, através das funções apresentadas nas

Figs. 1 e 2.

<sup>3</sup> Índice Streif: Firmeza (lb) / [SST(°Brix) x Índice de amido (nota:1-9)].

e lenta nas duas últimas semanas de maturação foram observadas quanto à firmeza das maçãs Golden Delicious e Fuji, de São Joaquim (Fig. 1). As taxas de redução semanal da firmeza da polpa foram, em média, 5,2, 2,3 e 3,2 nas cultivares Gala, Golden Delicious e Fuji, respectivamente. No período de maturação comercial, a firmeza da polpa foi maior em maçãs Gala, e menor em maçãs Fuji, variando de 93 a 82, 80 a 74 e 78 a 70 N nas cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji, respectivamente. No período de maturação comercial, não houve diferenças expressivas da firmeza da polpa entre as duas regiões. Entretanto, houve variações expressivas da firmeza da polpa entre anos, ou seja, maiores na cv. Gala e menores na cv. Fuji (Tabela 1). Considerando a taxa de variação semanal durante a maturação, as diferenças de firmeza da polpa entre os anos 1986 e 1994 na cv. Gala e entre os anos 1987 e 1993 na cv. Golden Delicious corresponderam a, aproximadamente, quatro semanas de maturação dos frutos.

Houve tendência de redução linear da acidez nas datas de colheita de maçãs Golden Delicious e Fuji. As taxas de redução semanal média da acidez foram de, aproximadamente, 0,13 e 0,17 meq nas cultivares Golden Delicious e Fuji, respectivamente. Na cultivar Gala, as taxas de variação semanal da acidez não foram significativas, e os dados não se ajustaram a nenhum modelo estatístico (Fig. 2). A acidez titulável foi maior na cv. Golden Delicious e menor na cv. Fuji. No período de maturação comercial, os teores de acidez variaram de 7,1 a 6,4, 8,4 a 7,9 e 6,3 a 5,8 nas cultivares Gala, Golden Delicious e Fuji, respectivamente. Considerando que as taxas de variação semanal da acidez durante a maturação foram muito baixas, a aplicabilidade deste parâmetro como indicador do início da colheita de maçãs parece ser limitada.

A tendência de aumento dos teores de SST durante a maturação de maçãs Fuji de Fraiburgo e São Joaquim, Golden Delicious de Fraiburgo e Gala de

São Joaquim foi linear. Entretanto, observou-se tendência de aumento rápido dos SST nas duas primeiras semanas e estabilização nas duas últimas semanas da maturação em maçãs Golden Delicious de São Joaquim e Gala, de Fraiburgo (Fig. 2). As taxas de evolução semanal dos teores de SST foram de, aproximadamente, 0,45 a 0,5 °Brix nas três cultivares, com exceção da Golden Delicious de São Joaquim. Os teores de SST foram menores na cultivar Gala, e sensivelmente maiores nos frutos colhidos em Fraiburgo. No período de maturação comercial, os teores de SST variaram de 11,2 a 12,4, 12,3 a 13,5 e 13 a 14,4 °Brix nas cultivares Gala, Golden Delicious e Fuji, respectivamente. A variabilidade dos teores de SST entre anos foi semelhante nas três cultivares (Tabela 1). Novamente, considerando as taxas de variação semanal médias durante a maturação, as diferenças dos teores de SST entre 1986 e 1991 (Gala), 1988 e 1992 (Golden Delicious) e 1990 e 1991 (Fuji) corresponderam a, aproximadamente, quatro semanas de maturação dos frutos. Os altos teores de SST observados em alguns anos podem estar relacionados, pelo menos em parte, ao maior acúmulo de horas sol durante todo o desenvolvimento dos frutos (Chu, 1989).

Na prática, o início do período de colheita comercial varia de um ano para o outro; entretanto, esta variação tem sido sempre menor que três semanas. Assim, as variações dos índices físico-químicos entre anos foram, em alguns casos, superiores aos efeitos de datas de colheita. Estes resultados demonstram que os valores dos índices físico-químicos variam com a maturação dos frutos, mas também com outros fatores que podem ser específicos de anos e pomares. Resultados semelhantes foram descritos por Knee & Smith (1989), Lau (1989), Blanpied & Silby (1992) e Dodd et al. (1993).

