



**Congrega**  
Urcamp 2016

13ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa

REVISTA DA JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA ISSN:1982-2960

## 13ª JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

### CRESCIMENTO DE FRUTOS DE MACIEIRAS 'MAXI GALA' E 'FUJI SUPREMA'

#### APPLE TREES FRUIT GROWTH 'MAXI GALA' AND 'FUJI SUPREMA'

Cristhian Leonardo Fenili<sup>1</sup>, Gentil Carneiro Gabardo<sup>2</sup>, Carlos Davi Santos e Silva<sup>3</sup>, José Luiz Petri<sup>4</sup>, André Amarildo Sezerino<sup>5</sup>, Keli Cristina dos Santos<sup>6</sup>

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar o crescimento de frutos de macieira das cultivares Maxi Gala e Fuji Suprema através de diferentes estágios de crescimento, utilizando medidas do diâmetro equatorial dos frutos durante o seu desenvolvimento. O experimento foi conduzido no município de Caçador/SC, durante o ciclo 2013/2014. Comparou-se o crescimento dos frutos de duas cultivares de macieira em três estágios de crescimento, divididos ao longo do tempo. O crescimento dos frutos nas duas cultivares é mais acelerado no início do seu desenvolvimento. A cultivar Maxi Gala apresentou um crescimento médio dos frutos mais acelerado do que a cultivar Fuji Suprema durante os dois primeiros estágios de crescimento estudados. As taxas de crescimento dos frutos de 'Maxi Gala' e 'Fuji Suprema' diminuíram simultaneamente a cada estágio de crescimento sequente. Os frutos de 'Maxi Gala' amadurecem em média com 120 dias após a plena

<sup>1</sup> Eng. Agr. Mestrando em Produção Vegetal. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages-SC, Brasil. [cristhianfenili@hotmail.com](mailto:cristhianfenili@hotmail.com)

<sup>2</sup> Eng. Agr. M.Sc. Doutorando em Produção Vegetal. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages-SC, Brasil. Email: [ge.gabardo@gmail.com](mailto:ge.gabardo@gmail.com)

<sup>3</sup> Dr. em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal do Sergipe – Aracaju/SE. Email: [carlosdavi\\_santos@yahoo.com.br](mailto:carlosdavi_santos@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Eng. Agr. M.Sc. Pesquisador em fitotecnia. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Estação Experimental de Caçador. Caçador-SC, Brasil. [petri@epagri.sc.gov.br](mailto:petri@epagri.sc.gov.br)

<sup>5</sup> Eng. Agr. Dr. Pesquisador em fitotecnia. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Estação Experimental de Caçador. Caçador-SC, Brasil. [andresezerino@epagri.sc.gov.br](mailto:andresezerino@epagri.sc.gov.br)

<sup>6</sup> Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup>. M.Sc. Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) - Guarapuava/PR. [santtos\\_keli@yahoo.com.br](mailto:santtos_keli@yahoo.com.br).

floração, e crescem em média 0,63 mm por dia, enquanto os frutos de 'Fuji Suprema' amadurecem em média com 162 dias após a plena floração, e crescem em média 0,43 mm por dia. A Taxa de crescimento dos frutos de 'Maxi Gala' é superior à taxa de crescimento dos frutos de 'Fuji Suprema' até próximo da sua maturação.

Palavras-chave: *Malus domestica* Bork; crescimento dos frutos; diâmetro equatorial

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate and compare the apple fruit growing in the cultivars Maxi Gala and Fuji Suprema through different stages of growth, using measurements of the equatorial diameter of the fruit during its development. The experiment was conducted in Caçador, Santa Catarina State, Brazil, during the 2013/2014 cycle. Growth was compared to the fruits of apple cultivars in three stages of growth, divided over time. Cultivar Maxi Gala had an average growth faster than 'Fuji Suprema' fruits during the first two stages of growth. The growth rates of 'Maxi Gala' and 'Fuji Suprema' fruits decreased simultaneously to each sequential growth stage. The fruits of 'Maxi Gala' mature on average 120 days after full bloom and grow an average of 0.63 mm per day, while the fruits of 'Fuji Suprema' mature on average of 162 days after full bloom and grow 0.43 mm on average per day. The growth rate of the fruits of 'Maxi Gala' was higher than the growth rate of the fruits of 'Fuji Suprema' near of the maturity.

