

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**FENOLOGIA, ESTUDO DA BIOLOGIA FLORAL, FERTILIDADE DO PÓLEN
E PRODUÇÃO EM CULTIVARES DE CAQUIZEIRO (*Diospyros kaki* L. e
Diospyros virginiana L.)**

**Samanta Siqueira de Campos
Engenheira Agrônoma/UFRGS**

**Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Ênfase Melhoramento e Biotecnologia Vegetal**

**Porto Alegre (RS), Brasil
Fevereiro de 2014**

SAMANTA SIQUEIRA DE CAMPOS
Engenheira Agrônoma - UFRGS

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

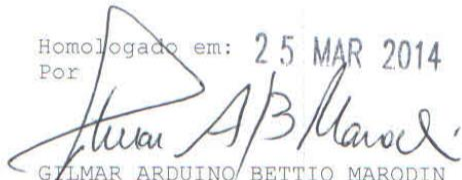
MESTRE EM FITOTECNIA

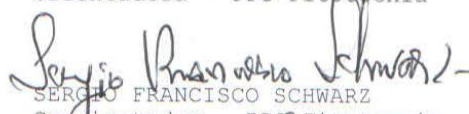
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

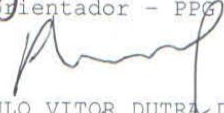
Aprovado em: 06.02.2014
Pela Banca Examinadora

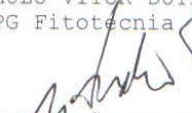
Homologado em: 25 MAR 2014
Por



MARIA TERESA SCHIFINO-WITTMANN
Orientadora - PPG Fitotecnia

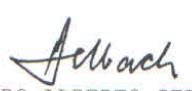

GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia


SERGIO FRANCISCO SCHWARZ
Coordenador - PPG Fitotecnia


PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
PPG Fitotecnia


RENER JOÃO BENDER
PPG Fitotecnia


CARINE SIMIONI
PPG Zootecnia/UFRGS


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

AGRADECIMENTOS

À professora Maria Teresa Schifino Wittmann pela orientação, amizade e trabalho harmoniosos.

Ao professor Sergio Francisco Schwarz pela coorientação e amizade.

Aos meus pais Eva e Juarez, em especial a minha mãe pelo incentivo e confiança.

À CAPES pela concessão de bolsa.

A professora Carine Simioni pela ajuda, conselhos e amizade.

Aos professores Gilmar Arduino Bettio Marodin, Paulo Vitor Dutra de Souza e Claudimar Sidnei Fior pelo auxílio e contribuição neste trabalho.

Ao professor Renar João Bender por ceder o Laboratório de Pós-colheita para as análises.

Ao bolsista Pedro Veit pela ajuda fundamental na execução deste trabalho.

À Divanilde Guerra pela amizade, conselhos e convívio no laboratório.

Aos colegas Mateus Gonzato, Gustavo de Almeida e Henrique Petry pela ajuda nas análises de dados.

Ao Ernani Pezzi pela ajuda com as avaliações químicas.

Aos amigos e colegas Willian Heintze, Karine Krycki, Rafael Elgert e Wagner Soares, pela amizade e momentos de descontração.

Aos colegas do Departamento de Horticultura e Silvicultura Amanda Pezzi, Andres Sarmiento, Anelise Hagemann, Cristiane Wesp, Daiane Lattuada, Fabrício Nunes, Maristela Watthier, Thaís Hagemann e Vanessa Braga.

Aos colegas do Laboratório de Pós-colheita Fernanda Varela, Sandra Nunes, Letícia Castañeda e Moises Segaspini.

Aos funcionários da Estação Experimental Agronômica da UFRGS pela ajuda nos trabalhos de campo.

Aos funcionários do Departamento de Horticultura e Silvicultura pela ajuda prestada.

À secretária do PPG-Fitotecnia Marisa pela amizade.

A todos que contribuíram de alguma forma neste trabalho.

Muito Obrigada!

FENOLOGIA, ESTUDO DA BIOLOGIA FLORAL, FERTILIDADE DO PÓLEN E PRODUÇÃO EM CULTIVARES DE CAQUIZEIRO (*Diospyros kaki* L. e *Diospyros virginiana* L.)¹

Autora: Samanta Siqueira de Campos
Orientadora: Maria Teresa Schifino Wittmann
Coorientador: Sergio Francisco Schwarz

RESUMO

Dentre as frutíferas de clima temperado cultivadas no Brasil, pode-se destacar o caqui (*Diospyros kaki*). A cultura do caquizeiro está concentrada nas regiões Sudeste e Sul do país, mas outros Estados, como Minas Gerais e o Vale do São Francisco, já estão investindo nesta cultura. Além de abastecer o mercado interno, as exportações de caqui têm aumentado nos últimos anos chamando a atenção dos produtores. A fruta foi introduzida no Brasil por volta de 1920. Apesar de ser uma planta de relativa rusticidade, com uma boa aceitação no mercado devido as suas características organolépticas, ainda há poucos estudos locais como, por exemplo, seu comportamento às condições edafoclimáticas do Brasil. Este trabalho teve como objetivo estudar a fenologia e biologia floral, avaliar os frutos e obter informações citogenéticas de nove cultivares de *D. kaki* (Costata, Fuyu, Kaoru, Mikado, Okira, Pomelo, Rama Forte, Regina e Taubaté) e um exemplar da espécie *Diospyros virginiana*. Os resultados indicam que as cultivares Rama Forte e Pomelo foram precoces em relação às outras em Eldorado do Sul, RS, nos dois anos produtivos avaliados (2012/13 e 2013/14). As cultivares Fuyu, Kaoru, Mikado, Okira e Taubaté são as mais tardias. ‘Mikado’, ‘Costata’, ‘Pomelo’ e ‘Regina’ apresentaram os frutos com maior peso médio (315,20g, 296,36g, 245,82g e 240,91g, respectivamente) e ‘Rama Forte’ o menor peso médio (134,87 g). Como já indicado na literatura, cultivares comerciais produzem somente flores femininas, como Costata, Fuyu, Kaoru, Okira, Rama Forte, Regina e Taubaté. ‘Pomelo’ e *D. virginiana* produziram também flores masculinas. Além da produção de pólen em ‘Pomelo’ e *D. virginiana* no presente trabalho foram encontradas em ‘Mikado’ flores com produção de pólen. Não foram encontrados grãos de pólen não reduzidos. A fertilidade do pólen foi alta, em geral, acima de 90%, nos dois anos avaliados para ‘Pomelo’ e *D. virginiana* exceto para ‘Mikado’ que apresentou alta fertilidade de pólen no primeiro ano (98%) comparado ao segundo ano (85%).

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (65p.) Fevereiro, 2014.

**PHENOLOGY, FLORAL BIOLOGY EVALUTIONS, POLLEN FERTILITY
AND PRODUCTION IN PERSIMMON (*Diospyros kaki* L. and *Diospyros
virginiana* L.) CULTIVARS¹**

Author: Samanta Siqueira de Campos
Adviser: Maria Teresa Schifino Wittmann
Co-adviser: Sergio Francisco Schwarz

ABSTRACT

Among the temperate fruits cultivated in Brazil, outstands persimmon (“caqui”) (*Diospyros kaki*). The culture is concentrated in the Southern and Southeast regions of the country but in other places such as Minas Gerais and Vale do São Francisco its cultivation is increasing. Besides supplying the internal market, “caqui” are exports increasing and calling farmers attention. The species was introduced in Brazil around 1920. Despite being a rather rustic plant with a good market acceptance due to its organoleptic qualities, there are still only a few local studies as, for example, its behavior at Brazilian edaphoclimatic conditions of Brazil. This work aimed to study the phenology and floral biology, to evaluate the fruits and to obtain cytogenetic information of nine *D. kaki* cultivars (Costata, Fuyu, Kaoru, Mikado, Okira, Pomelo, Rama Forte, Regina e Taubaté) and one *Diospyros virginiana* plant. Results indicate that cultivars Rama Forte and Pomelo are early season cultivars than the others in Eldorado do Sul, RS, in the two evaluated production periods (2012/13 and 2013/14) and Fuyu, Kaoru, Mikado, Okira and Taubaté Mikado are late season cultivars. ‘Mikado’, ‘Costata’, ‘Pomelo’ and ‘Regina’ presented heavier fruits (315.20g, 296.36g, 245.82g and 240.91g, respectively) and ‘Rama Forte’ the lightest ones (134.87 g). As already indicated in literature, commercial cultivars produce only female flowers, as Costata, Fuyu, Kaoru, Okira, Rama Forte, Regina e Taubaté but Pomelo and *D. virginiana* also have male flowers. Besides pollen production in ‘Pomelo’ and *D. virginiana*, in the present work flowers with pollen production were also observed in ‘Mikado’. Unreduced pollen grains were not observed. Pollen fertility was high, generally over 90% in the two studied periods for ‘Pomelo’ and *D. virginiana* but ‘Mikado’ presented a higher pollen fertility in the first period (98%) compared to the second one (85%).

¹Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (65p.) February, 2014.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Origem e taxonomia	3
2.2 Importância econômica e distribuição do caquizeiro	4
2.3 Descrição e biologia da planta.....	7
2.4 Fenologia.....	10
2.5 Biologia floral.....	11
2.6 Frutos	13
2.7 Citogenética do caquizeiro	15
2.8 Melhoramento	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Fenologia e Biologia Floral.....	29
3.2 Avaliação dos frutos de caquizeiros	31
3.2.1 Caracterização morfológica	31
3.2.2 Análises de maturação e qualidade.....	31
3.3 Análise citogenética.....	32
3.3.1 Determinação do número cromossômico somático.....	32
3.3.2 Comportamento meiótico masculino e fertilidade do pólen	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Fenologia e Biologia Floral.....	34
4.1.1 Comprimento de ramos e número médio de nós (2012/13 e 2013/14)	39
4.1.2 Brotação (2012/13 e 2013/14).....	40
4.1.3 Elongação dos ramos (2012/13 e 2013/14).....	43
4.1.4 Florescimento (2012/13 e 2013/14).....	44
4.1.5 Tipos de flor e desenvolvimento da flor	46
4.1.6 Frutificação (2012/13)	49
4.1.7 Colheita e maturação (2012/13)	51
4.1.8 Senescência (2012/13)	51
4.1.9 Dormência (2012/13).....	52
4.2 Avaliação dos frutos de caquizeiro.....	52
4.2.1 Diâmetro, altura, peso, firmeza e número de sementes (2012/13)	52
4.2.2 pH, acidez e açúcares totais da polpa (2012/13)	54
4.2.3 Produção por planta	55
4.3 Análise citogenética.....	55
4.3.1 Número cromossômico e análise da meiose	55
4.3.2 Tamanho e viabilidade dos grãos de pólen	57

	Página
5. CONCLUSÕES.....	60
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

RELAÇÃO DE TABELAS

Página

1.	Tipos de flores, origem e grupo das cultivares-copa de <i>D. kaki</i> e da espécie <i>D. virginiana</i> (Martins & Pereira, 1981; Morton, 1987; Simão, 1971)	12
2.	Números cromossômicos em espécies de <i>Diospyros</i> (Fedorov, 1969; White e Vosa, 1980; IPCN, 2012).	16
3.	Períodos de ocorrência dos estádios fenológicos para <i>D. kaki</i> e <i>D. virginiana</i> : Gema de ponta verde (GPV), início da brotação (B), florescimento, fixação dos frutos (F), início da maturação (M), início da senescência (S), início da dormência (D) e ciclo total em dias (CT), em Eldorado do Sul-RS, 2012.....	35
4.	Períodos de ocorrência dos estádios fenológicos para <i>D. kaki</i> e <i>D. virginiana</i> : Gema de ponta verde (GPV), início da brotação (B), florescimento e fixação dos frutos (F), em Eldorado do Sul-RS, 2013.	38
5.	Comprimento médio do ramo (CMR) e número de nós por ramo (N° Nós) nos Ciclos 1 e 2, Eldorado do Sul-RS.	39
6.	Porcentagem de ramos mistos (%RM) e porcentagem dos diferentes tipos de flores em caquizeiros, em Eldorado do Sul-RS, 2013.....	48
7.	Diâmetro (mm), altura (mm), massa (g), firmeza(N)e número de sementes dos frutos de caqui no ponto de maturação para as nove cultivares de <i>D. kaki</i> , Eldorado do Sul-RS, Ciclo 2012/13.	53
8.	Valores médios do pH, acidez (mg de ácido málico/100 mL) e açúcares totais (mg/g) da polpa dos frutos de caqui no ponto de maturação para nove cultivares, Eldorado do Sul-RS, 2013.	54
9.	Número de frutos por planta (NF), e produtividade por planta em kg/planta (P) no Ciclo 2012/13 para nove cultivares de caqui, Eldorado do Sul-RS	55
10.	Tamanho médio dos grãos de pólen e estimativa da fertilidade de duas cultivares de <i>D. kaki</i> e da espécie <i>D. virginiana</i> , em Eldorado do Sul-RS, 2012.	58

11. Tamanho médio dos grãos de pólen e estimativa da fertilidade de duas cultivares de <i>D. kaki</i> e da espécie <i>D. virginiana</i> , em Eldorado do Sul-RS, 2013.....	58
--	----

