

NOTA CIENTÍFICA

CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA E FRUTIFICAÇÃO EFETIVA DE MACIEIRAS 'DAIANE' SOB CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS NO NORDESTE DO BRASIL

INEZ VILAR DE MORAIS OLIVEIRA¹, PAULO ROBERTO COELHO LOPES¹,
RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS³

Recebido em 08.11.2012 e aceito em 14.10.2013.

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Semiárido. Caixa Postal 23, Petrolina, PE, CEP: 56302-970. proberto@cpatsa.embrapa.br

²Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal da Paraíba. Rodovia PB 079, Km 12, Areia, PB, CEP: 58.397-000. raissasalustriano@yahoo.com.br

RESUMO: Conhecer os estádios fenológicos de uma cultura permite modificar práticas de manejo e programá-las com o objetivo de melhorar a produção, principalmente quando o cultivo é realizado em regiões diferentes das tradicionalmente produtoras. Assim o presente trabalho teve o objetivo de caracterizar os estágios fenológicos da cultivar de macieira Daiane e verificar a frutificação efetiva em condições semiáridas, em Petrolina, PE, no ano de 2009. Para efetuar as avaliações foram marcados quatro ramos de cinco plantas ao acaso, nas quais foram acompanhados os estádios fenológicos e determinado o índice de pegamento. O ciclo fenológico da macieira (*Malus domestica*) 'Daiane' em condição semiárida tropical é de 138 dias com índice de pegamento de 6,67%. É possível produzir macieira 'Daiane' em condição semiárida tropical.

Palavras chave: *Malus domestica*, estádios fenológicos, produtividade, semiárido.

PHENOLOGICAL CHARACTERIZATION AND FRUIT SET IN APPLE 'DAIANE' PLANTS UNDER SEMIARID CONDITIONS IN THE NORTHEASTERN BRAZIL

ABSTRACT: Knowledge about the growth stage of a crop allows modify its management practices and to program in order to improve fruit production, mainly when the cultivation is carried out in unlike regions of traditionally productive. Thus, the present study aimed to characterize the apple phenological stages of cultivar Daiane and to verify the effective fruit set in semi-arid conditions, in Petrolina, PE, in 2009. To realize the evaluations four branches of five plants were randomly selected, which were used to follow the phenological stages and to determine the fixation of fruits. The phenological cycle of apple tree (*Malus domestica*) cultivar 'Daiane' in semiarid tropical conditions is 138 days with fruit set of 4.07%. It's possible to produce apple cultivar 'Daiane' in semiarid tropical conditions.

Key words: *Malus domestica*, phenological stage, productivity, semiarid.

INTRODUÇÃO

A macieira possui importância agrícola e econômica no mundo inteiro, sendo o Brasil o décimo primeiro produtor mundial (FAO, 2010). Entretanto mais de 90% da produção brasileira é das variedades 'Gala' e 'Fuji', que encontram condições adequadas de cultivo apenas nas

regiões acima de 900 m de altitude, localizadas no sul do Brasil (Bernardi et al., 2004). Isso se deve ao fato de que a macieira é uma cultura de clima temperado e precisa de um acúmulo de horas de frio a menos de 7 °C (Tromp, 2005; Legave et al., 2008), a exemplo das cultivares Golden Delicious, Gala e

Princesa que necessitam respectivamente de 600, 800 e 400 horas de frio, para superarem a dormência (Petri et al., 2002).

No Brasil as menores temperaturas são registradas na região Sul, no entanto, segundo Petri & Leite (2004) e Petri et al. (2006), mesmo nessa região, as condições climáticas não proporcionam acúmulo de frio suficiente. Assim, a produção de culturas de clima temperado em áreas tropicais é limitada pela falta de um inverno eficaz (Webster, 2005), incorrendo em brotações e florações deficientes (redução e irregularidade na abertura das gemas florais e vegetativas), forte dominância apical, padrões de crescimento não sincronizados podem reduzir o volume e a qualidade dos frutos produzidos e, conseqüentemente, baixos rendimentos (Cook & Jacobs, 2000; El-Agamy et al., 2001; Hawerth et al., 2010).

O requerimento de acúmulo de horas frio é o principal entrave para produção de fruteiras de clima temperado em áreas tropicais (Webster, 2005). Quando essa exigência térmica não é atingida durante o período de dormência, as florações são deficientes, há forte dominância apical e os padrões de crescimento não são sincronizados, o que pode reduzir o volume e a qualidade dos frutos produzidos, resultando em baixos rendimentos (Hawerth et al., 2010).

