

Fenologia da macieira, cv. 'Condessa' no vale de São Francisco

Phenology of apple cv. 'Condessa' in the São Francisco Valley

Inez Vilar de Moraes Oliveira¹, Paulo Roberto Coelho Lopes², Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos³ e Ítalo Herbert Lucena Cavalcante⁴

¹ E-mail: inezvilar@yahoo.com. Autor for correspondence

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Tropical Semiárido E-mail: proberto@cpatsa.embrapa.br.

³ Universidade Federal da Paraíba, Campu III, Areia E-mail: raissasalustriano@yahoo.com.br.

⁴ Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas E-mail: italohl@ufpi.edu.br.

Recebido/Received: 2012.02.08

Aceitação/Accepted: 2012.10.19

RESUMO

O presente trabalho objetivou caracterizar fenológica e produtivamente macieiras cv. 'Condessa', sob condição semiárida tropical, no Vale de São Francisco, Nordeste brasileiro. O ensaio foi conduzido de agosto de 2008 a dezembro de 2009 em pomar experimental na Estação Experimental de Bebedouro da Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE, Brasil. Foram realizadas observações diárias, do estágio de gema dormente até o amadurecimento dos frutos e foram avaliados os seguintes parâmetros de produção: I) vingamento: a relação entre número de flores e de frutos (%); II) o número de frutos por planta; III) produção de frutos por planta (kg); e iv) produtividade (t/ha). O ciclo fenológico da macieira cv. 'Condessa' durou 132 e 130 dias, o vingamento obtido foi de 4,0 e 5,0%, número de frutos por planta de 22,1 e 27,6, produção por planta de 2,5 e 3,9 kg e produtividade de 3,2 e 4,9 t/ha, respectivamente para 2008 e 2009. Baseado nos resultados obtidos foi constatada a possibilidade de produção de frutos de maçã em condição semiárida tropical.

Palavras-chave: *Malus domestica*, clima semiárido tropical, fenologia

ABSTRACT

This study aimed to characterize phenological and productive apple trees cv. 'Countess', provided semiarid tropical São Francisco Valley, Northeast Brazil. The experiment was conducted from August 2008 to December 2009 in the experimental orchard at the Experimental Station of Embrapa Semiarid Trough, in Petrolina, Pernambuco, Brazil. Observations were made daily, the dormant bud stage until fruit ripening and evaluated the following production parameters: I) fruit set: the relationship between number of flowers and fruits (%), II) the number of fruits per plant; III) production of fruits per plant (kg) and iv) productivity (t / ha). The phenological cycle of apple tree cv. 'Countess' lasted 132 and 130 days, the fruit set obtained was 4.0 and 5.0%, number of fruits per plant by 22.1 and 27.6, yield per plant of 2.5 and 3.9 kg and productivity of 3.2 and 4.9 t/ha, respectively for 2008 and 2009. Based on the results we found the possibility of apple fruit production in tropical semiarid conditions.

Keywords: *Malus domestica*, tropical semi-arid climate, phenology

Introdução

A macieira possui importância agrícola e econômica no mundo inteiro, tendo, segundo a FAO (2010), o Brasil como décimo primeiro produtor mundial de maçãs. No entanto, mais de 90% da produção brasileira é das variedades 'Gala' e 'Fuji', cujas condições climáticas favoráveis para o cultivo são observadas apenas acima de 900 m de altitude no sul do Brasil (Bernardi *et al.*, 2004). Isso ocorre porque a cultura da

macieira se desenvolve bem em zonas de clima temperado, onde as variedades comerciais satisfazem as suas necessidades em horas de frio a menos de 7°C (Tromp, 2005).

No Brasil, as menores temperaturas são registradas na região Sul; no entanto, segundo Petri e 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 e Jacobs, 2000; El-Agamy *et al.*, 2001; Hawerth *et al.*, 2010).

Buscando superar esse obstáculo gerado pelas condições climáticas, Njuguna *et al.* (2004) e Webster (2005), sugerem a implantação de pomares com cultivares de baixa exigência de frio, como 'Anna' e 'Princesa' (Bernardi *et al.*, 2004), associado segundo Jones (1987) a alternativas para obtenção de uma brotação eficiente pela indução da desfolha e quebra da dormência.