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Planta (A) e fruto (B) da cultivar Costata. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.	20
2. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Fuyu. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.	21
3. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Kaoru. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.	22
4. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Mikado. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.	22
5. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Pomelo. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.	23
6. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Rama Forte. EEA-UFRGS, Eldorado do	
7. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Regina. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.	25
8. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Taubaté. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.	25
9. Planta (A) e fruto (B) da espécie <i>D. virginiana</i> . EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.	26
10. Gráfico da precipitação anual e temperatura anual, dados estação meteorológica EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2012.	27
11. Gráfico da precipitação e temperatura (Janeiro a Outubro), dados estação meteorológica EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.	28
12. Imagem aérea do pomar da coleção de caquizeiros, Eldorado do Sul-RS, 2013..	29
13. Escala fenológica para <i>D. kaki</i> segundo Garcia-Carbonel (2002): (A) gema dormente, (B) ponta verde, (C) desenrolar das primeiras folhas, (D) folhas expandidas e ramo em alongação, (E) botões florais (forma de balão), (F) mudança de cor da corola, (G) antese, (H) secamento e queda das pétalas,	

(I) início da frutificação, (J) fruto com 90% do tamanho final, (K) início mudança de cor da casca, (L) frutos maduros.	36
14. Quadro guia mostrando o período de ocorrência para cada estágio fenológico das nove cultivares de <i>D. kaki</i> e <i>D. virginiana</i> , Eldorado do Sul-RS, 2012/13.	37
15. Número médio de brotos por ramo das nove cultivares de <i>D. kaki</i> ao longo do tempo, Eldorado do Sul-RS, 2012.	42
16. Número médio de brotos por ramo das nove cultivares de <i>D. kaki</i> ao longo do tempo, Eldorado do Sul-RS, 2013.	42
17. Evolução da elongação dos ramos por cultivar durante oito semanas de avaliações, Eldorado do Sul-RS, 2013.	43
18. Evolução da elongação dos ramos por cultivar durante oito semanas de avaliações, Eldorado do Sul-RS, 2012.	43
19. Número médio de flores por ramo das nove cultivares de <i>D. kaki</i> ao longo do tempo, Eldorado do Sul-RS, 2012.	45
20. Número médio de flores por ramo das nove cultivares de <i>D. kaki</i> ao longo do tempo, Eldorado do Sul-RS, 2013.	45
21. Flor feminina de <i>D. kaki</i> , Porto Alegre-RS, 2013.	46
22. Flores femininas (F) e masculinas (M) de Pomelo, Eldorado do Sul-RS, 2013.	47
23. Diferentes estádios da flor feminina durante o período de florescimento em <i>D. kaki</i> , Porto Alegre-RS, 2013. (Escala em cm).	47
24. Flores femininas (F) e masculinas (M) de Pomelo, Eldorado do Sul-RS, 2013.	48
25. Diferentes estádios da flor feminina durante o período de florescimento em <i>D. kaki</i> , Porto Alegre-RS, 2013. (Escala em cm).	49
26. Número médio de frutos por ramo das nove cultivares de <i>D. kaki</i> , Eldorado do Sul-RS, 2013.	50
27. Caquizeiros em estágio de senescência caracterizado pela coloração avermelhada das folhas, Eldorado do Sul-RS, 2013.	51
28. Número médio de frutos por ramo das nove cultivares de <i>D. kaki</i> , Eldorado do Sul-RS, 2013.	52

29. Sementes de caqui germinadas com a ponta da raiz escurecida, Porto Alegre-RS, 2013. Escala em cm.	56
30. Células mitóticas de ponta de raiz (A) e célula mãe de pólen em meiose (B) da cultivar Pomelo, Porto Alegre-RS, 2013. Escala 10 μm	56
31. Grãos de pólen da cultivar Pomelo viável (esquerda) e inviável (direita), Porto Alegre-RS, 2013. Escala 10 μm	57

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo. A diversidade climática e de solo do país permite o cultivo com qualidade de diversas frutíferas tropicais, subtropicais e temperadas, entre elas o caquizeiro (*Diospyros kaki* L.).

Em 2011, a área colhida de caquizeiros no mundo foi de 778.703 ha e a produção de caquis foi de 4.056.987 toneladas. Os maiores produtores são China continental, República da Coreia e Japão. O Brasil está em quarto lugar com 8.349 ha de área colhida e produção de 154.625 toneladas. No Brasil o caquizeiro é cultivado principalmente nas regiões Sul e Sudeste, com destaque para os Estados de São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e sul de Minas Gerais. O Estado de São Paulo com produção de 77 mil toneladas e Rio Grande do Sul com 29 mil toneladas apresentam-se, respectivamente, como primeiro e segundo produtores nacionais. A maior parte do caqui consumido no Rio Grande do Sul é produzida no Estado, sendo que em 1994 e 2001 apenas 8,74% e 3,99% da fruta vendida via CEASA/RS de Porto Alegre foi importada de outros Estados. A principal região produtora é a Serra Gaúcha, onde se destacam como maiores produtores os municípios de Caxias do Sul, Farroupilha, Bento Gonçalves e Ipê.

O caqui é uma fruta com uma elevada concentração de vitaminas (A, B e C), altos teores de açúcares em relação a outras frutas mais populares. É também rico em fibras.

Estudos e pesquisas com caquizeiros são mais avançadas no Japão e China, seus países de origem. Também em países como Austrália e Espanha há pesquisas com esta espécie. No Brasil as pesquisas estão mais focadas na pós-colheita do caqui. A destanização e conservação dos frutos são aspectos muito importantes para a comercialização, mas também se faz necessário conhecer o desenvolvimento no campo das cultivares disponíveis no Brasil. Há poucos trabalhos na área de fenologia do caquizeiro. Algumas cultivares foram desenvolvidas por programas de melhoramento

brasileiros e assim é necessário conhecer o comportamento dessas cultivares nas regiões produtoras de caqui no país.

O caquizeiro tem uma pequena participação no mercado frutícola nacional, mas os dados estatísticos de órgãos como IBGE e Emater, por exemplo, mostram um aumento na área plantada nos últimos anos. Isso indica para um potencial de crescimento e um nicho a ser explorado por produtores. Por isso, o interesse dos fruticultores tem aumentado.

O caqui é uma fruta que produz em um período do ano em que há uma janela de mercado para a sua comercialização e tem boa aceitação pelo mercado consumidor. Soma-se a isso o fato de se tratar de uma cultura bastante rústica. Além do fato da diversificação de cultivares comerciais que até o momento no Rio Grande do Sul são plantadas apenas duas cultivares Fuyu e Kyoto. E a cultivar Fuyu ainda é a principal cultivar plantada. Além das cultivares japonesas já estabelecidas, como a Fuyu, no Brasil foram desenvolvidas outras cultivares pelos programas de melhoramento de caquizeiros. Porém não se conhece o comportamento no campo dessas cultivares no Estado do Rio Grande do Sul.

Assim o objetivo geral deste trabalho é aumentar as informações sobre a cultura do caquizeiro, utilizando as cultivares de caquizeiros que são mantidas na coleção da Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Como objetivos específicos estão:

- a) estudar a fenologia das cultivares com a finalidade de se obter um quadro guia com os períodos de desenvolvimento desde a sua dormência até a produção dos frutos;
- b) avaliar os frutos;
- c) estudar a biologia floral e
- d) obter informações citogenéticas desta coleção de germoplasma.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e taxonomia

Segundo White & Vosa (1980), a família Ebenaceae apresenta dois gêneros: *Euclea* Murr., com 12 espécies, e o gênero *Diospyros* L., que possui em torno de 474 espécies arbóreas. Dessas espécies do gênero *Diospyros* 80 são nativas da América, 94 da África, 100 de Madagascar e 200 da Ásia (Mabberley, 1997). Este gênero é de grande importância, pois concentra muitas das espécies de interesse econômico, como por exemplo, o ébano (*D. ebenum* Koerig), que produz madeira nobre.

Outras espécies também são utilizadas por sua madeira principalmente para móveis como *D. abyssinica* (Hiern) F. White, *D. celebica* Bakh, *D. haplostylis* Boivin, *D. montana* Roxb., *D. marmorata* R. Parker, *D. oocarpa* Thwaites e *D. quaesita* Thwaites; outras como bonsai e topearia (*D. decandra* Lour.), para esculturas em madeira (*D. affinis* Thw.), para extração de corante preto para seda (*D. mollis* Griffith), entre outras utilidades. *D. inconstans* Jacq. é ornamental. Destacam-se também as espécies cultivadas por seus frutos, como *D. blancoi* A. DC, *D. dygna* Jacq (sapoteira preta), *D. lotus*, *D. philippensis* (Desr.), e, principalmente, *D. kaki* L.f. (caqui) (Mabberley, 1997, Lorenzi *et al.*, 2006).

O caquizeiro (*Diospyros kaki* L.), planta arbórea lenhosa, de fruto comestível, é originário da Ásia (Simão, 1971). O centro de origem e o principal centro de diversidade para *D. kaki* são as montanhas da região central da China. O Japão é considerado um centro secundário para a espécie. Caquizeiros já eram cultivados na China há milhares de anos, onde mais de 2000 cultivares foram selecionadas. A espécie foi introduzida no Japão há cerca de 1300 anos (Mowat & George, 1994). *D. kaki* é chamado de caqui japonês, caqui Oriental, caqui chinês, kaki, ou, simplesmente, caqui.

Hoje, o termo caqui é o mais usado para *D. kaki*, porque a produção mundial de *D. kaki* é muito maior do que de outras espécies do gênero (Yamada *et al.*, 2012).

A espécie *D. kaki* apresenta frutos de alta qualidade, muito apreciados pelo mercado consumidor, por isso é a mais cultivada dentre as várias espécies do gênero. Já a espécie *Diospyros virginiana* é originária dos Estados Unidos (Gomes, 2007) e seus frutos não possuem valor alimentar comercial. Sendo, no entanto muito utilizada como porta-enxerto. A madeira desta espécie é aproveitada em marcenarias.

Os japoneses têm especial predileção pelos frutos do caquizeiro, e os chineses, igualmente apreciadores do caqui, exploram grandes áreas com a sua produção. Tanto no Japão como na China, o caquizeiro é também cultivado com vistas à extração de madeira e à produção de corantes (Martins & Pereira, 1989).

A cultura do caquizeiro espalhou-se do continente asiático para outras regiões de clima temperado e subtropical e atualmente é cultivado em vários países. Nos Estados Unidos foi introduzido no início do século XIX e por volta de 1870 na França, Espanha e Itália (Neuwald *et al.*, 2009). No Brasil há evidências de que o caquizeiro foi introduzido em São Paulo, por volta de 1890, ocasião em que Luiz Pereira Barreto recebeu sementes enviadas da França pelo naturalista Charles Naudin. Naudin foi um dos primeiros estudiosos dessa frutífera.

A cultura se estabeleceu com rapidez logo após as primeiras introduções feitas no final do século passado demonstrando que aqui iria encontrar condições propícias para a sua expansão, fato que realmente ocorreu. Após 1920, houve expansão da área cultivada, principalmente depois da chegada de fruticultores japoneses que contribuíram com seu vasto conhecimento sobre a cultura, além de novas cultivares que trouxeram (Martins & Pereira, 1989). As primeiras mudas foram comercializadas em 1897 como “caquizeiro do Japão” (Pereira & Kavati, 2011). Posteriormente, os viveiristas João Dierberger e Francisco Marengo encarregaram-se de introduzir e difundir pelo Brasil cultivares ainda hoje existentes (Sousa, s/d apud Pereira & Kavati, 2011).

2.2 Importância econômica e distribuição do caquizeiro

Segundo Mowat & George (1994), o cultivo comercial de caquizeiros ocorre entre as latitudes 45° Norte e 45° Sul.

Mais de um milhão de toneladas de caquis são produzidos anualmente a partir de uma área de aproximadamente 235.000 ha. Em 2010, os principais produtores do mundo, em ordem decrescente foram China, República da Coreia, Japão, Brasil e Azerbaijão. Produtores com menores volumes de produção incluem Itália, Uzbequistão, Israel, Nova Zelândia, Iran, Eslovênia, Nepal e Austrália (FAO, 2013). Mesmo com a

introdução tardia da cultura em relação a outros países, o Brasil encontra-se como quarto produtor mundial com aproximadamente 165 mil toneladas de caquis produzidos na safra de 2010. As regiões produtoras que se destacam são Sudeste e Sul. O Estado de São Paulo, com 77 mil toneladas e Rio Grande do Sul com 29 mil toneladas produzidas apresentam-se, respectivamente, como primeiro e segundo produtores nacionais (IBGE, 2012).

Até fins do século XIX o caquizeiro destacou-se como amais importante planta frutífera em cultivo no Japão. Atualmente, ocupando área de 29.600 ha e produzindo perto de 334.000 toneladas, o caquizeiro aparece como a quinta mais importante cultura frutífera do Japão.

Na Itália, Nova Zelândia, Israel, Austrália e Estados Unidos, a cultura do caquizeiro começa a ganhar importância, já sendo relacionada entre as frutíferas de interesse comercial.