Webster (2005) sugere que o plantio de macieiras em regiões com pouco frio deve ser conduzido com cultivares pouco exigentes em frio, como 'Anna' e 'Eva', que necessitam entre 350 e 450 horas de frio para uma satisfatória brotação e floração (Bernardi et al., 2004). Jones (1987) ressalta a importância de adoção de técnicas alternativas para uma eficiente brotação, dentre as quais estão desfolha química e indução da quebra da dormência, com déficit hídrico e produtos químicos, ou a associação de ambos.

Entender o comportamento fenológico é fundamental para a obtenção de resultados satisfatórios na produção de culturas em ambientes diferentes daqueles em que são comumente cultivadas (Valentini et al., 2001). Soster & Latorre (2007) apontam a fenologia como uma ferramenta para a escolha da cultivar polinizadora que apresente floração simultânea à cultivar produtora, pois segundo Jackson (2003), para a obtenção de bons índices de frutificação efetiva faz-se necessário superar a auto-incompatibilidade por meio da polinização cruzada.

O estudo do comportamento fenológico e produtivo da macieira em região tropical

semiárida pode contribuir para a diversificação de culturas em áreas irrigadas do semiárido brasileiro ou, ser uma importante estratégia que permitirá ofertar frutas em épocas diferentes das regiões tradicionalmente produtoras.

Assim, o presente trabalho objetivou caracterizar os estádios fenológicos e a frutificação efetiva de macieiras da cv. Daiane cultivadas sob clima semiárido, em Petrolina, PE.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido de julho a novembro de 2009, em um pomar experimental localizado na Estação Experimental de Bebedouro, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido), em Petrolina-PE (9°09' S, 40°22' O e a uma altitude de 365,5 metros acima do nível do mar). De acordo com Köppen (1948), o clima da região é classificado como tipo BSw, o que corresponde a uma região semiárida, com temperatura média anual de 26,0 °C e mínima e máxima de 21,2 °C e 32,7 °C, respectivamente. A precipitação média anual é de 481,7 milímetros, sendo a maior pluviosidade observada durante os meses de fevereiro a abril. A estação seca ocorre de junho a novembro e a umidade relativa do ar média é de 67%. Durante a execução do ensaio, os dados climáticos, apresentados na Figura 1, foram coletados na estação meteorológica automática, localizada na Estação Experimental de Bebedouro.

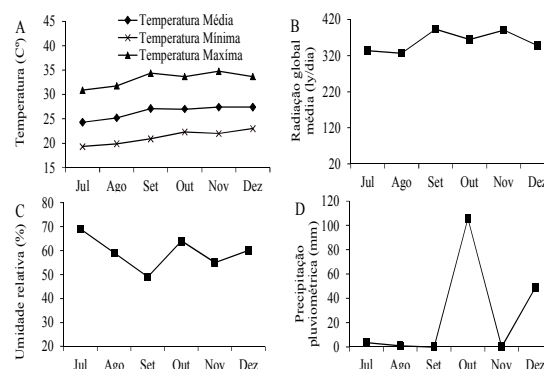


Figura 1. Temperatura média (A), radiação global média (B), umidade relativa (C) e precipitação pluviométrica (D) de julho a dezembro de 2009. Petrolina - PE.

A área experimental utilizada neste estudo é constituída por macieiras (*Malus domestica*) cv. Daiane, propagadas por enxertia (porta-enxerto de 'Maruba' com filtro de 'M9'), plantadas em setembro de 2007, conduzidas em sistema de "líder central". A área é organizada em fileiras das cultivares Condessa, Eva, Daiane, Gala e Princesa, sendo a última utilizada como a cultivar polinizadora, distribuída a cada cinco macieiras da cv. Daiane.

O espaçamento de plantio é de 4,0 m entre linhas e 1,25 m entre plantas e o sistema de irrigação por gotejamento com linhas duplas, com dez emissores (fluxo de 2 L h⁻¹) por planta. As lâminas diárias de irrigação foram calculadas com base na evapotranspiração registrada pela Estação Meteorológica de Bebedouro e corrigido de acordo com o coeficiente de cultivo (Kc) da macieira. O solo da área de estudo é classificado como um Argissolo Amarelo distrófico, textura média/argilosa (Giongo et al., 2011). A adubação do pomar foi realizada de acordo com recomendações de Nachtigall et al. (2004). No primeiro ano foi realizada poda de formação, no segundo ano (para realização do presente trabalho), antes da desfolha, foi feita poda de condução e arqueamento dos ramos para estimular o desenvolvimento das gemas.