Soltész (1996) relata que o conhecimento acerca da fenologia é imprescindível para a escolha da cultivar polinizadora que apresente floração simultânea a cultivar produtora, definido assim combinações de cultivares que proporcionem maiores rendimentos. Já que segundo Jackson (2003), para obtenção de bons índices de frutificação efetiva faz-se necessário superar a auto-incompatibilidade por meio da polinização cruzada. O estudo da duração das fases da escala fenológica também é essencial à adoção de técnicas agrônomicas adequadas (Hissano *et al.*, 1990). Assim, Valentini *et al.* (2001), afirmam que o estudo do comportamento fenológico das culturas é imprescindível para obtenção de resultados satisfatórios de produção.

Dessa forma, a fenologia representa uma ferramenta primordial para a inserção de culturas em áreas que apresentam condições diferentes daquelas necessidades, buscando atender a demanda da crescente importância econômica mundial da maçã. Ashebir *et al.* (2010), estudaram sobre o crescimento de macieiras em condição montanhosa tropical do norte de Tigray, na Etiópia, concluindo que é possível o desenvolvimento da cultura.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar os estádios fenológicos, vingamento e produção de frutos da macieira, cv. 'Condessa', cultivada no semiárido brasileiro.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido de agosto de 2008 a dezembro 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' S e a uma altitude de 365,5 metros acima do nível do mar).

De acordo com Koeppen (1948), o clima da região é classificado como tipo BSwH, 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.

A área experimental utilizada neste estudo é constituída por macieiras (*Malus domestica* B. cv. 'Condessa') 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 cv. 'Condessa'. 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) 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 Latossolo Vermelho-Amarelo (Pereira e Souza, 1967).

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, 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 01 de agosto de 2008 e 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% (05/08 e 11/07), segundo recomendação de (Petri e Palladini, 1999).

Para a condução do trabalho foram selecionadas cinco plantas da cv. 'Condessa', das quais foram escolhidos aleatoriamente quatro ramos em cada, que foram acompanhados diariamente em 2008 (de 5 de agosto a 29 de dezembro) e em 2009 (de 11 de Julho, 25 de novembro), desde a fenofase de gemas dormentes (fase A) até a maturação dos frutos (fase L), (Figura 2), segundo metodologia adotada por (Gautier, 1988). A duração de cada estágio fenológico foi registrada em número de dias. Os parâmetros de produção registrados foram: I) vingamento efetivo: relação entre número de flores (de