Keywords: *Malus domestica* Bork; fruit growth; equatorial diameter

## INTRODUÇÃO

Originária da Europa e Ásia, a macieira (*Malus domestica*, Borkh) é uma das plantas mais produzidas no mundo, pois agrupa cultivares que se adaptam bem a diferentes climas, sendo cultivadas do norte da Europa até os trópicos (PEREIRA-LORENZO et al., 2009; CORNILLE et al., 2012; CORNILLE et al., 2015). Seus frutos são usados para consumo *in natura* ou processados em um grande número de produtos, como fatias de maçã desidratada, suco, cidra, bebidas destiladas, dentre outros (BROWN, 2012).

No Brasil a produção de maçãs é expressiva, principalmente na região Sul com clones das cultivares Gala e Fuji (BARBOSA et al., 2014), que juntas representam cerca de 90% da produção nacional, no entanto, os plantios estão restritos a áreas de maior acúmulo de frio invernal (PETRI et al., 2011). Um fator limitante à expansão da cultura para outras áreas se restringe a qualidade dos frutos produzidos, bem como a elevada demanda por mão de obra. A qualidade do fruto pode ser definida de muitas maneiras, dependendo das regras do comércio ou preferências dos consumidores, e dentre essas características, as principais são o calibre (tamanho), a cor, a resistência de polpa, a acidez, o teor de açúcares e a presença ou ausência de lesões (EBERT, 2009). Normalmente o calibre dos frutos é uma

característica valorizada, tanto no mercado interno, quanto para exportações. Sendo que está vigente no Brasil, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Maçãs, que classifica a maçã por calibres (número de frutos contidos numa embalagem, que varia de acordo com o tamanho dos frutos) e categorias (aspecto visual e sanitário) (BRASIL, 2006).

O aumento de uma medida de um órgão ou organismo ao longo do tempo é definido como crescimento, que juntamente com a diferenciação englobam o desenvolvimento (CLELAND, 1996; WILHELM & McMASTER, 1995). Segundo Fagan et al. (2015), diferenciação é uma medida qualitativa, onde células podem adquirir características anatômicas e funcionais, já crescimento é um aumento quantitativo, e pode ser avaliado através de diferentes medidas, como por exemplo massa, comprimento, altura, diâmetro ou área, dependendo do órgão e da medida que melhor lhe represente.

O tamanho dos frutos é, basicamente, influenciado pelas características genótípicas do cultivar, porém, pode ser afetado em função de diferentes fatores ambientais como temperatura, luz, altitude, latitude e fertilidade do solo, e em função de práticas culturais (WANG et al., 2002; BARIZZA et al., 2013). Além disso, o tamanho final dos frutos da macieira é dependente do seu adequado desenvolvimento que fisiologicamente pode ser dividido em quatro estágios distintos: divisão celular, diferenciação dos tecidos, maturação e senescência (IUCHI, 2006; EBERT, 2009). Durante o desenvolvimento, ocorre o crescimento dos frutos, que por vários autores é dividido em três estágios. Nesses estágios de crescimento, a velocidade em que o fruto cresce varia, assim como a temperatura influencia durante todo o desenvolvimento para o tamanho final. Embora a expansão das células contribua muito no volume, a divisão celular é crítica na determinação do tamanho final. Já foi demonstrado em macieiras que frutos com calibre grande contêm mais células do que os frutos de calibre pequeno (MAGEIN, 1983; LOONEY, 1996; WARRINGTON, 1999; YAMAGUCHI et al., 2002; DENNIS, 2003).

Segundo Dennis (2003), o tamanho dos frutos na colheita pode ser previsto através de medições do diâmetro dos frutos durante o período vegetativo e projetando uma curva de crescimento até a colheita. Este procedimento é útil para avaliar a melhor forma de utilizar o fruto (frutas frescas, processamento, etc.).

O trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de frutos de plantas de macieiras 'Maxi Gala' e 'Fuji Suprema' através de diferentes estágios de crescimento, utilizando medidas do diâmetro equatorial dos frutos desde o início do seu desenvolvimento até a colheita a fim de determinar uma curva de crescimento para cada cultivar, analisando a variação de suas taxas de crescimento e comparando-as.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido a campo em pomar experimental localizado no município de Caçador, SC (latitude 26°50'07"S, longitude 50°58'32"O altitude de 960 metros), pertencente à Estação Experimental da EPAGRI – Caçador/SC. O clima dessa região caracteriza-se como temperado constantemente úmido, com verão ameno. A precipitação durante o período de realização do experimento foi de 932 mm, a temperatura média foi de 19,5°C e a umidade relativa do ar média foi de 82,4% (EPAGRI/CIRAM, 2016).