A desfolha das macieiras foi realizada em 06 julho de 2009, seguida de uma poda para eliminação do excesso de ramos. A quebra de dormência foi feita com a aplicação de cianamida hidrogenada (Dormex®) a 0,8%, associado ao óleo mineral (Assist®) 3,0% (11/07/2009), segundo recomendação de Petri & Palladini (1999).

Para a condução do trabalho foram selecionadas cinco plantas da cv. Daiane, das quais foram escolhidos aleatoriamente quatro ramos em cada, que foram acompanhados diariamente de 11 de Julho a 25 de novembro de 2009, desde a fenofase de gemas dormentes (fase A) até a maturação dos frutos (fase L), (Figura 2), segundo metodologia adotada por Gautier (1988) que corresponde a: A - gema dormente; B - gema inchada; C - ponta verde; C3 - meia polegada verde; D - meia polegada verde sem folhas; D2 - meia polegada de folhas verdes, E - botão verde, E2 - botão de rosa, F - início de floração; F2 - plena floração; G - final da floração; H - queda das pétalas; I - vingamento efetivo; J - frutos imaturos e L - fruto maduro.

Os estádios fenológicos foram fotografados, bem como sua duração foi registrada por anotações diárias (número de dias)

e realizou-se também o índice de frutificação efetiva (em percentual). Foi realizada análise de correlação simples entre a duração dos estádios fenológicos (em dias) e as variáveis climáticas (temperatura média global, radiação, umidade relativa e pluviosidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1 que a macieira da cv. Daiane concluiu o seu ciclo fenológico sob condições semiáridas atingindo o ponto de colheita aos 138 dias, em 2009 (Tabela 1). O acúmulo de número de horas de frio abaixo de 7°C durante a estação fria permitem às frutíferas de clima temperado, assim como as macieiras, superarem sua dormência (Legave et al., 2008; Tromp, 2005).

Tabela 1. Fenologia da macieira cultivar Daiane sob condições semiáridas, Petrolina - PE, 2009.

Estádios Fenológicos	Dias	Número de Gemas	Gemas Brotadas %
A*	1	135	100,00
B	20	51	37,78
C	28	48	35,56
C ₃	29	35	25,93
D	31	32	23,70
D ₂	39	25	18,52
E	44	23	17,04
E ₂	51	19	14,07
F	52	19	14,07
F ₂	56	19	14,07
G	57	19	14,07
H	60	19	14,07
I	63	15	11,11
J	68	9	6,67
L	138	9	6,67

* A: gemas dormentes; B: gemas inchadas; C: pontas verdes; C3: meia polegada verde; D: meia polegada verde sem folhas; D2: meia polegada verde com folhas; E: botão verde; E2: botão rosado; F: início da floração; F2: plena floração; G: final da floração; H: queda de pétalas; I: frutificação efetiva; J: frutos verdes; L: frutos maduros.

Mesmo não sendo submetida a horas frio abaixo de 7 °C, a cultivar Daiane superou todos os estádios quando submetida a condição semiárida tropical. Isso pode ser atribuído aos tratos culturas empregados, tais como arqueamento dos ramos, poda, desfolha e quebra da dormência que proporcionaram a estimulação das gemas, que segundo Jones (1987) são ferramentas para auxiliar a introdução de culturas em climas diferentes dos quais estão adaptadas.

A duração do ciclo fenológico da macieira Daiane foi semelhante ao de outras cultivares submetidas ao clima semiárido tropical, como as macieiras Eva, Princesa e Condessa (Lopes et al., 2012; 2013; Oliveira et al., 2013).

Segundo Iuchi et al. (2002), a formação da planta nos primeiros anos é fundamental para o sucesso do pomar. Uma boa brotação de gemas permite a seleção de ramos bem formados e melhor distribuídos. Assim 35,56% (fase C) de brotação foi um índice importante para o desenvolvimento e boa formação do pomar.

Para alcançar a plena floração (A e F2) foram necessários 56 dias, como pode ser visualizado na Tabela 1 e na Figura 2, número de dias muito acima ao do obtido por Valentini et al. (2001), que caracterizou o comportamento fenológico de 15 diferentes cultivares de macieira no Norte da Itália e registrou uma duração média de 35 dias entre as fases de gema dormente e plena floração.