No Estado de São Paulo, Pereira & Kavati (2011) citam as regiões de Mogi das Cruzes, Campinas, Sorocaba, Itapeva e Itapetininga como os principais centros produtores. Barbosa *et al.*(2003) verificaram a distribuição geográfica e caracterizaram a quantidade e diversidade de espécies e cultivares comerciais de frutíferas e nozes de clima temperado existentes no Estado de São Paulo. Dentre as frutíferas citadas, o caquizeiro constituiu-se na quarta frutífera temperada mais plantada. São 740 mil plantas em 4.372 ha de 1.559 propriedades rurais.

O caquizeiro foi uma das culturas que se manteve mais estável quanto ao número total de plantas cultivadas no Estado de São Paulo comparando-se os dados estatísticos das décadas de 70, 80 e 90. As cultivares mais citadas foram: ‘Rama Forte’, ‘Giombo’, ‘Taubaté’, ‘Fuyu’ e ‘Fuyuhana’. Em menor escala, determinou-se o cultivo de ‘Jirô’, ‘Kioto’ e ‘Tokyogosho’.

Algumas características da planta, como boa adaptação ao clima do Estado do Rio Grande do Sul, frutos de qualidade e baixo uso de agrotóxicos têm permitido um desenvolvimento da cultura com o aumento da área plantada e maior aceitação pelo mercado. Além disto, é uma cultura complementar para pequenos agricultores porque na sua época de produção não há muitas frutas no mercado. Destacam-se como maiores produtoras de caqui os municípios de Caxias do Sul, Farroupilha e Bento Gonçalves. As principais cultivares produzidas são ‘Fuyu’ e ‘Kyoto’ (Grellmann, 2003).

A cultivar Kyoto produz frutos de tamanho médio a grande, polpa tipo “chocolate” não taninosa e com sementes. A produção dessa cultivar é mais tardia que a

da cultivar Fuyu e a aceitação pelos consumidores é muito boa (Fiovaranço & Paiva, 2007). A Serra Gaúcha apresenta um ambiente bem propício ao desenvolvimento dos caquizeiros, atingindo boa produtividade e qualidade dos frutos.

Segundo Fiovaranço & Paiva (2007), vários motivos tornam o caquizeiro uma das culturas mais apropriadas para cultivo no Estado do Rio Grande do Sul. Entre as frutíferas de clima subtropical, provavelmente é a espécie mais adaptada às condições climáticas do Estado, caracterizado por invernos relativamente frios, que induzem às plantas entrar em dormência e, ao mesmo tempo, permitem a quebra natural da dormência de praticamente todas as cultivares. Caquizeiros são plantas especialmente adaptadas à exploração nas pequenas propriedades rurais predominantes nas principais regiões do Rio Grande do Sul onde a fruticultura é um setor muito importante da atividade agropecuária. Devido à elevada produtividade que se pode obter em cultivos tecnicamente bem conduzidos. Por causa da relativa rusticidade do caquizeiro em relação ao ataque de pragas e doenças. E à possibilidade de ampliar o período de colheita de algumas cultivares, dentro de determinados limites, sem ocorrer perdas quantitativas e qualitativas consideráveis.

A ampliação do período de oferta, por meio da antecipação ou atraso da colheita ou armazenamento em câmaras refrigeradas são fatores que podem contribuir para o aumento do consumo, agregação de valor e elevação da rentabilidade. O caqui, a exemplo da maioria das frutas comercializadas no Brasil, nos meses de maior oferta, abril e maio, apresenta preços médios em seus menores níveis.

A cultura do caquizeiro também tem demonstrado grandes possibilidades de produção em condição semiárida tropical. O caqui é produzido tradicionalmente nas regiões Sudeste e Sul do país, nos meses de fevereiro a junho. A partir do mês de outubro o caqui é importado da Espanha e Israel, chegando ao consumidor por preços até seis vezes maiores do que os praticados com a fruta nacional. Aproveitando as condições climáticas dos perímetros irrigados do semiárido brasileiro, pretende-se desenvolver um sistema de manejo que permita produzir caquis no período de entressafra, conseguindo-se melhores preços no mercado.

Pesquisas recentes conduzidas pela Embrapa Semiárido no Vale do São Francisco têm demonstrado que as cultivares Rama Forte e Giombo apresentaram grande potencial de produção. Estas cultivares são as mais comercializadas no Sudeste do país que é a principal região consumidora de caqui. Avaliações realizadas em uma coleção de cultivares têm demonstrado que as plantas estão respondendo

satisfatoriamente às práticas de manejo que estão sendo testadas (Lopes & Oliveira, 2011).

Segundo Vieites (2012), o consumo no mercado interno está aumentando progressivamente devido à qualidade e aos preços relativamente acessíveis. No entanto, apesar de ser um fruto muito apreciado pelo seu sabor e pelas características nutricionais, apresenta alguns problemas de comercialização e pós-colheita. Entre eles, está o curto período de safra onde a grande oferta desvaloriza o produto, tornando a cultura pouco rentável. Após o mês de junho, os preços normalmente começam a reagir, porém os produtores têm dificuldade para conservar a qualidade das frutas até esta época, além de enfrentar concorrência com frutas mais tradicionais, como a laranja, banana e maçã. Outro grande problema enfrentado pelos produtores de caqui é a destanização dos frutos (processo pelo qual se faz a remoção da adstringência). A concentração da produção, num curto período de tempo, gera grande oferta do produto no mercado e conduz os preços a valores muito baixos. Sendo assim, as pesquisas relacionadas ao adequado armazenamento e também o processo de destanização dos frutos são fundamentais para estender o período de comercialização, de forma a oferecer o produto numa época do ano em que normalmente se encontra pouco disponível.

2.3 Descrição e biologia da planta

O caquizeiro é uma planta perene, de porte arbóreo (podendo atingir 12 m ou mais de altura) com folhas caducas, alternas, ovais ou elípticas, acuminadas, coriáceas, glabras e luzentes na face adaxial e ligeiramente na face abaxial da folha, cobrindo-se de matizes amarelos e vermelhos quando estão para cair (Gomes, 2007). As folhas são muito variáveis quanto a sua morfologia por isso possibilitam a distinção entre espécies e até entre cultivares (Simão, 1971).

O caquizeiro apresenta crescimento inicial lento, mas atinge a fase adulta entre sete e oito anos. Entretanto, com três a quatro anos já produz uma boa quantidade de frutos (Pio, 2003).

Caquizeiros cultivados em pomares têm como característica um tronco curto, tortuoso e sua copa profusamente ramificada (Simão, 1971), com tendência a verticalidade e ramos frágeis (Agustí, 2010). Por isso deve-se fazer poda de formação nos três primeiros anos (Corsato, 2004). Os ramos novos são angulosos, verde-amarelados, tomentosos, a seguir tornam-se arredondados de cor parda ou acinzentada, e glabros com lenticelas (Simão, 1971). Na camada entre 20 e 30 cm da superfície do

solo concentra-se o sistema radicular que possui crescimento em um ou dois fluxos durante a estação de crescimento e parece ser influenciado pelo crescimento de ramos e frutos (Mowat & George, 1994).

As flores surgem junto à axila das folhas dos ramos novos, logo após a brotação que sucede ao período de repouso hibernar e têm como característica a coloração branco-creme (Martins & Pereira, 1989). O caquizeiro pode apresentar três tipos de flores: femininas, masculinas e hermafroditas (Gomes, 2007). As flores podem ser unissexuadas dióicas e às vezes bissexuais. Em alguns casos o caquizeiro é caracterizado como planta dióica, isto é, algumas plantas apresentam somente flores femininas, enquanto outras somente flores masculinas. Em outros casos pode ser caracterizado como planta monóica, quando a mesma planta apresenta os dois tipos de flores (Simão, 1971).

Em relação à frutificação a maioria das cultivares tem tendência para produção de frutos partenocápicos, ou seja, frutificam sem polinizar, resultando na formação de frutos sem sementes. Quando ocorre, a polinização é quase que exclusivamente entomófila e o principal agente polinizador é a abelha (*Apis mellifera*). Algumas cultivares apresentam baixa produtividade, quando não polinizadas. Neste caso recomenda-se intercalar no pomar cultivares produtoras de flores masculinas que floresçam na mesma época (Simão, 1971).

Um exemplo é o caso da cultivar Fuyu. Quando essa cultivar produz frutos que apresentam sementes, estes são maiores e mais resistentes à queda que normalmente ocorre durante o período de desenvolvimento dos mesmos, do que resulta uma melhor produção por planta. Nesses casos é interessante intercalar no pomar algumas plantas polinizadoras, produtoras de flores masculinas, como as cultivares Pomelo e Hanagoshu. No caso da cultivar Giombo a presença de sementes é indesejável porque seus frutos são destinados para a produção de passa apenas quando os frutos são apirênicos. Nessa cultivar, normalmente, os primeiros frutos colhidos apresentam sementes e os colhidos da metade da safra em diante são apirênicos (Martins & Pereira, 1989).

As sementes às vezes são abortivas, e quando presentes, encontram-se de seis a oito sementes por fruto. A forma é ovóide oblonga. Quando ocorre a polinização, em algumas cultivares, forma, tamanho, cor, composição e época de maturação dos frutos são alterados (Simão, 1971). Enquanto que, em outras, os frutos apresentam as mesmas características, quer tenham ou não sementes (Martins & Pereira, 1989).

A propagação comercial é feita por enxertia e todas as cultivares copa de caquizeiro de interesse comercial pertencem à espécie *D. kaki*. No Brasil, os porta-enxertos utilizados para a produção das mudas também pertencem a mesma espécie, além do *D. virginiana* e *D. lotus*. Mudas usando *D. kaki* como porta-enxerto formam um sistema radicular pivotante e profundo, o que dificulta o transplântio (Gomes, 2007).

Segundo Barbosa & Pio (2013) durante a reunião no Fórum Paulista de Fruticultura, em 1951, as cultivares de caquizeiros, das diversas coleções do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) foram agrupadas em três tipos ou grupos: Sibugaki, Amagaki e Variável, ao contrário do que acontecia no Japão na época. As classificações foram feitas com base na cor do fruto e na adstringência até o período da colheita.

As cultivares tipo Sibugaki são aquelas com frutos de coloração amarela quando maduros e polpa sempre taninosa independente da presença ou não de sementes (ex: 'Taubaté', 'Pomelo', 'Rubi', 'Hachiya', 'Mikado', 'Costata' entre outros). As cultivares tipo Amagaki são aquelas de frutos doces ou não taninosos, de polpa firme e mais amarelos quando maduros, podendo ou não ter sementes (ex: 'Fuyu', 'Jirô', 'Hanagosho', 'Fuyuhana'). As cultivares tipo variáveis são aquelas cujos frutos alteram composição e cor devido à presença ou não de sementes. Frutos sem sementes apresentam a polpa amarela e adstringente e os frutos com sementes têm a polpa escura e de sabor doce (ex: 'Giombo', 'Kaoru', 'Mazeli', 'Kyoto', 'Rama Forte', 'Ushida') (Simão, 1971; Gomes, 2007).

No Japão utilizam-se duas formas distintas para classificação: adstringente e não adstringente. Pode haver ainda uma subdivisão conforme o tipo de polinização: polinização constante ou polinização variável. A polinização constante adstringente (PCA) é a mais antiga e compreende quase todas as cultivares chinesas e várias cultivares japonesas. As formas de polinização variável adstringente e não adstringente (PVA, PVNA) se originaram no Japão há cerca de 1200 anos e os frutos originados apresentam a polpa escurecida quando ocorre a polinização. A reação de escurecimento da polpa é associada com um baixo teor de ácido ascórbico na polpa, à alta atividade da polifenol oxidase e a produção de etanol em sementes. O caqui de polinização constante não adstringente (PCNA) é a forma mais recente, originado há cerca de 500 anos, no Japão. O grupo foi derivado de cultivares de PCA, mas tem uma composição do tanino diferente. A forma PCNA é geralmente livre de adstringência no momento da colheita, não havendo necessidade de tratamento pós-colheita para a destanização dos frutos (Mowat & George, 1994).

2.4 Fenologia

A fenologia pode ser definida como o estudo da sazonalidade e da época de ocorrência dos eventos do ciclo de vida. O estudo da fenologia é importante porque relaciona o clima com o ciclo da planta em suas diferentes fases (brotação, florescimento, frutificação, etc) que ocorrem durante seu desenvolvimento. Através do monitoramento do crescimento vegetativo e reprodutivo das plantas, obtêm-se dados de suas respostas às mudanças sazonais e climáticas do ambiente em que se encontram. Esses dados geram informações a respeito dos efeitos climáticos sobre o desenvolvimento das plantas através das escalas fenológicas. E com esses dados torna-se possível utilizar a fenologia para finalidades bem mais específicas, como em adubações de cobertura, em tratamentos fitossanitários ou na observação de um evento importante como geadas ou estresse hídrico associados a estádios bem definidos no desenvolvimento das plantas (Morellato, 2007).

A fenologia do caquizeiro é bem determinada e documentada em países de clima temperado como o Japão onde muitos estudos já foram realizados. Ao contrário de regiões de clima tropical e subtropical onde os estudos fenológicos são escassos. No Brasil, alguns trabalhos já foram publicados como, por exemplo: Grellmann *et al*, (2003), Corsato (2004), Bezerra (2007) e Razzouk (2007), mas ainda há necessidade de mais informações a respeito da fenologia do caquizeiro no país.