As cultivares de macieira utilizadas foram Maxi Gala e Fuji Suprema, enxertadas sobre porta-enxerto Marubakaido com interenxerto de M9, plantadas no ano de 2002 em uma densidade de plantio de 2.500 plantas por hectare, sendo as macieiras manejadas de acordo com as recomendações do sistema de produção da macieira (SANHUEZA et al., 2006).

Os dados utilizados para a análise do experimento foram coletados durante o ciclo de 2013/2014, compreendido entre o dia 21/10/2013 à colheita, que na cultivar Maxi Gala foi dia 03/02/2014 e na cultivar Fuji Suprema dia 17/03/2014. A primeira data de coleta dos dados iniciou 15 dias após a plena floração (PF) das plantas.

Foi comparado o crescimento dos frutos de duas cultivares de macieira em três estágios de crescimento, divididos ao longo do tempo da seguinte forma: 1º estágio: de 15 dias após a plena floração (DAPF) até 46 DAPF (31 dias); 2º estágio: 47 DAPF até 89 DAPF (43 dias); 3º estágio: 90 DAPF até 120 DAPF (31 dias). O estágio de plena floração iniciou dia 16/10/2013 nas duas cultivares.

Para avaliação de crescimento dos frutos, foram marcados dez frutos por planta e sete plantas por cultivar. Em média a cada quatro dias foram mensurados o diâmetro equatorial dos frutos (mm), utilizando um paquímetro digital. Os dados de diâmetro coletados foram separados nos três estágios, e em cada um foi calculado o crescimento médio diário.

O experimento foi conduzido seguindo um delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2X3, sendo duas cultivares e três estágios de crescimento, com 7 repetições, sendo cada repetição formada por uma planta (10 frutos). Os dados foram submetidos a análise da variância (ANAVA), e quando verificada significância, procedeu-se à comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro ( $p < 0,05$ ) e análise de regressão. As análises estatísticas foram executadas com o programa Sisvar<sup>®</sup> v.5.6 (FERREIRA, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de crescimento dos frutos, do início das avaliações até a colheita, na cultivar Fuji Suprema foi de 147 dias e 105 dias na cultivar Maxi Gala. A média geral do diâmetro dos frutos na colheita foi de 70 mm para as duas cultivares.

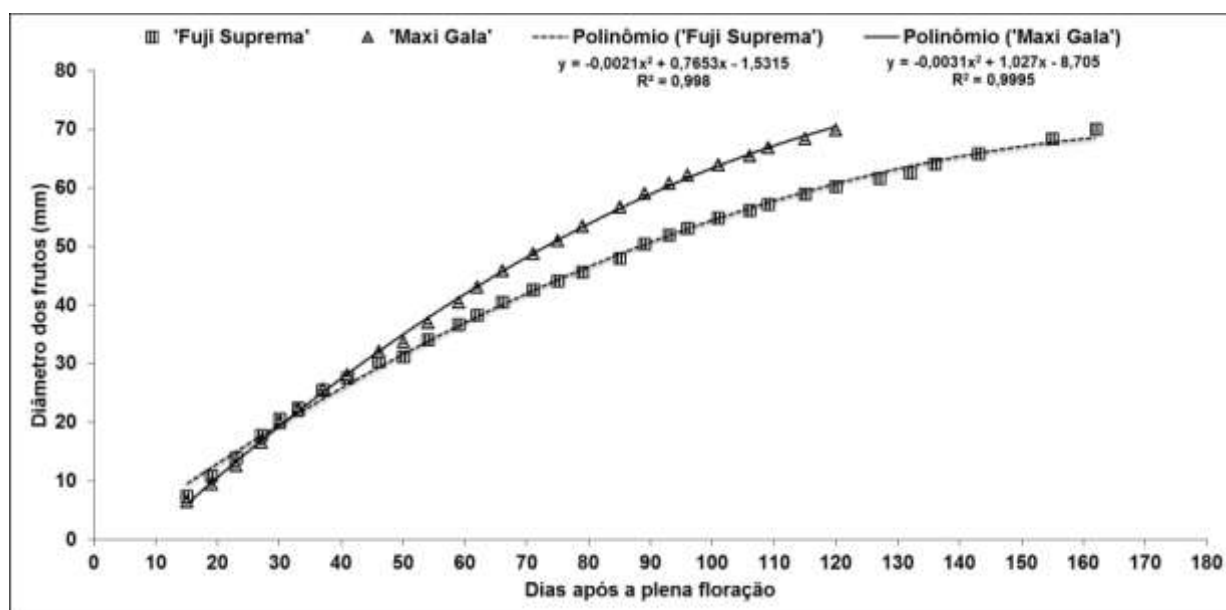
A análise da taxa de crescimento dos frutos mostrou significância para a interação dos fatores cultivar e estágio de crescimento, expondo diferença entre as cultivares e conferindo significância para o comportamento de ajuste quadrático nas épocas (estágio de crescimento) (Tabela 1).