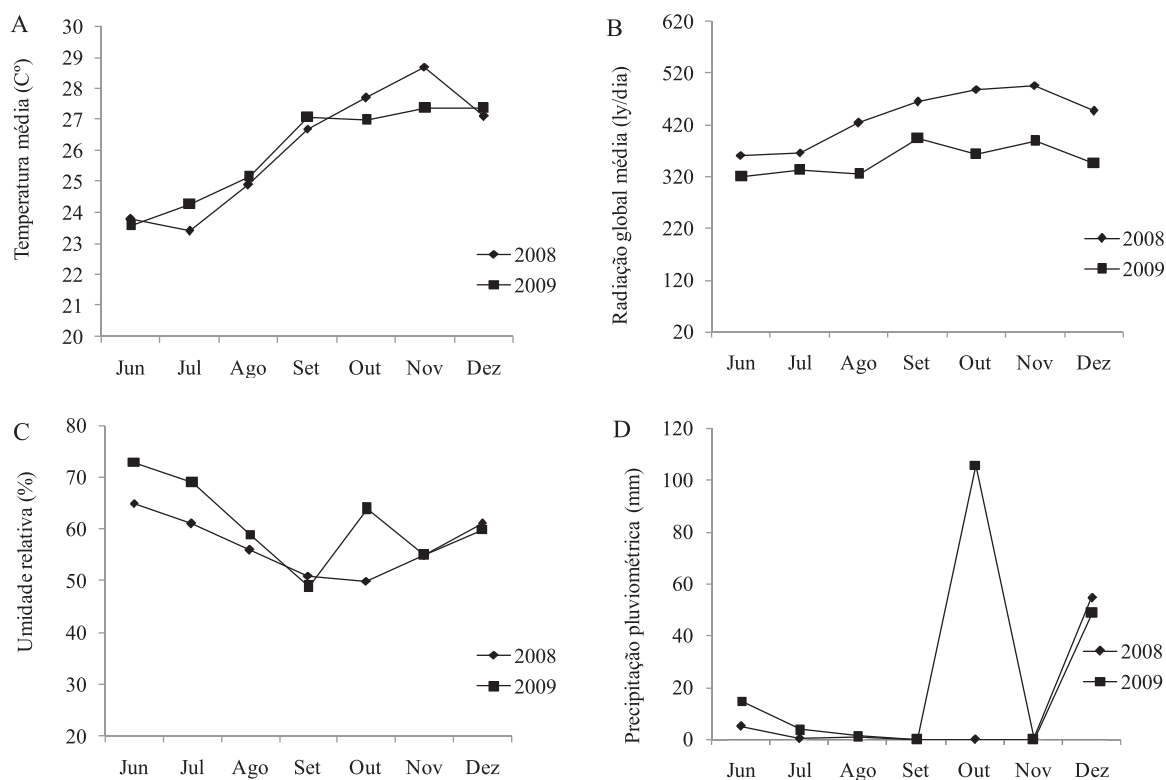


Figura 1 - Temperatura média (A), radiação global média (B), umidade relativa (C) e precipitação pluviométrica (D) durante o período de junho a dezembro de 2008 e 2009. Petrolina - PE.

todos os corimbos presentes nos ramos selecionados) e número de frutos (%); II) número de frutos por planta; III) produção de frutos por planta (kg), medida utilizando-se uma balança de precisão (Marca Filizola®, modelo CF15, com 0,5 g de precisão); e IV) produtividade, obtida pela multiplicação da produção de frutos por planta pelo número total de plantas em um hectare. Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA, fa-

zendo-se correlações simples entre os anos de 2008 e 2009, entre a duração de cada estágio fenológico (em dias) com as variáveis climáticas (temperatura média global, radiação, umidade relativa e pluviosidade). Foi calculado o desvio-padrão, amplitude, variância e média do vingamento, número de frutos por planta e produtividade em 2008 e 2009. As análises foram realizadas com o Programa Assisat®.

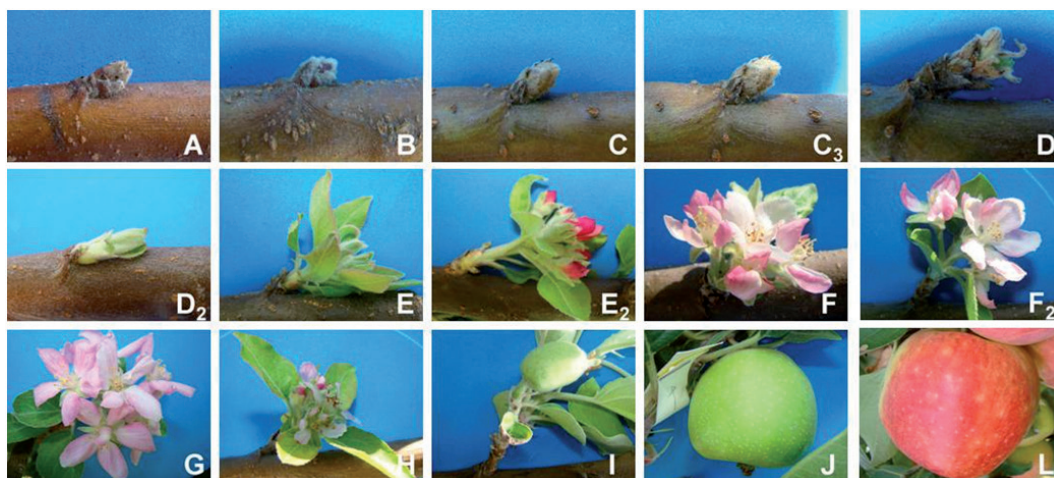


Figura 2 - Fases fenológicas da macieira cv. 'Condessa', A: gema dormente; B: gema inchada; C: ponta verde; C3: meia polegada verde; D: meia polegada verde sem folhas; D2: meia polegada de folhas verdes; E: botão verde; E2: botão de rosa; F: início de floração; F2: plena floração; G: final da floração; H: queda das pétalas; I: vingamento efetivo; J: frutos imaturos e L: fruto maduro. Petrolina, Pernambuco, Brasil, 2009.