O caquizeiro, apesar de ser uma espécie de clima subtropical, adaptou-se muito bem aos climas temperado e tropical das regiões onde foi introduzido. Trata-se de uma planta caducifólia que necessita de um período de repouso invernal para completar seu ciclo anual. É uma característica das plantas de clima temperado. A diferenciada exigência em frio entre as cultivares permite a escolha de cultivares mais adaptadas a cada condição climática (Guimarães, 2007).

A espécie se adapta bem em zonas temperadas até 40° de latitude. Sendo caducifólia, necessita de frio durante o inverno, mas não é muito exigente em horas de frio. Marodin (2008) cita ‘Taubaté’, ‘Rama Forte’, ‘Fuyuhana’ e ‘Giombo’ como cultivares pouco exigentes em frio para o repouso hibernar. Segundo Agustí (2010) durante o inverno pode suportar até -18°C sem danos, embora as temperaturas inferiores a 0°C possam causar danos às folhas e flores. Em condições climáticas mediterrâneas a brotação é tardia e não é afetada pelas primaveras mais frias. O caquizeiro é resistente à seca, mas se a umidade do solo não for adequada, a produtividade e qualidade dos frutos

podem diminuir. É sensível ao vento que pode dificultar seu crescimento e causar danos aos frutos.

As flores estão localizadas nas axilas das folhas dos brotos que se originaram a partir de gemas mistas que passaram o inverno em repouso. Estas gemas mistas aparecem em brindilas e em ramos mistos (Agustí, 2010). Em regiões de clima subtropical o florescimento ocorre cerca de 35 dias após a brotação das gemas, podendo variar conforme a cultivar. O tamanho do cálice nos estádios iniciais de desenvolvimento do florescimento chega a ser responsável por mais de 50% do peso total do fruto (George *et al.*, 1997).

As diferenças entre as temperaturas noturnas e diurnas favorecem a floração das flores femininas. Em geral, a antese ocorre de outubro a novembro e se inicia a partir das flores basais. A floração dura de dez a doze dias,

Cultivares de menor exigência em frio, como ‘Taubaté’, ‘Rama-Forte’ e ‘Giombo’ necessitam de aproximadamente 200 horas abaixo de 7,2°C, mesmo assim estas cultivares desenvolvem-se bem na região norte do Estado do Paraná e em São Paulo, onde ocorrem menos de 100 horas de frio (Gomes, 2007).

O caquizeiro de muda enxertada entra em produção a partir do terceiro ano com tendência de aumento na frutificação até os 15 anos quando estabiliza (Corsato, 2004 apud Sato & Assumpção, 2002).

O desenvolvimento do caquizeiro segue um padrão sazonal cíclico que se repete a cada ano, embora nem sempre com a mesma intensidade e duração entre os diferentes estádios fenológicos considerados. Os órgãos de crescimento são bem distintos, sistema radicular e sistema aéreo e dependentes entre si. Caso o balanço entre o crescimento vegetativo e reprodutivo não seja mantido compromete a produção de frutos (Corsato, 2004 apud Collins & George, 1996).

2.5 Biologia floral

Yasui (1915) descreve em seu trabalho no Japão que as árvores estaminadas foram continuamente destruídas inconscientemente, pois as melhores cultivares eram propagadas sempre por enxertia, portanto, muitas plantas estaminadas foram eliminadas, e as plantas pistiladas tomaram o seu lugar. O autor relata ainda que dados anteriores sugerem que *D. kaki* era naturalmente uma planta monóica, e que estaria em vias de perder esse caráter de produzir flores estaminadas devido à forma de cultivo.

O hábito floral é muito complexo e dependendo da cultivar a planta pode apresentar três tipos de flores (femininas, masculinas, hermafroditas) na mesma planta ou apenas um tipo, como ocorre na maioria das cultivares comerciais que produzem apenas flores femininas (Gomes, 2007) (Tabela 1).

TABELA 1. Tipos de flores, origem e grupo das cultivares-copa de *D. kaki* e da espécie *D. virginiana* (Martins & Pereira, 1981; Morton, 1987; Simão, 1971).

Cultivar	Tipo de flor	Origem	Grupo
Taubaté	Feminina		Taninoso
Fuyu	Feminina - pistilada constante	Japão	Não taninoso
Rama Forte	Feminina		Variável
Pomelo	Feminina e masculina	IAC	Taninoso
Regina	Feminina	IAC	Taninoso
Kaoru	Feminina	IAC	Variável
Costata	Feminina - pistilada constante		Taninoso
Okira	Feminina		
Mikado	Feminina		Taninoso
Virginiana	Feminina e masculina	EUA	

As flores femininas são grandes, cerca de 2,5 cm de diâmetro, e surgem isoladas nas axilas foliares. As flores apresentam cálice, corola e ovário bem desenvolvidos e estames atrofiados. Há de oito a 16 estaminóides inseridos na base do tubo da corola. Quando há oito estaminóides estes são livres e quando existem 16 estaminóides estes são unidos aos pares (Ragazzini, 1995). As flores femininas apresentam pedúnculo grande, com cálice de cor verde oliva, em forma de copo e com quatro lóbulos arredondados. Em seu centro encontra-se a corola tubulosa de cor branco creme, com lóbulos enrolados sobre si mesmos para proteger o ovário, cuja queda é visível durante a antese. O ovário é globoso e unido a quatro estilos, bilobados, que se conectam com quatro cavidades biloculares e que terminam em estigmas estriados (Agustí, 2010).

As flores masculinas são pequenas; a maioria apresenta comprimento entre 0,8 a 1,8 cm. As flores masculinas estão dispostas em cachos de três flores curto-pecioladas ou subsésseis no mesmo pedúnculo. Apresentam estames normais, em número par de 14

a 24 na base da corola. O ovário é atrofiado e tem cerca de 1 a 1,5 cm de diâmetro. As anteras produzem grãos de pólen em abundância e que permanecem viáveis por 72 horas (Ragazzini, 1995).

As flores hermafroditas são pouco comuns e encontram-se associadas às flores masculinas. Frequentemente a flor central do conjunto é hermafrodita, quando a outra for masculina. As frutas que derivaram de flores hermafroditas são muito pequenas e não têm nenhum valor comercial (Ragazzini, 1995). Na cultivar ‘Hannagosho’, por exemplo, encontram-se algumas flores masculinas no meio de muitas femininas (Gomes, 2007).

A fecundação nos caquizeiros é heterogama, mas essencialmente entomófila. Embora se recomende a implantação de plantas polinizadoras com produção de pólen fértil, na prática são cultivadas cultivares partenocárpicas (Agustí, 2010).

Segundo Simão (1971) o fato do caquizeiro ser considerado uma planta dióica e, em alguns casos, monóica leva a uma subdivisão da planta de acordo com o aparecimento dos diferentes tipos de flores: pistiladas constantes, estaminadas constantes e estaminadas esporádicas.

As pistiladas constantes produzem somente flores femininas ano após ano. ‘Tanninash’, ‘Hyakume’, ‘Hachya’, ‘Costata’ e ‘Fuyu’ são alguns exemplos de plantas estaminadas constantes. Algumas cultivares que produzem sempre flores pistiladas e algumas flores estaminadas são consideradas estaminadas constantes, por exemplo, a cultivar Pomelo. Já as cultivares que produzem flores pistiladas em um ano e flores pistiladas e estaminadas em outro ano são denominadas estaminadas esporádicas, por exemplo, ‘Hanagosho’.

Quando o caquizeiro é originário de semente sua produção de flores é muito variável. Durante o desenvolvimento da planta os tipos de flores mudam. Nos primeiros anos de floração produz flores masculinas, posteriormente poucas femininas, predominando ainda as masculinas e quando atinge a idade adulta produz somente flores pistiladas e poucas flores estaminadas (Simão, 1971).

2.6 Frutos

Segundo Mowat & George (1994) o fruto do caquizeiro é uma baga que traz consigo, na base, o cálice persistente e bastante desenvolvido. Os frutos apresentam formas variadas. Podem ser ovóides, globosos, quadráticos, achatados e outras formas que variam segundo a cultivar (Murayama, 1973). A cor da casca e da polpa é

influenciada pela cultivar e pela presença ou não de sementes. Quando o fruto está maduro a cor da casca varia de amarelo a vermelha e a polpa é geralmente amarelada (Miller, 1984). O fruto é rico em amido e açúcares e não apresenta acidez. O fruto verde é rico em taninos, que proporcionam a adstringência na fruta e à medida que o fruto amadurece parte dos taninos se transformam em açúcares e parte é consumida na respiração (Simão, 1971).

Segundo Vieites (2012), os frutos apresentam boa aceitação no mercado, excelente sabor, aparência e qualidade nutricional, sendo boa fonte de fibras, vitaminas A, B e C, sais minerais e teor de açúcar superior ao da maioria das frutas de consumo popular (14 a 18%). O fruto é rico em frutose, glicose e sacarose (Simão, 1971).

Miller (1984) em seu trabalho relatou que frutos partenocárpicos e sem sementes após sua fixação apresentaram uma queda de 80 a 100% nos frutos partenocárpicos. No entanto, as cultivares que formaram frutos com sementes foram muito menos propensos à queda. Segundo Agustí (2010) o caqui sofre uma abscisão fisiológica que afeta em torno de 30 a 40% dos frutos.

O crescimento do fruto segue um padrão de crescimento exibindo uma curva sigmoideal ou duplo sigmoide, que consiste em duas fases ativas de crescimento, fase I e fase III separados por uma fase menos ativa (fase II). O desenvolvimento dos frutos varia de 120 a 190 dias, dependendo da cultivar e do ambiente. A duração das fases I, II e III é de 60 a 100 dias, de 20 a 40 dias e 40 a 50 dias, respectivamente. A fase de crescimento I está associada com a divisão e diferenciação celular e a fase de crescimento III com a expansão e maturação das células. O significado do crescimento da fase II não é claro, parece estar relacionado a fatores genéticos, fisiológicos e ambientais que finalizam a fase I e iniciam a fase III (Mowat & George, 1994).

Segundo Kader (1992) o caqui é classificado como fruto climatérico. As mudanças ocorrem rapidamente, em frutos climatéricos, e com alta demanda de energia resultando numa súbita ascensão na taxa respiratória. O pico climatérico é o ponto máximo dessa liberação de CO₂ no qual as principais mudanças do amadurecimento ocorrem e os frutos atingem a maturidade comercial.

O caquizeiro adapta-se bem a uma grande amplitude de condições climáticas, sendo cultivado desde regiões mais frias até regiões mais quentes. Quando uma cultivar de caquizeiro é cultivada num clima frio ou mais quente, pode-se esperar que ocorra uma diferença substancial na duração dos períodos de crescimento e maturação dos frutos entre os dois climas. Zheng *et al.* (1990) compararam dois locais onde um

apresentou temperatura com 3°C a mais e a plena floração ocorreu por volta de duas a três semanas antes. Apesar da antecipação da plena floração em um dos locais a época de colheita foi a mesma para os dois locais. Assim entende-se que temperaturas mais elevadas retardam a maturação de caquis, enquanto que temperaturas mais frias aceleram o amadurecimento. Neste contexto a temperatura mais elevada parece atrasar a redução da atividade endógena de giberelina, enquanto que as temperaturas mais baixas aumentam o teor de ABA na fruta (Sugiura, 2005).

A produtividade em pomares adultos é moderada em relação às culturas de outras frutíferas, variando entre 8,6 e 25 toneladas por hectare. O caquizeiro é propenso à alternância de produção (Mowat & George, 1994).

Além do consumo como fruta fresca para que se destina a quase totalidade da produção brasileira, o caqui se presta muito bem para a industrialização. Na região de Mogi das Cruzes, São Paulo, já se produz passa de caqui. Produto altamente nutritivo e de sabor agradável cujo consumo, no entanto, ainda não se generalizou estando praticamente restrito aos membros da colônia japonesa. Com o caqui se pode elaborar também vinagre de fina qualidade, superior ao que se obtém a partir de outras frutas (Martins & Pereira, 1989).

2.7 Citogenética do caquizeiro

Existem informações de número cromossômico para cerca de 10% das espécies de *Diospyros* conhecidas, sendo que a maioria é diplóide ($2n=2x=30$), algumas tetra ($2n=4x=60$) e hexaplóides ($2n=6x=90$). Especificamente o *D. kaki* apresenta variação de $2n=90$ a até 135 cromossomos, conforme especificado na Tabela 2.

TABELA 2. Números cromossômicos em espécies de *Diospyros* (Fedorov, 1969; White e Vosa, 1980; IPCN, 2012).