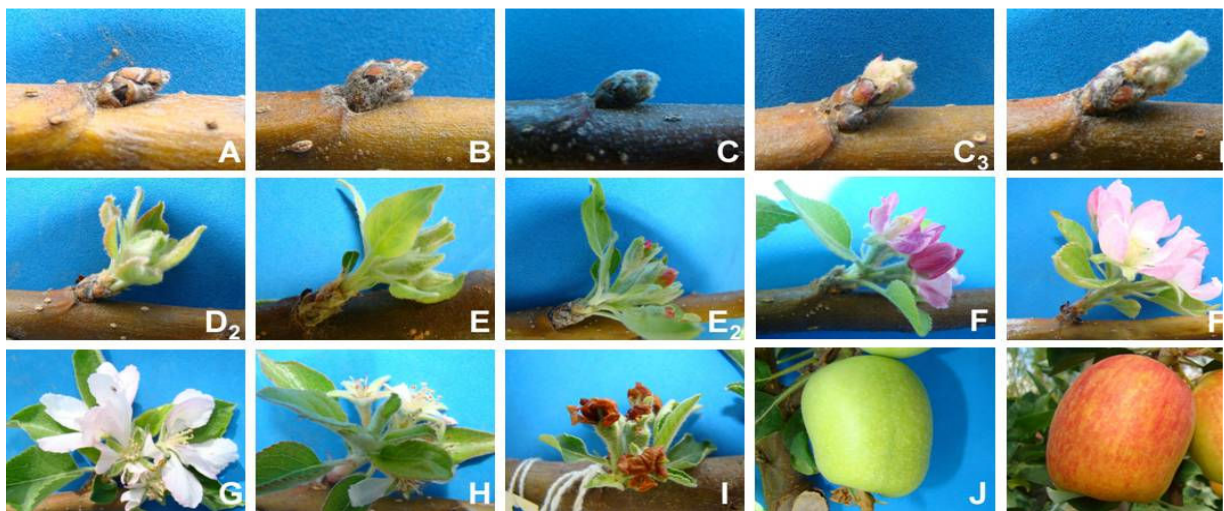


Figura 2. Fenologia da macieira cv. Daiane sob condições semiáridas: A: gemas dormentes; B: gemas inchadas; C: pontas verdes; C3: meia polegada verde; D: meia polegada verde sem folhas; D2: meia polegada verde com folhas; E: botão verde; E2: botão rosado; F: início da floração; F2: plena floração; G: final da floração; H: queda de pétalas; I: frutificação efetiva; J: frutos verdes; L: frutos maduros. Petrolina - PE, Brasil, 2009.

Ainda, segundo Valentini et al. (2001), houve uma diferença de 11 dias entre a cv. Bouras (30 dias) e a cv. Rave VG (41 dias), sendo que destas a 'Rave VG', mostrou-se um pouco mais tardia, entretanto ainda assim entrou em plena floração 15 dias antes da 'Daiane'. Isso pode ser atribuído à temperatura do Norte da Itália que durante o experimento chegou a ficar entre -12 e -15 °C, enquanto as menores temperaturas registradas na área de estudo do presente estudo foram de 19 °C. Essa variação no número de dias para atingir a plena floração, segundo Petri et al. (2008), é justificada pelo fato de que cultivares de menor requerimento em frio estão predispostas a florescer mais cedo. Mas segundo Chmielewski et al. (2004), após a quebra da dormência o desenvolvimento fenológico e o crescimento da planta é impulsionado principalmente pela temperatura.

A cultivar Daiane apresentou um índice de pegamento (Fase L) de 6,67%, estando dentro do limite admitido para a macieira, caracterizada pelo alto índice de abscisão, onde somente de 4 a 10% do potencial de frutos é mantido (Iuchi, 2006). Além das condições meteorológicas, a alta abscisão pode estar vinculada à falta de sincronia no pleno florescimento entre as cultivar Daiane e a polinizadora Princesa que floresceu antecipadamente. Soltész (2003) relatou que essa sincronia aumenta a possibilidade de consolidação de altos índices de frutificação efetiva.

Estudos realizados na mesma região no ano de 2009 apresentaram maiores índices de pegamento, sendo de 8,1% para a macieira Eva (Lopes et al., 2012), 8,0% para a

Condessa (Oliveira et al., 2013) e 10,2% na cultivar Princesa (Lopes et al., 2013).