Resultados e Discussão

Os resultados mostram que a macieira da cv. 'Condessa' concluiu o seu ciclo fenológico sob condições semiáridas, atingindo o ponto de colheita em 2008 e 2009 aos 132 e 130 dias, respectivamente (Quadro 1). Legave *et al.* (2008) e Tromp (2005) afirmam que o número de horas de frio abaixo de 7°C acumuladas durante a estação fria permitem às macieiras superarem sua dormência. Quando submetida a condição semiárida tropical, mesmo não sendo submetida a horas frio a baixo 7°C, a cultivar 'Condessa' superou todos os estádios.

A variação observada entre a duração dos ciclos nos dois anos ocorre quando a necessidade em horas de frio não é satisfeito (Petri *et al.*, 2008). Após a quebra da dormência, as gemas da cultivar 'Condessa' levaram 15 dias no primeiro ciclo e 12 dias no segundo para atingirem a fase de gema inchada (Quadro 1).

Segundo Iuchi *et al.* (2002), a formação da planta nos primeiros anos é fundamental para o sucesso do pomar, assim uma boa brotação de gemas permite a seleção de ramos bem formados e melhor distribuídos. Assim 31% e 49% de brotação foi um índice importante para o desenvolvimento e boa formação do pomar.

No Quadro 1 pode-se notar que o número de dias necessário para cada estágio variou entre os anos estudados, resultando em uma pequena redução do ciclo em 2009, a qual pode ter sido resultado da menor incidência da radiação e do sucinto aumento da precipitação e da umidade relativa registrada no segundo ciclo fornecendo condições favoráveis ao desenvolvimento mais rápido da cultura (Figura 1). De acordo com Chmielewski *et al.* (2004), após a quebra da dormência o desenvolvimento fenológico e crescimento da planta são impulsionados principalmente pela temperatura.

Quadro 1 - Duração das fenofases de maçã e percentual de gemas da 'Condessa' em 2008 e 2009, Petrolina-PE, Brasil.

Fenofases	Dias		Gemas —— % ——	
	2008	2009	2008	2009
A	1	1	100	100
B	15	14	42	53
C	16	15	31	49
C ₃	19	18	38	47
D	21	19	33	41
D ₂	22	20	31	35
E	23	21	29	29
E ₂	24	22	27	23
F	25	23	23	17
F ₂	27	24	15	15
G	29	28	11	14
H	30	30	11	12
I	38	37	6	8
J	65	61	6	8
L	132	130	6	8

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 verdes e L: fruto maduro.

Entre a fase A e a F2 em 2008, transcorreram 27 dias, enquanto no ciclo de 2009 passaram 24 dias para que as macieiras chegassem à fase F2 (Quadro 1). Em condições de inverno ameno, como no semiárido nordestino onde a temperatura média mínima é de 21,2°C as exigências em frio não são completamente satisfeitas, fazendo com que diferentes cultivares de necessidades em frio distintos, apresentem variabilidade na floração de um ano para outro (Petri *et al.*, 2008).

Valentini *et al.* (2001), caracterizando o comportamento fenológico de 15 cultivares de macieira, verificaram que era necessário, em média, 35 dias para atingirem a fase de plena floração. Observaram também que houve uma amplitude de 11 dias entre a variedade 'Bouras', que apresentou plena floração aos 30 dias e a 'Rave VG' que entrou na fenofase F2 com 41 dias. Todas as cultivares se mostraram mais tardias que a cv. 'Condessa' submetida ao clima semiárido tropical.