Espécie	Nº Cromossômico	Espécie	Nº Cromossômico
<i>D. austroafricana</i> De Winter	2n=30	<i>D. montana</i> Roxb.	n=15, 2n=30
<i>D. cathayensis</i> Steward	2n=60, 90	<i>D. natalensis</i> (Harv.) Brenan	2n=30
<i>D. confertiflora</i> Gürke ex J.D. Kenn.	2n=30	<i>D. oleifera</i> Cheng	2n=30
<i>D. cordifolia</i> Roxb.	n=15	<i>D. oocarpa</i> Thw.	2n=30
<i>D. decandra</i> Lour.	2n=30	<i>D. quiloensis</i> (Hiern) F. White	2n=30
<i>D. dichrophylla</i> (Gand.) De Winter	2n=30	<i>D. ramulosa</i> De Winter	2n=60
<i>D. discolor</i> Willd.	2n=30	<i>D. rhodocalyx</i> Kurz	2n=30
<i>D. ebenum</i> J. König	2n=15+0-2B, 2N=90	<i>D. rhombifolia</i> Hemsl.	2n=30, 60
<i>D. ehretioides</i> Wall. ex A. DC.	2n=30	<i>D. sanza-minika</i> A. Chev.	2n=30
<i>D. fischeri</i> Gürke	2n=30	<i>D. scabrida</i> De Winter	2n=30
<i>D. galpinii</i> De Winter	2n=30	<i>D. simii</i> De Winter	2n=30
<i>D. glabra</i> De Winter	2n=30	<i>D. soubreana</i> (A. Chev.) White	2n=30
<i>D. glandulifera</i> De Winter	2n=30	<i>D. squarrosa</i> Klotzsch	2n=30
<i>D. glandulosa</i> Lace	2n=30	<i>D. sumatrana</i> Miq.	2n=30
<i>D. glaucifolia</i> F.P. Metcalf	2n=30	<i>D. texana</i> Schleele	2n=30
<i>D. inhacaensis</i> F. White	2n=30	<i>D. tricolor</i> Hiern	2n=30
<i>D. ivorensis</i> Aubr. et Pellegr	2n=30	<i>D. tsangii</i> Merr.	2n=30
<i>D. kaki</i> Thunb.	2n=90, 107-114, 135	<i>D. villosa</i> (L.) De Winter	2n=30
<i>D. kaki</i> L. f.	2n=90, 135	<i>D. virginiana</i> L.	2n=90
<i>D. lotus</i> L.	2n=30, 30+1s	<i>D. whyteana</i> (Hiern) F. White	2n=30
<i>D. lycioides</i> Desf.	2n=30, 60	<i>D. zombensis</i> (B.L. Burtt) F. White	2n=30
<i>D. malabarica</i> Kost.	n=15	<i>D. montana</i> Roxb.	n=15, 2n=30
<i>D. macrophylla</i> A. Chev	2n=30	<i>D. natalensis</i> (Harv.) Brenan	2n=30
<i>D. melanoxydon</i> Roxb.	n=15	<i>D. oleifera</i> Cheng	2n=30
<i>D. mespiliformis</i> Hochst. ex A. DC.	2n=30	<i>D. oocarpa</i> Thw.	2n=30
<i>D. mollis</i> Griff.	2n=30	<i>D. quiloensis</i> (Hiern) F. White	2n=30
<i>D. monbuttensis</i> Gürke	2n=30	<i>D. ramulosa</i> De Winter	2n=60

De acordo com White & Vosa (1980), os cromossomos somáticos de espécies de *Euclea* e *Diospyros*, têm 3 a 6 µm de comprimento.

D. kaki é um hexaplóide (2n = 90) e a grande diversidade no formato do fruto e forma sugerem provável origem alopoliplóide. Evidências morfológicas, citológicas e geográficas sugerem que *D. oleifera* (sin. *D. roxbergia* Carriere) é um dos pais de *D. kaki*. A origem da outra espécie parental não é conhecida, mas poderia ser o *D.*

hexameria Wu., uma espécie estreitamente relacionada com *D. oleifera* do sul da China que possui frutos com nervuras (Mowat & George, 1994).

Zhuang *et al.* (1990) analisaram os números cromossômicos em 18 cultivares de 94 progênies de polinização aberta de 14 cultivares de caquizeiros. Observaram $2n=135$, equivalente a $9x$ em 'Hiratanenashi' e 'ToneWase' (derivado do anterior por mutação de gema). Todos os demais materiais não apresentaram mudança no número cromossômico.

Zhuang *et al.* (1992) estudaram o desenvolvimento das sementes e o número cromossômico em cultivares com e sem sementes. Encontraram $2n=90$ em 'MukakuJiro' e 'Mukako' (com sementes), $2n=107$ a 114 em 'Miyazakitanenashi' e 'Watarizawa' (sem sementes); nestes últimos a ausência, por aborto, de sementes é atribuída a problemas meióticos. A cultivar 'Kiyosutanenashi', sem sementes com $2n=90$, deve ter outro mecanismo de esterilidade.

Sugiura *et al.* (2000) obtiveram embriões nonaplóides ($2n=9x=135$) por polinização com gametas não reduzidos $6x$ ($2n=90$). Três das seis cultivares empregadas apresentaram de 4,8 a 15,5% de grãos de pólen não reduzidos.

Xiaofeng & Zhengrong (2003) analisaram a origem citológica de pólen $2n$ no caquizeiro 'Zenjimaruru', sendo que 94,8% dos grãos não reduzidos eram formados por problemas de fuso, equivalente à formação de pólen $2n$ por restituição na primeira divisão (FDR). Yamada e Tao (2006) verificaram também formação de oosferas não reduzidas na cultivar 'Fujiwaragosho', com alta frequência de embriões poliplóides.

Grygorieva *et al.* (2010) estudaram, por microscopia eletrônica de varredura e transmissão, os grãos de pólen de espécies de *Dyospiros* e híbridos. Os grãos de pólen são grandes, em *D. kaki* medindo $48,73 \mu\text{m}$ (micrometros) eixo polar e $27,78 \mu\text{m}$ eixo equatorial, em *D. virginiana* $51,39 \mu\text{m}$ e $23,56 \mu\text{m}$, respectivamente e nos híbridos entre as duas espécies $71,19 \mu\text{m}$ e $33,14 \mu\text{m}$. Quanto à forma, os grãos são de prolados a prolado-esferoidais.

Choi *et al.* (2002), utilizaram McGISH (Multicolor Genomic *in situ* Hibridization) em híbridos somáticos de *D. kaki* e *D. glandulosa* e conseguiram diferenciar os cromossomos das duas espécies, apesar de alguns hibridizarem com as sondas das duas espécies.

Choi *et al.* (2003a) analisaram por FISH (Fluorescent *in situ* Hibridization) os sítios 45 S em *D. kaki* hexaplóide e nove espécies selvagens diplóides e poliplóides. Nas

espécies diplóides o número de sítios variou de dois a oito. As espécies poliplóides 4x *D. rhombifolia* e 6x *D. kaki* e *D. virginiana* apresentaram oito sítios.

Choi *et al.* (2003b) utilizaram GISH (Genomic *in situ* Hybridization) para verificar as relações genômicas entre *D. kaki* e outras oito espécies (*D. glandulosa*, *D. oleifera*, *D. lotus*, *D. ehretioides*, *D. rhodocalys*, *D. mespilifomis*, *D. rhombifolia*, *D. virginiana*). *D. kaki* hibridizou mais fortemente com *D. glandulosa*, mostrando que os genomas das duas espécies compartilham muitas sequências de DNA em comum e que *D. kaki* é mais próxima a *D. glandulosa* do que às outras espécies. De acordo com os dados de Choi *et al.* (2003a), *D. kaki* pode ser tanto um alohexaplóide ou um autoalohexaplóide, com base nos seus cromossomos homólogos que portam sítios de rDNA 45 S. Os resultados de Choi *et al.* (2003b), indicam que várias espécies com composição genômica similar estiveram envolvidas na especiação de *D. kaki*, mas *D. glandulosa* é a mais provável candidata a uma das espécies progenitoras de *D. kaki*. Segundo os autores, isto apoia a sugestão de Ng (1978) que sugeriu que *D. glandulosa* estaria envolvida na especiação de *D. kaki* por serem as duas espécies endêmicas na Ásia e com características morfológicas similares.

2.8 Melhoramento

Grande parte das pesquisas e dos trabalhos de melhoramento do caquizeiro é realizada no Japão. Sugiura (2005) apresenta vários temas sobre as principais pesquisas de caquizeiro nos últimos 30 anos na Universidade de Kyoto, Japão. Dentre estas pesquisas estão a diferenciação e identificação de cultivares de caquizeiro. Dentro da biotecnologia as técnicas de calogênese e cultura de anteras; fisiologia do desenvolvimento dos frutos e influência da temperatura na maturação; na área de melhoramento o uso das ferramentas da transformação genética, manipulação do nível de ploidia e marcadores moleculares.

No caso dos programas de melhoramento de caquizeiro, o método da hibridação somática por fusão de protoplastos causaria um grande impacto ao permitir uma maior variedade de cruzamentos entre as cultivares que possuem apenas flores femininas. O uso de marcadores moleculares ligados a características importantes de frutíferas como uvas sem sementes, resistência à sarna da maçã, podem ser utilizados para selecionar plantas de polinização não constante (PCNA), assim que forem encontrados marcadores moleculares específicos para a característica de plantas não-PCNA.

Em sua revisão, Yakushiji & Nakatsuka (2007) relatam os resultados das pesquisas mais recentes no Japão, desde a década de 90, sobre a cultura do caqui nas áreas da genética, fisiologia, práticas culturais e biologia molecular. Com relação aos programas de melhoramento, as pesquisas estão voltadas mais para os mecanismos da perda natural de adstringência dos frutos, que ocorre em algumas cultivares e a criação de novas cultivares de alta qualidade para atrair os consumidores do mercado japonês. Por isso, os programas buscam obter novas cultivares do tipo PCNA como seu principal objetivo, já que essas cultivares produzem frutos que podem ser consumidos frescos por que não há necessidade de realizar tratamentos de pós-colheita para retirada da adstringência.

A herança genética para perda natural da adstringência é qualitativa, as plantas PCNA possuem genes recessivos para plantas PCNA. Mas, no Japão, existe apenas 18 cultivares nativas de PCNA e produzem na maioria, flores femininas e, nem sempre, flores masculinas. Este fato limita o número de pais nos cruzamentos levando a depressão endogâmica. Na tentativa de resolver esse problema, os pesquisadores japoneses têm buscado cultivares de origem Chinesa como uma nova estratégia para o melhoramento de caqui, superando a depressão endogâmica e como um potencial para a criação de novas cultivares do tipo PCNA.

No Brasil, em São Paulo, após muitos anos de observação regional quanto ao comportamento das cultivares existentes nas coleções, tiveram início, em 1950, os cruzamentos controlados, visando à obtenção de novos tipos de caquis. Cultivares foram selecionadas quanto à: produtividade, qualidade dos frutos e adaptação às condições climáticas do Estado de São Paulo. Os melhores acessos produziam flores hermafroditas, com pólen fértil, de modo que puderam ser utilizados reciprocamente nos cruzamentos, tanto como progenitores masculinos como femininos.

As primeiras seleções de caqui do IAC, lançadas como resultados deste programa foram: 'Pomelo', 'Rubi', 'Kaoru', 'Regina', 'Coral' e 'IAC 5' (Rigitano, 1956; Ojima *et al.*, 1985). As seleções de polpa doce 'Fuyutian' e 'Fuyuhana' foram lançadas posteriormente, sendo a última experimentada em clima tropical do Vale do São Francisco (PE), assim como 'Taubaté', 'Rama Forte' e 'Giombo' (Marodin, 2008).

Por meio do Projeto LUPA-SP, verificou-se que o caqui constituía a quarta frutífera temperada mais plantada, com 740 mil plantas em 4.372 ha de 1.559 propriedades rurais. Comparando os dados estatísticos das décadas de 70, 80 e 90, verificou-se que o caqui foi uma das culturas que se manteve mais estável quanto

ao número total de plantas cultivadas no Estado de São Paulo. As cultivares mais citadas na década de 1990 eram: 'Rama Forte', 'Giombo', 'Taubaté', 'Fuyu' e 'Fuyuhana'. Em menor escala, verificou-se o cultivo de 'Jirô', 'Kyoto' e 'Tokyogoshô'. A colheita dessas cultivares ocorria desde janeiro até maio, dependendo da região de cultivo (Barbosa *et al.*, 2003).

A seguir uma breve descrição de algumas cultivares da espécie *D. kaki* produzidas, consumidas e obtidas por programas de melhoramento no Brasil, com base na literatura disponível e também uma descrição do caqui americano *D. virginiana*:

Costata (Figura 1) produz frutos cônicos, casca de cor amarela, polpa amarelo-clara, sem sementes ou polpa escura quando apresenta algumas sementes. O fruto é adstringente até sua completa maturação, quando torna-se doce (tipo Sibugaki). É uma cultivar de maturação tardia (outubro-novembro, na Flórida) e tem boa conservação pós-colheita (Morton, 1987).



FIGURA 1. Planta (A) e fruto (B) da cultivar Costata. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Fuyu (Figura 2) é a cultivar mais apreciada e popular tanto no Brasil como em outros países. Originária do Japão é do tipo Amagaki, seus frutos são grandes, globoso-achatados. Apresenta polpa firme e cor amarela avermelhada, de excelente qualidade e boa conservação (Martins & Pereira, 1989). Seus frutos podem pesar 230 gramas ou mais (Simão, 1971). Exigentes de clima ameno e tratos culturais, para que frutifiquem com regularidade. Tratos culturais como desbaste e ensacamento dos frutos são utilizados para obtenção de frutos de qualidade superior. Produz somente flores femininas e, embora frutifique partenocarpicamente, requer polinização cruzada para assegurar bom pegamento dos frutos. O período de colheita ocorre entre os meses de

março e maio em São Paulo (Martins & Pereira, 1989). Apresenta problemas de separação do cálice durante o desenvolvimento do fruto (Simão, 1971). Suas plantas são de porte médio, proporcionando produtividade menor. A média de produção é 50 quilos de frutos por planta, por safra, quando adulto, sem polinização e 75 quilos com polinização. É o caqui para exportação (Teixeira, 2006).