Observaram-se tendências de redução quadrática do índice Streif com o avanço da maturação nas três cultivares de maçãs estudadas (Fig. 3). Os efeitos de datas de colheita sobre a redução do índice Streif durante a maturação foram maiores na cultivar Gala do que nas cultivares Golden Delicious e Fuji. Houve, também, variação do índice Streif entre cultivares, sendo maior nas cultivares mais precoces, como a Gala. Entretanto, não houve variações significativas do índice Streif entre regiões. Nos períodos

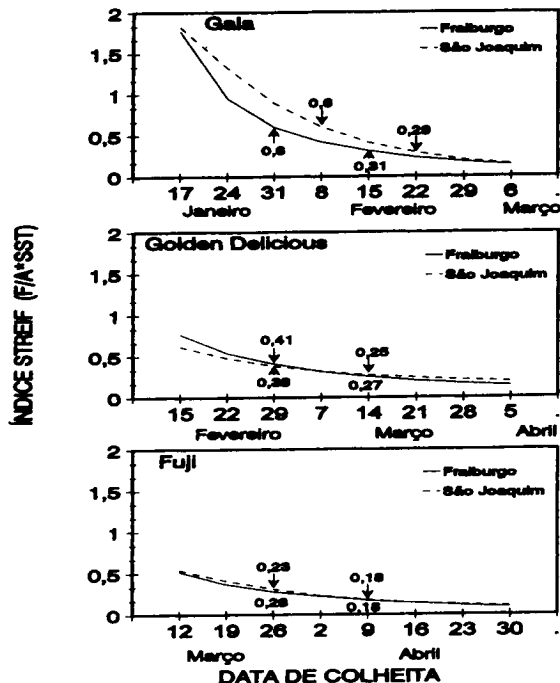


FIG. 3. Evolução do índice Streif (F/A \* SST) em maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji durante a maturação na planta. Estimativas para firmeza da polpa (F), índice de amido (A) e SST obtidas através das equações apresentadas nas Figs. 1 e 2. As setas indicam valores no período de colheita comercial.

ideais de colheita, os índices Streif variaram de 0,6 a 0,3 na cv. Gala, de 0,4 a 0,26 na cv. Golden Delicious, e de 0,27 a 0,18 na cv. Fuji. Estes índices Streif, obtidos com maçãs produzidas em Santa Catarina, são inferiores aos obtidos por Streif (1989) com maçãs produzidas na Alemanha.

Considerando as taxas de redução semanal do índice Streif que ocorreram no período de maturação comercial (Fig. 3), verificou-se que as variações deste índice entre anos (Tabela 1) corresponderam sempre a menos de duas semanas de maturação. Assim, a combinação de vários parâmetros físico-químicos num único índice é, provavelmente, um método mais seguro para estimar o estágio de maturação e o início da colheita de maçãs. Isto está relacionado, pelo menos em parte, ao fato de que as variações de ano, tais como condições climáticas e

tratos culturais, podem afetar de diversas formas os vários parâmetros de maturação. Além disso, tem-se observado tendência de redução do índice Streif, associada a tendências de redução da firmeza da polpa e ao aumento dos SST e índice de amido, de 1985 a 1994 (Tabela 1). Esta tendência foi mais evidente na cultivar Gala. Estes resultados indicam que os índices de maturação e a época de colheita de maçãs também podem ser influenciados pela idade dos pomares.

Considerando que em alguns anos a evolução de alguns parâmetros de maturação não é linear, a identificação do estágio em que ocorre rápida mudança da taxa de evolução dos parâmetros de uma semana a outra é, também, importante indicador do início de colheita (Truter & Hurndall, 1989; Kingston, 1992). Este aspecto tem sido mais evidente para o índice de amido e a concentração de etileno interno em variedades precoces, como Gala (Argenta, 1993).

## CONCLUSÕES

1. Índices de amido entre 3 e 5 na Gala e Golden Delicious, e entre 4 e 6 na Fuji foram freqüentemente associados ao período de maturação comercial. Neste período, os índices de firmeza da polpa variaram de 93 a 82, 80 a 74 e 78 a 70 N nas cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji, respectivamente.

2. Houve variações significativas dos índices de maturação entre anos, sendo maiores para a Gala e menores para a Fuji.

3. A combinação de vários parâmetros físico-químicos num único índice mostrou-se o método mais seguro para estimar o estágio de maturação e o início da colheita de maçãs.