A variabilidade no número de dias para atingir a plena floração, segundo Petri *et al.*, (2008), é justificada pelas diferentes condições necessárias de horas de frio das cultivares, fazendo com que as menos exigentes estejam predispostas a florescer mais cedo. A cv. 'Condessa', segundo Bernardi *et al.* (2004), possui baixa necessidade térmica, necessitando entre 300 e 500 horas de frio.

Em estudo sobre o florescimento das macieiras 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema', sem e com quebra de dormência, utilizando diferentes concentrações de Erger® combinado com nitrato de cálcio e cianamida hidrogenada, com óleo mineral, Hawerth *et al.* (2010), verificaram que, sem o uso de indutor de brotação, as macieiras brotaram mais tardiamente em relação as que tiveram a quebra de dormência. Observaram também que o período de florescimento foi de 16 e 9 dias, para a 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema', respectivamente. Entretanto o uso de indutores reduziu o tempo de florescimento para em média 7,5 na cv. 'Imperial Gala' e mantendo-se 9 para a 'Fuji Suprema'.

As plantas de macieira cv. 'Condessa' do presente estudo foram submetidas à quebra da dormência e apresentaram curtos períodos de floração com 4 dias em 2008 e 5 em 2009. Petri e Leite (2004) concluíram que o prolongamento das fases de brotação e de floração na cultura da macieira é resultado da insuficiência em frio hibernal e que esse aumento pode atrapalhar a realização de alguns tratamentos culturais pelos diferentes estádios fenológicos observados em uma mesma planta. Em ambos os ciclos, o estágio mais longo foi do J (fruto verde) ao L (fruto maduro), como pode visto no Quadro 1 no qual os frutos levaram 67 dias e 69, respectivamente, para a colheita. As macieiras alcançaram vingamento efetivo de 6,0% em 2008 e de 8,0% em 2009 (Figura 1), dentro do esperado, já que a macieira possui um alto índice de abscisão, mantendo somente de 4 a 10% do potencial de frutos (Iuchi, 2006).

Além dos fatores climáticos, a alta abscisão pode estar vinculada ao pleno florescimento não simultâneo entre a cv. 'Condessa' e a cv. polinizadora 'Princesa', conforme Soltész, (2003) relata que essa sincronia aumenta a possibilidade de consolidação de altos índices de vingamento efetivo.

Independente do ciclo as fenofases se correlacionaram positivamente e significativamente apenas com a temperatura do período (Quadros 2 e 3). Chmielewski *et al.* (2004), em um estudo de campo com maçãs, na Alemanha, observou que todas as fenofases se correlacionam com a temperatura média, indicando que temperaturas mais altas diretamente após a quebra da dormência podem acelerar os processos de desenvolvimento e, finalmente, levar a um avanço do ciclo fenológico.

Os resultados do presente trabalho concordam com os encontrados por Sparks *et al.* (2000) e Chmielewski e Rötzer (2001). Estes autores concluíram que as correlações positivas entre as fases fenológicas e temperatura e confirmam que as alterações ao ambiente de cultura, como a temperatura, umidade e radiação global, conduzem a diferenças no período de tempo de ocorrência dos vários estádios fenológicos.

Quadro 2 - Coeficientes de correlação simples (r) entre os fatores climáticos e fenofases de maçã cv. 'Condessa' em 2008. Petrolina-PE, Brasil.

	Fenofases ¹	Temperatura ²	UR ³	Radiação ⁴	Precipitação
Fenofases ¹	-	0,5367*	-0,1465 ^{ns}	0,4063 ^{ns}	0,4102 ^{ns}
Temperatura ²	-	-	-0,5903*	0,5420*	0,3370 ^{ns}
UR ³	-	-	-	-0,6136*	-0,1451 ^{ns}
Radiação ⁴	-	-	-	-	0,1184 ^{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.

Quadro 3 - Coeficientes de correlação simples (r) entre os fatores climáticos e fenofases de maçã cv. 'Condessa' 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 1% de probabilidade; ns: não significativo.

De forma análoga, Pascale e Damario (2004) explicam que o desenvolvimento fenológico das plantas e produção de frutos são influenciados pelas condições climáticas, principalmente temperatura do ar, o que poderia explicar a divergência dos resultados de clima temperado para climas semiáridos, bem como as alterações das fenofases entre os anos em estudo. Dessa forma a fenologia é um indicador sensível da biosfera e suas mudanças climáticas (Walther *et al.*, 2002).