FIGURA 2. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Fuyu. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Kaoru (IAC 13-6) (Figura 3) cultivar desenvolvida pelo Programa de Melhoramento Varietal de Caquizeiro do Instituto Agronômico de Campinas através do cruzamento das cultivares ‘Luiz de Queiroz’ x ‘Hanagoshō’ (Ojima *et al.*, 1985).

Os frutos dessa cultivar podem pesar 180g (Pio, 2003). Cultivar do tipo variável, com frutos grandes, globosos, de boa qualidade e firmes quando destanzados. A polpa é laranja avermelhada, pouco fibrosa e apresenta de três a quatro sementes. O sabor é agradável e o teor de sólidos solúveis médio é de 14,6° Brix. Suas plantas são vigorosas e bastante produtivas. Em São Paulo, a maturação dos frutos ocorre nos meses de fevereiro e março (Martins & Pereira, 1989).



FIGURA 3. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Kaoru. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Mikado (Figura 4) é uma cultivar originária do Japão, cujo nome é uma alusão ao título dado ao imperador japonês. Pertence ao grupo Sibugaki. É bastante exigente em frio. Na Região Serrana Fluminense, na década de 80, era a principal cultivar cultivada. De colheita tardia e excelente aceitação no mercado, produzia muito bem. Com as mudanças no clima, principalmente elevação da temperatura e desequilíbrio pluviométrico, houve aumento da incidência de doenças fúngicas, caracterizadas por seca de ramos e queda excessiva de frutos, ocasionando diminuição da produtividade. Observou-se que uma poda drástica para a retirada dos ramos atacados e revigoramento das plantas, seguida de tratamento de inverno com calda sulfocálcica e, no período vegetativo, pulverizações com calda viçosa proporcionaram, ano após ano, redução progressiva da quantidade de ramos doentes (Teixeira, 2006).



FIGURA 4. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Mikado. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Pomelo (IAC 6-22)(Figura 5), cultivar obtida, na década de 80, pelo cruzamento controlado de ‘Chocolate’ x ‘Hanagoshô’ realizado no Instituto Agrônomo de Campinas no Programa de Melhoramento Varietal de Caquiizeiro. Na época, a divulgação da nova cultivar para os produtores de caqui foi em vista de uma alternativa vantajosa a cultivar Taubaté, especialmente para a produção de caquis nas regiões de clima mais quente do Estado de São Paulo. Além da maturação precoce do fruto facilidade de destanização e excelente sabor. Possui uma produção regular de flores masculinas em profusão, o que garante a autopolinização e, conseqüentemente, um bom pegamento de frutos, devido ao desenvolvimento normal de sementes no fruto (Ojima *et al.*, 1985).

Cultivar do tipo Sibugaki, com frutos grandes e globosos; polpa de coloração alaranjada, ligeiramente avermelhada, com bom sabor e semente sem grande quantidade. As plantas são vigorosas e bastante produtivas; a carga de frutos é, às vezes, bastante elevada, sugerindo a necessidade de desbaste, a fim de se evitar a alternância de safras. Nas condições climáticas da região do estado de São Paulo, é a cultivar de maturação mais precoce, sendo que a colheita ocorre no mês de fevereiro; é indicada como alternativa para a ‘Taubaté’, especialmente para as regiões mais quentes, onde a característica de maturação precoce pode ser melhor aproveitada. Apesar da produção de grande quantidade de flores masculinas, em São Paulo, a ‘Pomelo’ não se presta como cultivar polinizante, em razão da época de sua florada, bem mais precoce que a das demais cultivares comerciais. (Martins & Pereira, 1989).



FIGURA 5. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Pomelo. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Rama Forte (Figura 6) se for polinizado o fruto é caracterizado como chocolate preto, mas é preciso uma cultivar polinizadora no pomar (Simão, 1971). Assim produz a maioria dos frutos sem sementes caracterizando os frutos como taninosos. Eles são de tamanho médio, achatados, bem consistentes mesmo após o processo de destanização e de sabor bastante agradável; nos frutos sem sementes a polpa é amarelo-escuro, tendendo para parda, tipo “chocolate”, quando com sementes em grande número. As plantas são vigorosas e bastante produtivas, havendo necessidade de escoramento dos ramos, embora estes apresentem maior resistência ao rompimento. A colheita de seus frutos se estende de fins de março a fins de maio (Martins & Pereira, 1989). Conserva-se bem, oito a 10 dias em temperatura ambiente após a maturação; rendimento de 30% mais do que ‘Taubaté’ (Morton, 1987). É uma cultivar pouco exigente em frio. Suas plantas são vigorosas, muito produtivas (média de 150 quilos de frutos por planta, por safra, quando adulto), menos suscetível às doenças fúngicas e apresentam boa resistência ao transporte (Teixeira, 2006).



FIGURA 6. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Rama Forte. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Regina (IAC 2-4) (Figura 7), cultivar desenvolvida pelo Programa de Melhoramento Varietal de Caquizeiro do Instituto Agrônomo de Campinas com o cruzamento das cultivares ‘Giombo’ x ‘Hanagoshu’. A cultivar é do tipo adstringente (Sibugaki). O fruto se destaca principalmente pelo seu tamanho e aspecto. A maturação ocorre nos meses de fevereiro e março.



FIGURA 7. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Regina. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Taubaté (Figura 8) apresenta o fruto mais popular do grupo sibugaki, é redondo, levemente achatado, grande, de polpa amarela e muito adstringente (Figura 8B). O fruto é altamente perecível, com duração de apenas três a quatro dias após o amadurecimento. (Morton, 1987). Forma árvores vigorosas e muito produtivas. É a cultivar mais cultivada em São Paulo (Park *et al.*, 2004). Seus frutos apresentam tendência de rachamento da película (estrias) e, o defeito de amolecerem rapidamente após o processo de destanização, razão pela qual alguns fruticultores julgam esta uma cultivar superada. Estudo recente aponta a cultivar Taubaté como apropriada para a produção de caqui-passa, por processo industrial, uma vez que seus frutos podem ser descascados quimicamente; o produto obtido apresenta boas qualidades organolépticas. Por serem plantas vigorosas e bastante produtivas, há a necessidade de se escorar os ramos, para evitar que se rompam, pois sua madeira é mole. A colheita se verifica no período que vai de meados de março a fins de abril (Martins & Pereira, 1989).



FIGURA 8. Planta (A) e frutos (B) da cultivar Taubaté. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Caquizeiro Americano (*Diospyros virginiana* L.) (Figura 9) começou a atrair o interesse na segunda metade do século 19, a cultivar ‘Early Golden’ foi selecionada na natureza por volta de 1880 e quase duas dezenas de outras cultivares de frutificação superiores logo em seguida. Em comparação com os mais conhecidos caquis Asiáticos (*D. kaki* L. f.), os melhores caquis Americanos são os menores, com uma textura mais seca e sabor mais rico como um damasco seco embebido em mel com uma pitada de pimenta. Próximo dos seus limites ao norte, o caqui Americano caracteriza-se por ser uma árvore de médio porte; mais ao sul, a árvore pode crescer mais e tornar-se muito grande. Na natureza, as árvores são monóicas, mas muitas das cultivares comerciais, incluindo ‘Early Golden’ e sua progênie é de autofecundação. A limitação para comercialização no mercado mais séria para o caqui Americano é a sua textura suave causando problemas na manipulação dos frutos. Uma textura mais firme do fruto ou a capacidade de amadurecer depois de ser colhido firme, como é o caso de alguns caquis asiáticos, iria resolver este inconveniente (Reich, 2007). O caquizeiro americano possui um sistema radicular fasciculado, acomodando-se melhor em solos rasos e úmidos, não sendo ideal utilizá-los em solossecos. Apresentam o inconveniente de perfilharem muito. As mudas enxertadas sobre este porta-enxerto são geralmente desuniformes em tamanho e vigor (Pio, 2003). No Brasil seus frutos não são consumidos, e a espécie *D. virginiana* é utilizada apenas como porta-enxerto na produção de mudas.



FIGURA 9. Planta (A) e fruto (B) da espécie *D. virginiana*. EEA-UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho a campo foi desenvolvido no pomar da coleção de caquizeiros na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA-UFRGS), no Município de Eldorado do Sul, RS. As análises citológicas foram realizadas no Laboratório de Citogenética do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS (DPFA-UFRGS) e as análises dos frutos foram realizadas no Laboratório de Pós-colheita do Departamento de Horticultura e Silvicultura da UFRGS (DHS-UFRGS), Porto Alegre, RS.

A EEA está localizada na região da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, à latitude de 30°29'S e longitude de 51°06'W, no Município de Eldorado do Sul. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, predominante na região Sul do Brasil. No ano de 2012, a temperatura média anual foi de 19,1°C e a precipitação média anual de 121,6mm (Figura 10). Na Figura 11 estão os dados referentes à precipitação e temperatura até o mês de outubro de 2013.

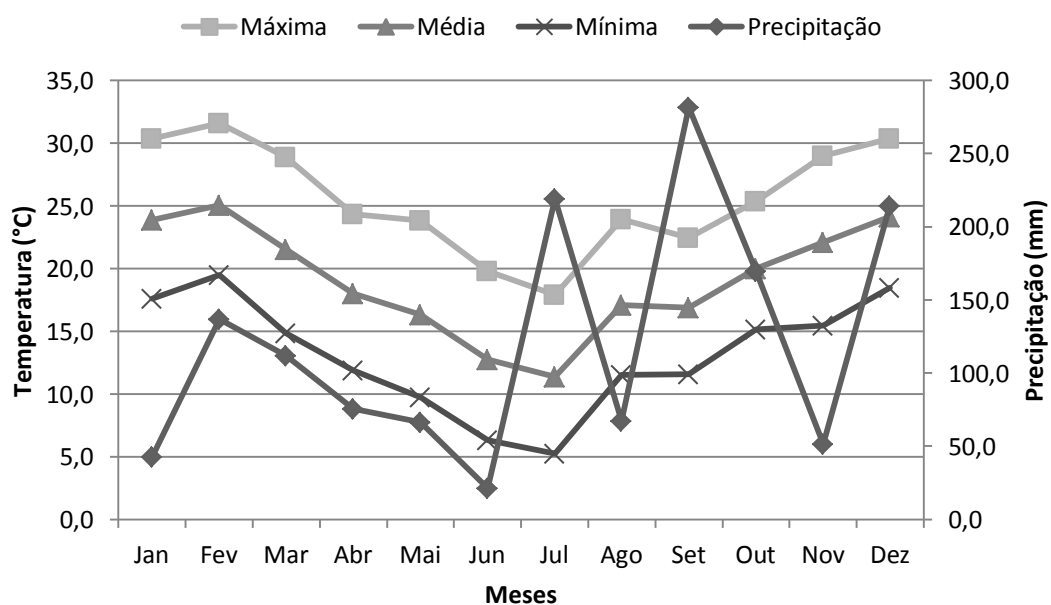


FIGURA 10. Gráfico da precipitação anual e temperatura anual, dados estação meteorológica EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2012.

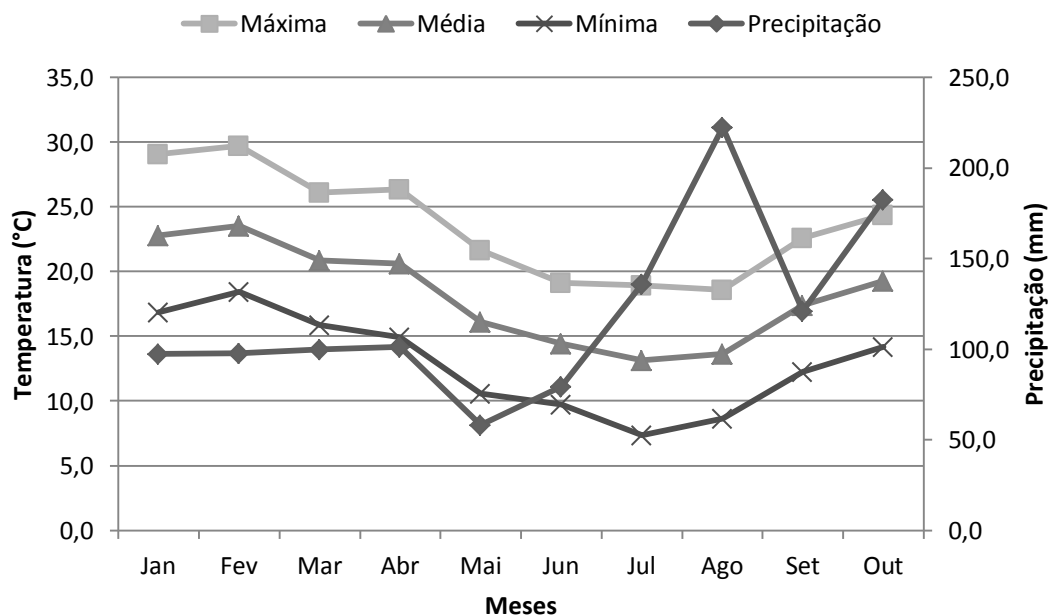


FIGURA 11. Gráfico da precipitação e temperatura (Janeiro a Outubro), dados estação meteorológica EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2013.