**Tabela 1** – Quadro de análise da variação do crescimento diário (mm) de frutos de macieiras 'Maxi Gala' e 'Fuji Suprema', em três estágios distintos do crescimento no ciclo 2013/2014, Caçador – SC, 2016.

| Fonte de variação | Quadrado médio |
|-------------------|----------------|
| Cultivar (C)      | 0.457002 *     |
| Estágio (E)       | 2.996905 */Q   |
| C x E             | 0.064825 *     |
| Bloco             | 0.011962 ns    |
| Erro              | 0.011600       |
| Média             | 0.5572527      |
| CV (%)            | 19.33          |

\* significativo a 5% de probabilidade; Q: Significativo para ajuste quadrático; ns = não significativo.

Nas duas cultivares as taxas de crescimento dos frutos foram mais aceleradas nas primeiras semanas, com uma redução das taxas até a maturação (Figura 1).



**Figura 1** – Diagrama de dispersão entre os dias após a plena floração (X) e o diâmetro médio dos frutos (Y) de macieira ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Suprema’ com ajuste polinomial de 2º grau da curva de tendência, no ciclo 2013/2014, Caçador – SC, 2016.

No primeiro estágio, até meados da sexta semana (46 DAPF), o crescimento médio diário dos frutos da cultivar Fuji Suprema foi de 0,74 mm, o que corresponde a um ganho diário médio de 10% de diâmetro. Já na cultivar Maxi Gala o ganho de diâmetro médio diário foi de 0,83 mm (cerca de 12,7% por dia). Neste estágio os diâmetros dos frutos aumentaram em média 22,99 mm na cultivar Fuji Suprema, passando de 7,44 mm para 30,44 mm (ganho de cerca de 309%), e na ‘Maxi Gala’ o diâmetro aumentou 25,65 mm em média (cerca de 392%), deixando os frutos de 6,54 mm com 32,19 mm de diâmetro. Os frutos da cultivar Maxi Gala, que eram na média 0,9 mm menores que os frutos de ‘Fuji Suprema’, depois da sexta semana, passaram a ter um diâmetro médio de 2,66 mm a mais. Isso mostra que durante esse estágio, as taxas de crescimento dos frutos da cultivar Maxi Gala foram superiores, cerca de 12,2% mais aceleradas que as taxas de crescimento dos frutos da cultivar Fuji Suprema (Tabela 2). Magein (1983), cita que a taxa de crescimento dos frutos da macieira é maior no estágio compreendido entre 31 e 39 dias após a plena floração. Segundo Dennis (2003), a estrutura do carpelo (óvulo) cessa o crescimento cerca de seis semanas após a plena floração, e neste período a expansão do fruto é maior.

Na 12ª semana (89 DAPF), o crescimento diário médio dos frutos foi de 0,58 mm (7,8%) e 0,71 mm (10,9%) para ‘Fuji Suprema’ e ‘Maxi Gala’, respectivamente. Verifica-se que neste estágio as taxas de crescimento tiveram uma redução (Tabela 2). Porém a taxa de crescimento da cultivar Maxi Gala acelerou em comparação a da cultivar Fuji Suprema, a diferença de 12,2% superior aumentou para 22,2%, foi um crescimento 37,0% mais rápido se compararmos somente esse 2º estágio. Neste estágio os frutos da cultivar Fuji Suprema cresceram em média 6,2% por dia, passando a medir em média 42,98 mm, já os frutos de ‘Maxi Gala’ cresceram diariamente 9,6%, ficando com tamanhos médios de 52,52 mm.