Chmielewski *et al.* (2004) explicam que altas temperaturas resultam no aceleração das reações bioquímicas levando a um rápido crescimento vegetativo; porém, esse aceleração pode alcançar um limiar onde os sistemas de enzimas são destruídos causando a morte das células. Tal fato não ocorreu no presente trabalho, possivelmente devido às temperaturas do ar no período analisado, terem atingido o valor limite para a cultivar de maçã 'Condessa'.

Os dados concernentes à produção de 2009 foram invariavelmente superiores aos de 2008, como pode ser observado na Quadro 4. Esse fato pode ser atribuído às condições climáticas de 2009, como discutido anteriormente, ou ainda estar ligado ao fato de que em 2009 (segundo ciclo produtivo do pomar) as plantas estarem mais bem formadas em relação a 2008, ano em que o pomar em estudo possuía apenas um ano

de implantação. Segundo Ferree e Warrington (2003) as produções tendem a subir até o 5º ano.

O número de frutos por planta em 2009 aumentou 20,12% em relação a 2008 (Quadro 4). Independentemente do ano estudado, todas as plantas produziram menor número de frutos do que aqueles citados na literatura, como os resultados apresentados por Biffi e Rafaeli Neto (2008) que foram de 394 em 2004 e 293 em 2005, em estudos com a cultivar Fuji no Brasil, dados que confirmam os obtidos por Fallahi (2007). A produção de frutos por planta do presente estudo é menor do que os resultados de Biffi e Rafaeli Neto (2008) no Brasil, Liu *et al.* (2008) na China e Santos *et al.* (2007) em Portugal.

Em relação à produção de frutos, uma das variáveis mais importantes para avaliação de sistemas de cultivo, verificou-se em 2008 e 2009 que houve um incremento de 1,70 t/ha (Quadro 4). Em comparação com outros trabalhos científicos em todo o mundo, é possível inferir que os valores médios de 2009 da Quadro 4 foram superiores aos apresentados por Gul (2005) que obteve 24,25 t/ha na Turquia; 16,1 t/ha apresentados por Nava e Dechen (2009) para cv. Fuji em cultivo no Brasil; 13,1 t/ha registrados por Naor *et al.* (2008) para a cv. 15-year-old 'Smoothie' (uma cepa da cv. 'Golden delicious') em pomar implantado em Israel; 7,4 t/ha variam de Di Vaio *et al.*

Quadro 4 - Vingamento, número de frutos por planta (NFP), produção de frutos por planta (P/P) e produtividade de maçã cv. 'Condessa'. Petrolina, Pernambuco, Brasil.

	Vingamento (%)		NFP		P/P (kg)		Produtividade (t/ha)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Amplitude	8,83	11,04	53,38	66,72	6,66	8,33	8,33	12,81
CV (%)	59,80	63,98	45,65	48,56	35,70	47,30	51,30	47,02
Variância	6,46	10,09	102,35	159,92	1,42	2,97	2,22	5,27
Média	3,97	4,97	22,08	27,60	2,53	3,90	3,16	4,86
DP (%)	2,54	3,18	10,12	12,65	1,19	2,45	1,49	2,29

C.V.: Coeficiente de variação; DP: Desvio Padrão.

(2009) em estudo com cv. 'Annurca Rossa del Sud' na Itália.

É importante salientar que as macieiras levam de quatro a cinco anos para ter sua produção estabilizada (Ferree e Warrington, 2003). As plantas do presente estudo foram transplantadas em 2007 e avaliada em 2008 e 2009, sendo portanto comum que na primeira safra apresentassem baixo rendimento. Desta forma, a avaliação contínua das colheitas seguintes tem importância crucial para determinar e consolidar a viabilidade da produção de maçã sob condições semi-áridas do Nordeste do Brasil, uma vez que os resultados preliminares são satisfatórios.

Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo indicam que:

- I) É possível a produção de frutos de maçã da cv. 'Condessa' em condição semiárida tropical;
- II) O ciclo fenológico da macieira, cv. 'Condessa', em condição semiárida tropical variou entre 132 e 130 dias, respectivamente, nos anos 2008 e 2009;
- III) Serão necessários mais estudos, no decorrer dos anos, para gerar um sistema de produção de maçã no Vale de São Francisco.

Referências Bibliográficas

- Ashebir, D.; Deckers, T.; Nyssen, J.; Bihon, W.; Tsegay, A.; Tekie, H.; Poesen, J.; Haile, M.; Wondumagegnehu, F.; Raes, D.; Behailu, M. e Decker, J. (2010) - Growing apple (*Malus domestica*) under tropical mountain climate conditions in Northern Ethiopia. *Experimental Agriculture*, 46, 1: 53-65.
- Bernardi, J.; Denardi, F. e Hoffman, A. (2004) - Cultivares e porta-enxertos. In: Nachtigall, G.R. (Ed.) - *Maçã: produção*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, p. 32-46. (Frutas do Brasil, 37).
- Biffi, L.J. e Rafaeli Neto, L.S. (2008) - Comportamento espacial de variáveis agronômicas da maçã 'Fuji' durante dois anos de observações no planalto serrano de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30: 975-980.
- Chmielewski, F.-M. e Rötzer, T. (2001) - Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 108: 101-112.
- Chmielewski, F.-M.; Müller, A. e Bruns, E. (2004) - Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. *Agricultural and Forest Meteorology*, 121: 69-78.
- Cook, N. e Jacobs, G. (2000) - Progression of apple (*Malus × domestica* Borkh.) bud dormancy in two mild winter climates. *Journal of Horticultural Science e Biotechnology*, 75: 233-236.
- Di Vaio, C.; Cirillo, C.; Buccheri, M. e Limongelli, F. (2009) - Effect of interstock (M.9 and M.27) on vegetative growth and yield of apple trees (cv "Annurca"). *Scientia Horticulturae*, 119: 270-274.
- El-Agamy, S.Z.; Mohamed, A.K.A.; Mostafa, F.M.A. e Abdallah, A.Y. (2001) - Effect of GA₃, hydrogen cyanamide and decapitation on budbreak and flowering of two apple cultivars under the warm climate of southern Egypt. *Acta Horticulturae*, 565: 109-114.
- Fallahi, E. (2007) - Influence of 1-aminoethoxyvinylglycine hydrochloride and α -naphthalene acetic acid on fruit retention, quality, evolved ethylene and respiration in apples. *International Journal Plant Production*, 1: 53-61.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010) - *FAOSTAT: statistics database*. (Acesso em: 2010.11.18). Disponível em: < <http://apps.fao.org/> >.
- Ferree, D.C. e Warrington, I.J. (2003) - *Apples: botany; production; and uses*. Wallingford, CABI Publishing, 660 p.
- Gautier M. (1988) - *Les productions fruitières*. Paris, Lavoisier. 480 p.
- Gul, M. (2005) - Technical efficiency and productivity of apple farming in Antalya province of Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8: 1533-1540.
- Hawerorth, F.J.; Petri, J.L.; Leite, G.B.U. e Herter, F.G. (2010) - Brotação de gemas em macieiras 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema' pelo uso de Erger® e nitrato de cálcio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32, 2: 343-350.
- Hissano, Z.; Marur, C.J. e Tsuneta, M. (1990) - Caracterização do fruto da macieira 'Fuji' em relação aos tipos de ramos de frutificação em Palmas-PR. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 2, 2: 53-55.
- Iuchi V.L. (2006) - Botânica e fisiologia. In: Epagri (Ed.) - *A cultura da macieira*. Epagri, Florianópolis, p. 59-104.
- Iuchi, V.L.; Iuchi, T.; Brighenti, E. e Ditrich, R. (2002) - Quebra de dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh) em São Joaquim. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24, 1: 168-174.
- Jackson, J.E. (2003) - Flowers and fruits. In: Jackson, J.E. - *Biology of apples and pears*. Cambridge, Cambridge University Press, p. 368-340.
- Jones, H.G. (1987) - Repeat flowering in apple caused by water stress or defoliation. *Trees - Structure and Function*, 1: 135-138.