As plantas avaliadas neste trabalho pertencem à coleção de caquizeiros (*D. kaki*) localizada na EEA-UFRGS. A coleção é composta pelas cultivares Costata, Fuyu, Giombo, Fuyuana, Kaoru, Kyoto, Mikado, Okira, Pomelo, Rama Forte, Regina, Taubaté e também por alguns exemplares do porta-enxerto *D. virginiana* totalizando 162 plantas. Dentre as cultivares citadas, Giombo, Fuyuana e Kyoto não foram avaliadas pelo fato de serem plantas ainda muito jovens no pomar e apresentarem poucos exemplares. O pomar de caquizeiro foi implantado na década de 80 com mudas enxertadas em *D. virginiana* com espaçamento 5x4 (Figura 12).



FIGURA 12. Imagem aérea do pomar da coleção de caquizeiros, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Em 2012 e 2013 os tratos culturais realizados no pomar foram a poda de frutificação (03/08/2012 e 04/08/2013), roçada nas entrelinhas (no período de primavera ao outono) para o controle de plantas daninhas, adubação nitrogenada e aplicação de formicida para controlar o ataque de formigas cortadeiras. Nenhum tratamento para quebra de dormência foi realizado.

As avaliações foram feitas durante os ciclos produtivos 2012/2013 e 2013/2014, no entanto os resultados apresentados serão até o final do período de florescimento do ciclo 2013/2014.

3.1 Fenologia e Biologia Floral

Durante o período de 13 de agosto de 2012 até 04 de abril de 2013, foram avaliadas nove cultivares de *D. kaki* ('Costata', 'Fuyu', 'Kaoru', 'Mikado', 'Okira', 'Pomelo', 'Rama Forte', 'Regina' e 'Taubaté') e o porta enxerto *D. virginiana*. As avaliações foram repetidas no ciclo 2013/2014 até o final da fase de florescimento.

Para determinar os estádios fenológicos foram escolhidas ao acaso três plantas por cultivar. Cada planta teve sua copa dividida em quatro quadrantes e em cada quadrante foi marcado com fita um ramo com quatro ramificações totalizando 16 ramos por planta. Estes ramos tiveram seu desenvolvimento acompanhado durante todo o ciclo produtivo da planta. Durante as avaliações semanais mediu-se com fita métrica o comprimento de cada ramo e anotou-se o número de gemas, brotações, flores e frutose

também o período de ocorrência de cada estágio fenológico. Da mesma forma foi determinado o início e fim da época de colheita, e dormência da planta.

As fases fenológicas das plantas foram caracterizadas nos seguintes estádios, determinando o início e o fim de cada fase: gemas dormentes, gemas inchadas, brotação, alongação dos ramos, florescimento, frutificação, abortamento de frutos, início do amadurecimento, colheita dos frutos, senescência e abscisão das folhas dos caquizeiros. Para determinar os estádios fenológicos adotou-se a duração em dias de cada ocorrência quando 50% das estruturas características de cada estágio estavam presentes na planta. Por exemplo, quando 50% das gemas apresentavam-se com ponta verde foi considerado o início do estágio de ponta verde.

Para determinar a senescência foi observado o período em que a planta apresentava 50% de suas folhas caídas. Quando a planta apresentou queda total de suas folhas foi determinado então o início do estágio de dormência.

Para avaliar a alongação dos ramos, foram marcadas e acompanhadas as duas primeiras brotações nos ramos previamente marcados em cada quadrante e foram medidas com fita métrica.

Durante o período de floração, registrou-se o desenvolvimento floral, o qual foi registrado pelos dias de início e fim do florescimento das plantas estudadas, permitindo determinar o período do ano em que a espécie floresce, a extensão do seu florescimento e os picos de floradas. Além disso, foi realizada a contagem de flores para determinar a percentagem de queda e para cada cultivar foi monitorado qual o tipo de flor que apresentava (feminina, masculina, hermafrodita) e a percentagem de cada tipo de flor.

Foram marcados com fitas coloridas 100 botões florais por árvore os quais tiveram todo o seu desenvolvimento acompanhado e para determinar percentagem de queda dos frutos e estimar sua produção.

Além disso, foram observadas as emissões de gemas vegetativas e mistas no ramo, marcadas com fitas de cores diferentes para posterior contagem. Também foram feitas avaliações semanais nas flores para acompanhar e caracterizar as fases do seu desenvolvimento.

Para *D. virginiana* foi realizada apenas as observações de ocorrência dos estádios fenológicos. Não foram realizadas medições de ramos e quantificação de gemas, brotos, flores, etc.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para verificar a interação entre os fatores e a teste de comparação de médias (Tukey com 5% de probabilidade).

3.2 Avaliação dos frutos de caqui

Amostras semanais de 20 frutos por cultivar foram coletadas entre os meses de março e maio de 2013. Os frutos foram colhidos na coleção de caqui da EEA-UFRGS localizada em Eldorado do Sul – RS e transportados em caixas plásticas até o Laboratório de Pós-colheita da UFRGS em Porto Alegre. As amostras de 20 frutos colhidas foram divididas em quatro repetições de cinco frutos para análises estatísticas.

3.2.1 Caracterização morfológica

Para caracterizar os frutos morfológicamente, foram avaliados os seguintes parâmetros: diâmetro, altura, peso, formato, coloração da casca e número de sementes.

As medições de diâmetro e altura dos frutos foram feitas com um paquímetro digital da marca Digimed. A massa dos frutos foi determinada em balança de precisão. Após, os frutos foram abertos transversalmente para extração e contagem de sementes, quando presentes.

3.2.2 Análises de maturação e qualidade

Para as análises foram analisados os seguintes parâmetros: firmeza de polpa, pH da polpa, acidez total titulável e açúcares totais.

A firmeza da polpa, expressada em Newtons (N), foi determinada com penetrômetro (Fruit Firmness Tester) com ponteira de 8 mm foram realizadas duas leituras na região equatorial dos frutos em pontos onde foi retirada uma porção da casca.

Após o processamento da polpa dos frutos, o pH foi determinado pelo método potenciométrico com um pHmetro de bancada digital (DigitimedDM-20) calibrado com soluções de pH 4,0 e 7,0.

Para determinar a Acidez Titulável – AT expressa em % ácido málico, pesou-se seis gramas da polpa processada em um Becker. Logo após, foi acrescentada água destilada até o volume final de 100ml. Esta solução foi titulada com Hidróxido de Sódio (NaOH) 0,1M até atingir pH 8,1- 8,2. Os açúcares totais foram determinados pelo método Fenol-Sulfúrico e medido em espectrofotômetro (Modelo T60 PG Instruments).

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey para comparação das médias com 5% de probabilidade.

3.3 Análise citogenética

3.3.1 Determinação do número cromossômico somático

Os frutos colhidos foram cortados cuidadosamente ao meio para remover as sementes, que foram lavadas para retirar a mucilagem. Foi feita a desinfestação (um minuto em álcool 70% e cinco minutos em hipoclorito 1%), após foram lavadas com água destilada e secaram à sombra em temperatura ambiente. As sementes foram submetidas à superação de dormência em geladeira, à 4°C, sendo o substrato (areia) umedecido quando necessário, com água destilada durante 30 dias. Após esses 30 dias as sementes foram colocadas em papel germinador, previamente esterilizado em luz ultravioleta por 20 minutos, e acomodadas em câmara incubadora B.O.D (Demanda Biológica de Oxigênio) sob condições controladas de fotoperíodo de dez horas de luz e temperatura de 28°C.

As raízes de diversos tamanhos, mas de no máximo 1 cm de comprimento, foram coletadas e pré-tratadas com solução saturada de paradiclorobenzeno por 18-20 h a 4° C e fixadas em 3:1 (etanol:ácido acético) por 12-24 h. Depois desse tratamento foram estocadas em álcool 70% em congelador até o preparo das lâminas.

Para o preparo das lâminas iniciou-se a hidrólise das raízes em HCl 1N a 60° C por cinco minutos. Em seguida foi feita a coloração com a imersão das raízes no corante Feulgen entre duas a três horas e em seguida o esmagamento da ponta de raiz, com auxílio de um bastão de vidro, em carmim propiônico e avaliação em microscópio ótico.

3.3.2 Comportamento meiótico masculino e fertilidade do pólen

Durante o período de floração, foram realizadas coletas semanais de botões florais de diversos tamanhos e em diferentes estádios de desenvolvimento das cultivares. O material coletado foi fixado, ainda a campo, em solução de álcool e ácido acético na proporção de 3:1. O material foi mantido em temperatura ambiente por 24 horas e, posteriormente, transferido para álcool 70% e armazenado em congelador para o preparo das lâminas. Foram avaliadas, no mínimo, amostras florais de cinco árvores por cultivar.

Para a análise do comportamento meiótico foram utilizados botões florais jovens. As lâminas foram preparadas por esmagamento das anteras com carmin propiônico a 2%. Foram observadas todas as fases disponíveis da meiose.

Para a estimativa da fertilidade do pólen foram coletados botões florais ainda fechados, porém em um estágio de maturação um pouco mais avançado. Foram avaliadas amostras florais de cinco árvores por cultivar, dez flores por árvore e 1000 grãos por flor. Para o preparo das lâminas as anteras foram cortadas ao meio e, com auxílio de uma agulha, liberou-se os grãos de pólen com batidas leves. Consideraram-se viáveis aqueles grãos bem corados e túrgidos e inviáveis os não corados e/ou murchos. Também foram feitas medidas de tamanho dos grãos de pólen e foi observada a possível ocorrência de grãos de pólen com cerca de 30-40% a mais do tamanho normal, o que é um indicativo de gametas não reduzidos (Ramsey & Schemske, 1998). Os resultados foram registrados por fotomicrografias e sistema de captação de imagens. Os dados foram analisados por análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados, análises e descrições serão apresentados e discutidos com base em dois ciclos de desenvolvimento 2012/13 (Ciclo 1) e 2013/14 (Ciclo 2). Porém, o segundo ciclo neste trabalho é apresentado até o final da fase de florescimento.

4.1 Fenologia e Biologia Floral

Os dados do ciclo completo do desenvolvimento do caquizeiro, ano produtivo 2012/13, definido pela data da poda e a data da entrada em dormência das plantas avaliadas estão apresentados na Tabela 3.

Os estádios fenológicos estudados estão ilustrados na Figura 13. Estes estádios também estão baseados no trabalho de Garcia-Carbonel (2002) o qual descreveu os estádios fenológicos para as cultivares Rojo Brillante e Sharon utilizando o código BBCH.

Considerando a presença de 50% da estrutura característica de cada fase na planta, por exemplo, 50% de brotação, e os dados de ocorrência para cada período fenológico, elaborou-se um quadro guia (Figura 14) com as nove cultivares de caquizeiro e o exemplar de *D. virginiana* para o Ciclo 1.

TABELA 3. Períodos de ocorrência dos estádios fenológicos para *D. kaki* e *D. virginiana*: Gema de ponta verde (GPV), início da brotação (B), florescimento, fixação dos frutos (F), início da maturação (M), início da senescência (S), início da dormência (D) e ciclo total em dias (CT), em Eldorado do Sul-RS, 2012.

Cultivar	Poda	GPV	B	Florescimento			F	M	S	D	CT
				Início	Pleno	Fim					
Costata	03/ago	17/ago	23/ago	14/set	21/set	11/out	19/out	11/abr	24/abr	02/mai	258
Fuyu	03/ago	22/ago	30/ago	14/set	11/out	19/out	26/out	11/abr	02/mai	16/mai	267
kaoru	03/ago	22/ago	30/ago	07/set	21/set	05/out	19/out	11/abr	24/abr	09/mai	260
Mikado	03/ago	22/ago	30/ago	07/set	21/set	11/out	19/out	21/mar	24/abr	09/mai	260
Okira	03/ago	22/ago	30/ago	07/set	21/set	11/out	19/out	11/abr	02/mai	16/mai	267
Pomelo	03/ago	10/ago	13/ago	22/ago	21/set	05/out	11/out	11/abr	02/mai	16/mai	279
R. Forte	03/ago	10/ago	13/ago	22/ago	21/set	27/set	05/out	03/abr	24/abr	16/mai	279
Regina	03/ago	17/ago	22/ago	14/set	05/out	11/out	19/out	14/mar	02/mai	09/mai	265
Taubaté	03/ago	22/ago	30/ago	14/set	21/set	11/out	19/out	11/abr	02/mai	16/mai	267
Virginiana	*	07/set	14/set	05/out	19/out	05/nov	**	**	11/abr	23/mai	259

* Não foi podado. ** Não frutificou.



FIGURA 13. Escala fenológica para *D. kaki* segundo Garcia-Carbonel (2002): (A) gema dormente, (B) ponta verde, (C) desenrolar das primeiras folhas, (D) folhas expandidas e ramo em elongação, (E) botões florais (forma de balão), (F) mudança de cor da corola, (G) antese, (H) secamento e queda das pétalas, (I) início da frutificação, (J) fruto com 90% do tamanho final, (K) início mudança de cor da casca, (L) frutos maduros.