## REFERÊNCIAS

- ARGENTA, L.C. Concentração de etileno interno e maturação de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.15, n.1, p.125-132, 1993.
- BARTRAM, D. Interpretation of laboratory test. In: BARTRAM, R. D. (Ed.). *Apple maturity program*. Wenatchee: USDA, 1993. p.45-54.
- BENDER, R. J.; EBERT, A. **Determinação do ponto de colheita de cultivares de macieira**. Teste iodo-amido. Florianópolis: EMPASC, 1985. 6p. (Documento, 54).
- BLANKENSHIP, S.M.; UNRATH, C.R. Internal ethylene levels and maturity of 'Delicious' and 'Golden Delicious' apples destined for prompt consumption. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, v.113, n.1, p.88-91, 1988.
- BLANPIED, G.D. A study of the relationship between fruit internal ethylene concentration at harvest and post-storage fruit quality of cv. Empire apples. *Journal of Horticultural Science*, v.61, n.4, p.465-470, 1986.
- BLANPIED, G.D.; SILSBY, K.J. **Predicting harvest date windows for apples**. Ithaca: Cornell Cooperative Extension Information, 1992.12 p.( Bulletin, 221).
- CHU, C.L. Use of internal ethylene concentration as a maturity index of eleven apple cultivars. *Acta Horticulturae*, v.157, p.129-134,1984.
- CHU, L.C. Maturity of Red Delicious apples in Ontario. In: CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 5., 1989, Wenatchee. *Proceedings...* Wenatchee: [s.n.], 1989. v.1. p.91-101.
- DODD, M.C.; HURNDALL, R.F.; VRIES, P. Maturity indexing experiences with Golden Delicious, Reds and Granny Smith apples grown in the western cape region of South Africa. In : ANNUAL WASHINGTON TREE FRUIT POSTHARVEST CONFERENCE, 9., 1993, Wenatchee. *Proceedings...* Wenatchee: Washington State Horticultural Association, 1993. p.12-14.
- FAN, X. **Maturity and storage of 'Fuji' apples**. Pullman: Washington State University, 1992. 203p. Tese de Mestrado.
- HARKETT, P.J.; HULME, A.C.; RHODES, M.J.C.; WOOLTORON, L.C.C. Threshold value for physiological action of ethylene on apple fruits. *Journal Food Technology*. v.6, p.36-45. 1971
- KINGSTON, C.M. Maturity indices for apple and pear. *Horticultural Reviews*, v.13, p.407-432, 1992.
- KNEE, M.; HATFIELD, S.G.S.; SMITH, S.M. Evaluation of various indicators of maturity for harvest of apple fruit intended for long-term storage. *Journal of Horticultural Science*, v.64, n.4, p.403-411, 1989.

- KNEE, M.; SMITH, S.M. Variation in quality of apple fruits stored after harvest on different dates. **Journal of Horticultural Science**, v.64, n.4, p.413-419, 1989.
- KNEE, M.; SMITH, S.M.; JOHNSON, D.S. Comparison of methods for estimating the onset of respiration climateric in unpicked apples. **Journal of Horticultural Science**, v.58, n.4, p.521-526, 1983.
- LAU, O.L. Harvest indices for Brish Columbia-Grown apples. In: CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 5., 1989, Wenatchee. **Proceedings...** Wenatchee: [s.n.], 1989. v.1. p.115-121.
- LITTLE, C.R. **A manual of procedures for assessing apple maturity for storage schedules**. Victoria: Horticulture Research Institute, Knoxfield, 1992. 80p.
- LUTON, M. Picking date guidelines for de commercial harvesting of Cox's Orange Pippin apples for CA storage. In: CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 5., 1989, Wenatchee. **Proceedings...** Wenatchee: [s.n.], 1989. v.1. p.123-130.
- OLSEN, K.L. Fruit maturation. In: BARTRAM, R. D. (Ed.). **Apple maturity program**. Wenatchee: USDA, 1986. p.3-10.
- REID, M.S.; RODES, M.J.C.; HULME, A.C. Changes in ethylene and CO<sub>2</sub> during ripening of apples. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.24, p.971-979, 1973.
- STREIF, J. Erfahrungen mit Erntetermin-Untersuchungen bei Äpfeln. **Besseres Obst**, v.9, p.235-238, 1989.
- STREIF, J.; BUFFER, G. Physiological ripening parameters at optimum picking date of different apple varieties. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS, 23., 1990, Firenze. **Annals...** Firenze: ISHS, 1990, p.636.
- TRUTER, A.B.; HURNDALL, R.F. Determining the correct stage of maturity of Granny Smith apples. In: CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 5. Wenatchee. **Proceedings...** Wenatchee: [s.n.], 1989. v.1. p.131-136.
- WATKINS, C.; BOWEN, J.H.; WALKER, V.J. Assessment of ethylene production by apple cultivars in relation to commercial harvest dates, **New Zealand of Crop and Horticultural Science**, v.17, p.327-331, 1989.
- WATKINS, C.; HARKER, R.; BROOKFIELD, P.; TUSTIN, S. Maturity of Royal Gala, Breabum and Fuji - The New Zealand Experience. In: ANNUAL WASHINGTON TREE FRUIT POSTHARVEST CONFERENCE, 9., Wenatchee. **Proceedings...** Wenatchee: Washington State Horticultural Association, 1993. p.16-19.