Do início (F) ao fim da floração (G) passaram-se 5 dias. Segundo Hawerth et al. (2010) isso se deve ao uso de indutor de brotação que faz com que as macieiras tenham uma floração mais rápida, em relação as que não recebem o indutor de brotação. Os autores observaram também que o período de florescimento foi de 16 e 9 dias, para a 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema', respectivamente, não tratadas. Entretanto o uso de indutores reduziu o tempo de florescimento para em média 7,5 dias na cv. 'Imperial Gala' e mantendo-se em 9 dias para a 'Fuji Suprema'.

Na Tabela 2 verifica-se que as fenofases se correlacionaram positivamente e significativamente apenas com a temperatura do período. Chmielewski et al. (2004), em um estudo de campo com maçãs, na Alemanha, observou que todas as fenofases se correlacionaram com a temperatura média, indicando que temperaturas sejam elas mais altas ou mais baixa influenciam na duração ciclo fenológico.

Tabela 2. Coeficientes de correlação simples (r) entre os fatores climáticos e fenofases da macieira cv. 'Daiane' sob condições semiáridas, em 2009. Petrolina - PE, Brasil.

	Fenofases ¹	Temperatura ²	UR ³	Radiação ⁴	Precipitação
Fenofases ¹	-	0.6447	-0.3431 ^{ns}	0.2801 ^{ns}	0.3505 ^{ns}
Temperatura ²	-	-	-0.1608 ^{ns}	0.3879 ^{ns}	0.0574 ^{ns}
UR ³	-	-	-	0.2359 ^{ns}	-0.0304 ^{ns}
Radiação ⁴	-	-	-	-	-0.0727 ^{ns}
Precipitação	-	-	-	-	-

1: Duração dos estádios fenológicos; 2: Temperatura média; 3: Umidade Relativa; 4: Radiação média global; -: significativo a 5% de probabilidade; ^{ns}: não significativo.

Os resultados do presente trabalho concordam com os encontrados por Chmielewski & Rötzer (2001). Estes autores concluíram que as correlações positivas entre as fases fenológicas e a temperatura confirmam que as alterações ao ambiente de cultura, como a temperatura, a umidade e a radiação global conduzem à alterações no período de tempo de ocorrência dos vários estádios fenológicos.

É importante mencionar que as macieiras necessitam de quatro a cinco anos para alcançar a estabilidade de produção (Ferree & Warrington, 2003). Assim, as plantas do presente estudo foram transplantadas em 2007, portanto, é comum que as primeiras safras apresentem baixo rendimento (menor pagamento). Desta forma, a avaliação contínua das colheitas seguintes é de crucial importância para determinar e consolidar a

viabilidade da produção de maçãs sob condições semiáridas do Nordeste do Brasil, uma vez que os resultados são preliminares.

CONCLUSÃO

O ciclo fenológico da macieira (*Malus domestica*) 'Daiane' em condição semiárida tropical é de 138 dias com índice de pagamento de 6,67%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDI, J.; DENARDI, F.; HOFFMAN, A.; Cultivares e porta-enxertos. In: NACHTIGALL, G.R. (Ed.). **Maçã: produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.32-46. (Frutas do Brasil, 37).

CHMIELEWSKI, F.M.; RÖTZER, T. Response of tree phenology to climate change across Europe. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, n.108, p.101-112, 2001.

CHMIELEWSKI, F.-M.; MÜLLER, A.; BRUNS, E. Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.121, p.69-78, 2004.

COOK, N.; JACOBS, G. Progression of apple (*Malus × domestica* Borkh.) bud dormancy in two mild winter climates. **Journal of Horticultural Science e Biotechnology**, v. 75, p. 233-236, 2000.

EL-AGAMY, S.Z.; MOHAMED, A.K.A.; MOSTAFA, F.M.A.; ABDALLAH, A.Y. Effect of GA3, hydrogen cyanamide and decapitation on budbreak and flowering of two apple cultivars under the warm climate of southern Egypt. **Acta Horticulturae**, v. 565, p.109-114, 2001.

FAO. 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: statistics database. Disponível em: < <http://apps.fao.org/>>. Acesso em: 15 jan. 2011.

FERREE, D.C.; WARRINGTON, I.J. **Apples: botany; production; and uses**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2003. 660p.

GAUTIER, M. **Les productions fruitières**. Paris: Lavoisier, 1988. 481p.