No final da 17ª semana (120 DAPF) foram colhidos os frutos da cultivar Maxi Gala, com um tamanho médio de 69,97 mm de diâmetro. Neste estágio, o crescimento da cultivar Maxi Gala reduziu sua taxa de crescimento e não diferiu da taxa de crescimento de ‘Fuji Suprema’ (Tabela 2). Sendo que neste estágio, os diâmetros médios dos frutos de ‘Fuji Suprema’ estavam em 60,25 mm. Nas últimas cinco semanas antes da colheita de ‘Maxi Gala’, seus frutos estavam aumentando em média 5,4% do diâmetro diariamente (0,35 mm), enquanto que os frutos de ‘Fuji Suprema’ aumentavam em média 4,2% (0,31 mm) por dia.

**Tabela 2** – Crescimento diário (mm) de frutos de macieiras ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Suprema’, em três estágios distintos de crescimento no ciclo 2013/2014, Caçador – SC, 2016.

| Cultivar     | Estágios |         |         |
|--------------|----------|---------|---------|
|              | 1º *     | 2º **   | 3º ***  |
| Maxi Gala    | 0,84 aA  | 0,63 aB | 0,35 aC |
| Fuji Suprema | 0,75 bA  | 0,46 bB | 0,31 aC |
| CV (%)       |          | 19,33   |         |

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 1% de probabilidade; \*Estágio de 31 dias, após 15 dias da plena floração; \*\*Estágio de 43 dias, após o 1º estágio; \*\*\*Estágio de 31 dias, após o 2º estágio.

Os frutos de Fuji Suprema continuaram na planta por mais seis semanas, até serem colhidos no 162º DAPF, com uma média de diâmetro de 70,09 mm dos frutos. Nestas seis semanas entre a colheita de ‘Maxi Gala’ e ‘Fuji Suprema’, os frutos de ‘Fuji Suprema’ estavam crescendo diariamente em média 3,2%, reduzindo um pouco mais a taxa de crescimento, já que estava iniciando-se a maturação. Nos 147 dias, entre a primeira avaliação até a colheita, os frutos de ‘Fuji Suprema’ cresceram diariamente em média 5,7% (cerca de 0,43 mm por dia), enquanto os frutos de ‘Maxi Gala’ tiveram um crescimento médio de 9,7% em cada um dos 105 dias entre a primeira avaliação e a colheita, o que lhe confere um incremento médio diário de cerca de 0,63 mm no diâmetro de seus frutos.

Uma série de fatores influenciam a taxa de crescimento absoluta de frutos de macieira quando analisados individualmente. Segundo Dennis (2003), fatores como cultivar, carga de frutos, porta-enxerto, posição do fruto no cacho, estrutura reprodutiva onde está inserido, disponibilidade de água, fornecimento de nutrientes, fatores que afetam fotossíntese, injúrias causadas por pragas e doenças e até mesmo o volume vegetativo da parte aérea da planta podem influenciar, direta ou indiretamente o crescimento dos frutos de macieira. Já Luchi (2006), relata que as taxas de crescimentos estão muito mais associadas com a localização dos frutos em ramos fracos ou vigorosos, e não são afetadas pelo número de sementes.

## CONCLUSÃO

Os frutos de ‘Maxi Gala’ completam o ciclo em média com 120 dias após a plena floração, e crescem em média 0,63 mm por dia.

Os frutos de ‘Fuji Suprema’ completam o ciclo em média com 162 dias após a plena floração, e crescem em média 0,43 mm por dia.

A Taxa de crescimento dos frutos de ‘Maxi Gala’ é superior à taxa de crescimento dos frutos de ‘Fuji Suprema’ até próximo da sua maturação.

Os frutos de 'Maxi Gala' e 'Fuji Suprema' possuem uma taxa de crescimento mais acelerada nas primeiras semanas após a plena floração e uma taxa de crescimento mais lenta, próximo à maturação.