- Köeppen, W. (1948) - *Climatologia*. Buenos Aires, Panamericana, 478 p.
- Legave, J.M.; Farrera, I.; Almeras, T. e Calleja, M. (2008) - Selecting models of apple flowering time and understanding how global warming has had an impact on this trait. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 83: 76-84.
- Liu, C.; Han, M. e Zhang, L. (2008) - The effects of fertilizer application at early summer on growth, yield and quality of Fuji apple in Weibei Highland. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 26: 124-137.
- Nachtigall, G.R.; Basso, C. e Freire, C.J.S. (2004) - Nutrição e adubação de pomares. In: Nachtigall, G.R. (Ed.) *Maçã: produção*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, p. 63-77. (Frutas do Brasil, 37).
- Naor, A.; Naschitz, S.; Peres, M. e Gal, Y. (2008) - Responses of apple fruit size to tree water status and crop load. *Tree Physiology*, 28: 1255-1261.
- Nava, G. e Dechen, A.R. (2009) - Long-term annual fertilization with nitrogen and potassium affect yield and mineral composition of 'Fuji' apple. *Scientia agrícola*, 66: 377-385.
- Njuguna, J.K.; Leonard, S.W. e Teddy, E.M. (2004) - Temperate fruits production in the tropics: A review on apples in Kenya. *HortScience*, 39: 841.
- Pascale, A.J. e Damario, E.A. (2004) - *Bioclimatología agrícola y agroclimatología*. 1ª ed. Buenos Aires, Fauba, 550 p.
- Pereira, J.M.A. e Souza, R.A. (1967) - *Mapeamento detalhado da área de Bebedouro – Petrolina, PE*. Recife, Sudene, 57 p.
- Petri, J.L. e Palladini, L.A. (1999) - Eficiência de diferentes volumes e concentrações de calda para quebra de dormência na macieira cultivar 'Gala'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34: 1491-1495.
- Petri, J.L. e Leite, G.B. (2004) - Consequences of insufficient winter chilling on apple tree bud-break. *Acta Horticulturae*, 662: 53-60.
- Petri, J.L.; Palladini, L.A. e Pola, A.C. (2006) - Dormência e indução à brotação em macieira. In: - *A cultura da macieira*. Florianópolis, Epagri, p. 261-297.
- Petri, J.L.; Hawerth, F.J. e Leite, G.B. (2008) - Fenologia de espécies silvestres de macieira como polinizadora das cultivares Gala e Fuji. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30, 4: 868-874.
- Santos, A.; Lopes, A.; Sá, M. e Lousada, J.L. (2007) - Relações de produtividade; área folhear e alternância na macieira Bravo de Esmolfe. *Revista de Ciências Agrárias*, 31: 132-138.
- Soltész, M. (1996) - Flowering. In: Nyéki, J. e Soltész - M. *Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits*. Budapest, Akadémia Kiadó, p. 80-132.
- Soltész, M. (2003) - Apple. In: Kozna, P.; Nyéki, J.; Soltész, M.; Szabo, Z. - *Floral biology: pollination and fertilisation zone fruit species and grape*. Budapest, Akadémia Kiadó, p. 237-316.
- Sparks, T.H.; Jeffree, E.P. e Jeffree, C.E. (2000) - An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phenological records from the UK. *International Journal of Biometeorology*, 44: 82-87.
- Tromp J. (2005) - Dormancy. In: Tromp J.; Webster A.D.; Wertheim S.J. (Eds.) - *Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production*. Leiden, Backhuys Publishers BV, p. 65-73.
- Valentini, N.; Me, G.; Ferrero, R. e Spanna, F. (2001) - Use of bioclimatic indexes to characterize phenological phases of apple varieties in Northern Italy. *International Journal of Biometeorology*, 45: 191-195.
- Walther, G.-R.; Post, E.; Convey, P.; Menzel, A.; Parmesan, C.; Beebee, T.R.C.; Fromentin, J.-M.; Hoegh-Guldberg, O. e Bairlein, F. (2002) - Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416: 389-395.
- Webster, A.D. (2005) - 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, Backhuys Publishers BV, p. 12-25.