GIONGO, V.; GALVÃO, S.R. da S.; MENDES, A.M.S.; GAVA, C.A.T.; CUNHA, T.J.F. Soil Organic Carbon in the Brazilian Semi-arid Tropics. **Dynamic Soil, Dynamic Plant**, Tokyo, v.5, n. especial, p.12-20, 2011.

- HAWERROTH, F.J.; PETRI, J.L.; LEITE, G.B.U.; HERTER, F.G. Brotação de gemas em macieiras 'Imperial Gala' E 'Fuji Suprema' pelo uso de Erger® e nitrato de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.343-350, 2010.
- IUCHI, V.L. Botânica e fisiologia. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006, p.59-104.
- IUCHI, V.L.; IUCHI, T.; BRIGHENTI, E.E; DITRICH, R. Quebra de dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh) em São Joaquim- SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.168-174, 2002.
- JACKSON, J.E. Flowers and fruits. In: JACKSON, J.E. **Biology of apples and pears**. Cambridge, Cambridge University Press, p. 368-340, 2003.
- JONES, H.G. Repeat flowering in apple caused by water stress or defoliation. **Trees - Structure and Function**, v.1, p.135-138, 1987.
- KÖEPPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Panamericana, 1948. 478p.
- LEGAVE, J.M.; FARRERA, I.; ALMERAS, T.; CALLEJA, M. Selecting models of apple flowering time and understanding how global warming has had an impact on this trait. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, London, v. 83, n. 1, p. 76-84, 2008.
- LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I.V.M.; SILVA-MATOS, R.R.S.; CAVALCANTE, Í.H.L. Caracterização fenológica, frutificação efetiva e produção de maçãs 'Eva' em clima semiárido no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, p.1277-1283, 2012.
- LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I.V.M.; SILVA, R. R.S.; CAVALCANTE, Í.H.L. . Growing Princesa apples under semiarid conditions in northeastern Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.35, p.93-99, 2013.
- OLIVEIRA, I.V.M.; LOPES, P.R.C.; SILVA, R.R.S.; CAVALCANTE, Í.H.L. Fenologia da macieira cv. Condessa no Vale do São Francisco. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.36, p.23-30, 2013.
- NACHTIGALL, G.R.; BASSO, C.; FREIRE, C.J.S. Nutrição e adubação de pomares. NACHTIGALL, G.R. (Ed.). **Maçã: produção**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, p.63-77, 2004. (Frutas do Brasil, 37).
- PETRI, J.L.; HAWERROTH, F.J.; LEITE, G.B. Fenologia de espécies silvestres de macieira como polinizadora das cultivares Gala e Fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.4, p.868-874, 2008.
- PETRI, J.L.; LEITE, G.B. - Consequences of insufficient winter chilling on apple tree bud-break. **Acta Horticulturae**, v.662, p.53-60, 2004.
- PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A.; POLA, A.C. Dormência e indução à brotação em macieira. In: **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri, p.261-297, 2006.
- PETRI, J.L.; PALLADINI, L.A. Eficiência de diferentes volumes e concentrações de calda para quebra de dormência na macieira cultivar 'Gala'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n.34, p.1491-1495, 1999.
- PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; POLA, A. C. Dormência e indução da brotação da macieira. In: EPAGRI. **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, p. 261-298, 2002.
- SOLTÉSZ, M. Apple. In: KOZNA, P.; NYÉKI, J.; SOLTÉSZ, M.; SZABO, Z. **Floral biology: pollination and fertilisation zone fruit species and grape**. Budapest: Akadémia Kiadó, 2003. p.237-316.
- SOSTER, M.T.B.; LATORRE, A.F. Avaliação da fenologia das cultivares de macieira Imperatriz, Imperatriz Gala e Fuji em pomar em Bom Retiro-SC. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v.20, n.4, p.35-40, 2007.
- TROMP J. Dormancy. In: TROMP J.; WEBSTER A.D.; WERTHEIM S.J. (Eds.). **Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production**. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers BV, 2005. p.65-73.
- VALENTINI, N.; ME, G.; FERRERO, R.; SPANNA, F. Use of bioclimatic indexes to characterize phenological phases of apple varieties in Northern Italy. **International Journal of Biometeorology**, New York, n.45, p.191-195, 2001.
- WEBSTER, A.D. Sites and soils for temperate tree-fruit production: their selection and amelioration. In: TROMP, J.; WEBSTER, A.D.; WERTHEIM, S.J. (Eds.). **Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production**. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers BV, 2005. p.12-25.