## REFERÊNCIAS.

BARBOSA, W.; PIO, R.; ALVARENGA, A. A.; CHALFUN, N. N. J.; PIRES, E. J. P. Histórico sobre o cultivo no Brasil de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais. In: PIO, R. (Org). Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais. Ed. UFLA, Lavras, 2014. pp 21-54

BARIZZA, E.; GUZZO, F.; FANTON, P.; LUCCHINI, G. et al., Nutritional profile and productivity of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in different habitats of a protected área of the eastern Italian Alps. **J Food Sci**, 78:C673–C678, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento técnico de identidade e qualidade da maçã**. Brasília, 2006. 9p. (Instrução Normativa, 5).

BROWN, S. "Apple," in: BADENES, M. L.; BYRNE, D. H. (Eds). **Fruit Breeding**. Springer, New York, NY, USA, 2012. pp. 329–367.

CLELAND, R. E. Growth substances. In: SALISBURY, F. B. **A reference for presentation of research results in the plant sciences**. Oxford University Press. New York, 1996. p. 126-128.

CORNILLE, A.; FEURTEY, A.; GÉLIN, U.; ROPARS, J.; MISVANDERBRUGGE, K.; GLADIEUX, P.; GIRAUD, T. Anthropogenic and natural drivers of gene flow in a temperate wild fruit tree: a basis for conservation and breeding programs in apples. **Evolutionary applications**, Orsay, France. v. 8, n. 4, p. 373-384, 2015.

CORNILLE, A.; GLADIEUX, P.; SMULDERS, M. J. M.; et al. New insight into the history of domesticated apple: secondary contribution of the European wild apple to the genome of cultivated varieties. **PLoS Genetics** 8, 2012.

DENNIS, J. F. G. Flowering, pollination and fruit set and development. In: **Apples, botany, production and uses**. FERREE, D. C.; WARRINGTON, I. J. Wallingford, VK, 2003. p. 153-166.



EBERT, G. Fertilizing for high yield and quality: pome and stone fruits of the temperate zone. Basel: **International Potash Institute**, 2009.74p. (IPI. Bulletin, 19).

EPAGRI/CIRAM – **Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina**. Disponível em: <<http://ciram.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 01/07/2016.

FAGAN, E. B.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; CHALFUN JUNIOR, A.; DOURADO NETO, D. Regulador Vegetal. In: **Fisiologia Vegetal: Reguladores Vegetais**. São Paulo: Andrei, 2015. p. 43-58

FERREIRA, D. F. **Sisvar** – programa estatístico. Versão 5.6 (Build 86). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.

LOONEY, N.E. Effect of gibberellins based plant bioregulators on fruit quality. In: The fruit physiology: Growth and Development. Yakima, Washington; Good Fruit Grower. 1996, p. 1-165.

LUCHI, V. L. Botânica e fisiologia. In: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão (Org.). **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 59-104.

MAGEIN, H. Growth and abscission dynamics of Cox's Orange Pippin and Golden Delicious apple fruits. **Journal Horticultural Science**, v.64, p. 265-272, 1983.

PEREIRA-LORENZO, S; RAMOS-CABRER, A. M.; FISCHER, M. Breeding Apple (*Malus x Domestica* Borkh). In: JAIN, S. M.; PRIYADARSHAN, P. M. (Eds). **Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species**, 2009. 33-81pp.

PETRI, J. L. et al. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n. especial, p.48-56, 2011.

SANHUEZA, R.M.V.; PROTAS, J.F.S.; FREIRE, J.M. **Manejo da Macieira no Sistema de Produção Integrada de Frutas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. 164p.

WANG, S. Y.; ZHENG, W.; GALLETTA, G. J. Cultural system affects fruit quality and antioxidant capacity in strawberries. **J Agric Food Chem**, 50:6534–6542, 2002.

WARRINGTON, I. J.; FULTON, T. A.; HALLIGAN, E. A.; DE SILVA, H. N. Apple fruit growth and maturity are affected by early season temperatures. **American Society for Horticultural Science**, v. 124, n. 5, p. 468-477, 1999.

WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, Madison, v.35, n.1, p.1-3, 1995.

YAMAGUCHI, M.; HAJI, T.; MIYAKE, M.; YAEGAKI, H. Varietal difference in cell division and enlargement periods during peach (*Prunus persica* Batsch) fruit development. *Journal of Japanese Society for Horticultural Science*, Tokyo, v. 71, p. 155-163, 2002.