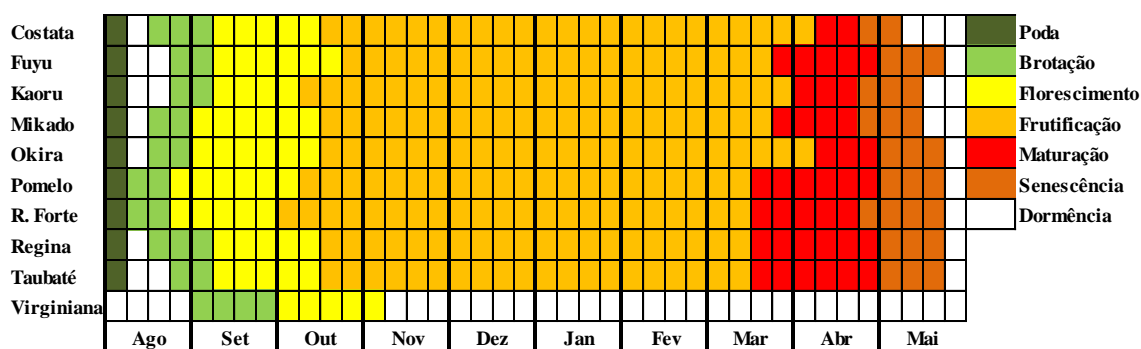


FIGURA 14. Quadro guia mostrando o período de ocorrência para cada estágio fenológico das nove cultivares de *D. kaki* e *D. virginiana*, Eldorado do Sul-RS, 2012/13.

As cultivares Pomelo e Rama Forte foram precoces em relação às outras, mas o final do ciclo é praticamente o mesmo para todas ocorrendo no final do mês de maio. O período de floração da cultivar Pomelo, que produz pólen, coincide com as demais cultivares, o que significa disponibilidade de pólen para fecundação das flores aptas a polinização. E esta disponibilidade de pólen, neste pomar, segue com a floração de *D. virginiana*, também produtora de pólen e que ocorre mais tarde. Ambas as plantas de ‘Pomelo’ e Virginiana estão dispostas no centro do pomar, favorecendo a polinização das cultivares mais próximas.

Em média, as cultivares de *D. kaki* levaram 267 dias para completar seu ciclo (considerando o ciclo total entre os períodos de gema de ponta verde até o de dormência). Comparando-se os ciclos entre as nove cultivares, Costata apresentou o menor ciclo, 258 dias (37 semanas), sendo a primeira cultivar a entrar em dormência.

Apesar de serem as primeiras cultivares a brotar, ‘Rama Forte’ e ‘Pomelo’ apresentaram o maior ciclo com 279 dias (40 semanas), pois entraram em dormência no mesmo período das demais cultivares (Tabela 3) (Figura 14).

Ao comparar o desenvolvimento ao longo do ciclo das cultivares de *D. kaki* com *D. virginiana* (Figura 14), nota-se a diferença do ciclo, pois *D. virginiana* produziu apenas flores masculinas, não produzindo frutos, e seu ciclo durou 258 dias (37 semanas) (Tabela 3).

Os resultados fenológicos para o Ciclo 2 (2013/14) estão representados na Tabela 4, pela data de poda e a data final do período de florescimento determinados quando mais de 50% das estruturas estavam presentes na planta.

TABELA 4. Períodos de ocorrência dos estádios fenológicos para *D. kaki* e *D. virginiana*: Gema de ponta verde (GPV), início da brotação (B), florescimento e fixação dos frutos (F), em Eldorado do Sul-RS, 2013.

Cultivar	Poda	GPV	B	Florescimento			F
				Início	Pleno	Fim	
Costata	01/ago	06/set	13/set	18/set	03/out	10/out	25/out
Fuyu	01/ago	30/ago	06/set	13/set	20/set	17/out	25/out
kaoru	01/ago	30/ago	06/set	13/set	27/set	03/out	17/out
Mikado	01/ago	30/ago	06/set	13/set	10/out	17/out	25/out
Okira	01/ago	06/set	13/set	20/set	03/out	10/out	17/out
Pomelo	01/ago	15/ago	22/ago	30/ago	27/set	03/out	10/out
R. Forte	01/ago	15/ago	22/ago	30/ago	27/set	03/out	10/out
Regina	01/ago	30/ago	06/set	13/set	20/set	27/set	17/out
Taubaté	01/ago	30/ago	06/set	13/set	03/out	10/out	17/out
<i>D. virginiana</i>	*	20/set	27/set	10/out	25/out	01/nov	**

* Não foi podado. ** Não frutificou.

No Ciclo 2 a poda também foi realizada na primeira semana de agosto como no Ciclo 1. Apesar disso as cultivares apresentaram diferenças. No Ciclo 1 o surgimento das gemas de ponta verde foi mais cedo do que no Ciclo 2. Por consequência a brotação foi mais tardia do Ciclo 2 (Tabela 4).

D. virginiana produziu apenas flores masculinas e assim, como no Ciclo 1, não produziu frutos no Ciclo 2. Apesar de não passar pelo processo de poda, *D. virginiana*, assim como as cultivares de *D. kaki*, também apresentou diferença no início dos estádios de gema de ponta verde e brotação entre os dois ciclos. No Ciclo 2 a brotação iniciou mais tarde com duas semanas de diferença para o Ciclo 1.

Nas Figuras 10 e 11 pode-se observar o comportamento da temperatura média entre os dois Ciclos. No Ciclo 1 a temperatura média tende a diminuir a partir do mês de fevereiro ficando abaixo dos 20°C entre os meses de abril a julho (Figura 10). No Ciclo 2 a temperatura média apresenta uma queda constante e abaixo dos 20°C de maio a julho (Figura 11). Resultando na diferença de um mês a mais de frio no Ciclo 1 em comparação no Ciclo 2, por isso tanto *D. virginiana* e as cultivares de *D. kaki* iniciaram mais tarde a brotação devido ao menor acúmulo de frio no período do Ciclo 2. No caso do caquizeiro horas de frio e soma térmica são exigências para a quebra de dormência e a brotação. Neste trabalho ambos não foram calculados.

4.1.2 Comprimento de ramos e número médio de nós (2012/13 e 2013/14)

Os ramos de ano, que cresceram no ciclo de produção 2011/2012, marcados e avaliados apresentaram em geral uma média de 18,60 cm e 6,46 nós por ramo no Ciclo 1 (Tabela 5). No Ciclo 2 as cultivares apresentaram em geral 14,69 cm de comprimento com número médio de 6,36 nós por ramo. O comprimento médio dos ramos e o número de nós por ramo no Ciclo 1 não apresentaram diferença significativa entre as cultivares e no Ciclo 2 apresentou diferença. As cultivares Costata, Kaoru, Pomelo, Rama Forte e Regina apresentaram maior comprimento, e a cultivar Okira o menor comprimento médio de ramo (9,90 cm). A cultivar Fuyu apresentou o maior número de nós por ramo em ambos os ciclos e, além da cultivar Fuyu, no Ciclo 2, as cultivares Mikado, Rama Forte e Taubaté também apresentaram o maior número de nós por ramo (Tabela 5).

TABELA 5. Comprimento médio do ramo (CMR) e número de nós por ramo (Nº Nós) nos Ciclos 1 e 2, Eldorado do Sul-RS.

Cultivar	2012/13		2013/14			
	CMR (cm) ^{NS}	Nº Nós ^{NS}	CMR (cm)		Nº Nós	
Costata	19,43	6,35	16,33	a	6,68	ab
Fuyu	18,53	7,94	14,26	ab	7,31	a
Kaoru	19,25	6,90	16,20	a	5,15	bc
Mikado	25,15	6,04	14,72	ab	7,33	a
Okira	15,63	4,38	9,90	b	4,70	c
Pomelo	19,70	5,69	15,66	a	5,10	bc
R. Forte	16,71	6,94	15,84	a	7,06	a
Regina	18,27	6,46	16,16	a	6,43	abc
Taubaté	14,76	7,48	13,15	ab	7,40	a
Média Geral	18,60	6,46	14,69		6,36	
CV%	21,23	18,6	13,00		9,95	

^{NS} Não significativo. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Bezerra (2007) e Razzouk (2007), na região de Selvíria, Minas Gerais, encontraram valores mais altos para o número médio de gemas (nós) em cultivares de caquizeiros destacando 'Fuyu' com o maior número de gemas, entre nove e dez gemas, comparado a outras cultivares estudadas. Bezerra (2007) descreveu 'Fuyu' com o maior comprimento médio de ramos (23,06 cm). E para as cultivares Pomelo, Rama Forte e Taubaté, encontraram entre oito e dez gemas por ramo. Em Piracicaba, São Paulo,

Corsato (2004) descreveu de cinco a vinte gemas em ramos dormentes para 'Rama Forte'. Diferentes regiões, porta-enxertos, condições ambientais e manejo do pomar podem levar a estas diferenças de tamanho dos ramos e número de nós por ramo quando se compara a mesma cultivar em diferentes locais.

4.1.3 Brotação (2012/13 e 2013/14)

No Ciclo 1, a mudança de gema dormente (Figura 13A) para gema de ponta verde (Figura 13B) em todas as cultivares ocorreu a partir da segunda semana do mês de agosto (Tabela 3) com temperatura média de 17,1°C (Figura 10). Após sete dias da poda, as cultivares Rama Forte e Pomelo já apresentavam gemas de ponta verde. As cultivares mais tardias apresentaram gemas de ponta verde 19 dias após a poda (22/08/2012). Foram 'Fuyu', 'Kaoru', 'Mikado', 'Okira' e 'Taubaté' (Tabela 3). No Ciclo 2, as cultivares mais precoces atingiram estágio de ponta verde 14 dias após a poda nas cultivares Rama Forte e Pomelo, e as mais tardias, 30 dias, nas cultivares Costata e Okira (Tabela 4) com temperatura média durante o mês de agosto de 13,6°C (Figura 11).

Em seu trabalho, Bezerra (2007) também relatou resultados semelhantes. Entre 19 e 22 dias após a poda de inverno para as cultivares Fuyu, Taubaté e Rama Forte, que no presente trabalho, em sete dias já apresentavam gemas de ponta verde no Ciclo 1 e em 14 dias no Ciclo 2. Enquanto Razzouk (2007) encontrou, para as mesmas cultivares, entre 28 e 49 dias. Resultados semelhantes aos do presente estudo encontrados por Bezerra (2007) e Razzouk (2007) onde 14 dias após a poda, 'Pomelo' já apresentava gemas de ponta verde. Corsato (2004) relatou o surgimento de gemas de ponta verde, para 'Rama Forte', 13 dias após a poda.

O número de dias para atingir o estágio de ponta verde foi maior no Ciclo 2 do que no Ciclo 1 (Tabelas 3 e 4). Um dos fatores que pode ser relacionado a essa diferença nos dois ciclos é a temperatura média durante o mês de agosto, que foi mais alta no Ciclo 1 (17,1°C) do que no Ciclo 2 (13,6°C) (Figuras 10 e 11).

A brotação (Figura 13C) iniciou no mês de agosto, a partir da segunda semana, durante o Ciclo 1 (Tabela 3) para todas as cultivares com temperatura média de 17°C (Figura 10). No Ciclo 2, a brotação iniciou em agosto, temperatura média de 13,6°C e estendeu-se até o mês de setembro (Tabela 4), com temperatura média de 17,4°C (Figura 11).

Em ambos os ciclos, ‘Rama Forte’ e ‘Pomelo’ foram precoces para o início da brotação em relação às demais cultivares. ‘Mikado’ foi a cultivar mais tardia (30/08/2012 e 13/09/2013) (Tabelas 3 e 4). Grellmann *et al.* (2003) analisaram o comportamento fenológico de cinco cultivares e uma seleção de caquizeiros, em Veranópolis, RS, e constataram que, durante os oito anos avaliados, todas as cultivares tenderam a antecipar sua brotação, concentrando-se entre a segunda semana de agosto e primeira semana de setembro.

Para o produtor é interessante antecipar a época de brotação utilizando indutores de brotação, pois pode ofertar os frutos mais cedo no mercado e garantir bons preços. No entanto, em regiões com ocorrência de geada a antecipação da brotação pode aumentar o risco de danos.

Outro fator importante e que influencia a brotação é a época de poda, que pode vir a antecipar ou adiar a brotação.

Na maioria dos ramos e para todas as cultivares geralmente as primeiras cinco gemas do ápice dos ramos brotaram enquanto as gemas mais próximas a base do ramo permaneceram dormentes. Confirmando a recomendação de Guimarães (2007) que na poda de plantas adultas de caquizeiro o encurtamento de ramos deve ser evitado, pois a frutificação ocorre em ramos do ano e as brotações de gemas terminais de ramos do ano anterior originam os melhores frutos.

Desta forma a poda de inverno deve ser realizada com o desbaste de ramos e não o seu desponete. Como foi observado neste trabalho, as gemas mais próximas ao ápice do ramo brotaram enquanto que as gemas próximas da base do ramo permaneceram dormentes. Reforçando assim a prática do desbaste em caquizeiros e não o encurtamento de ramos. Além do desbaste, ramos doentes, mal localizados, ramos ladrões devem ser eliminados durante a poda de caquizeiros.

O número médio de brotos por ramo para cada cultivar está representado nas Figuras 15 e 16, respectivamente, Ciclo 1 e Ciclo 2.

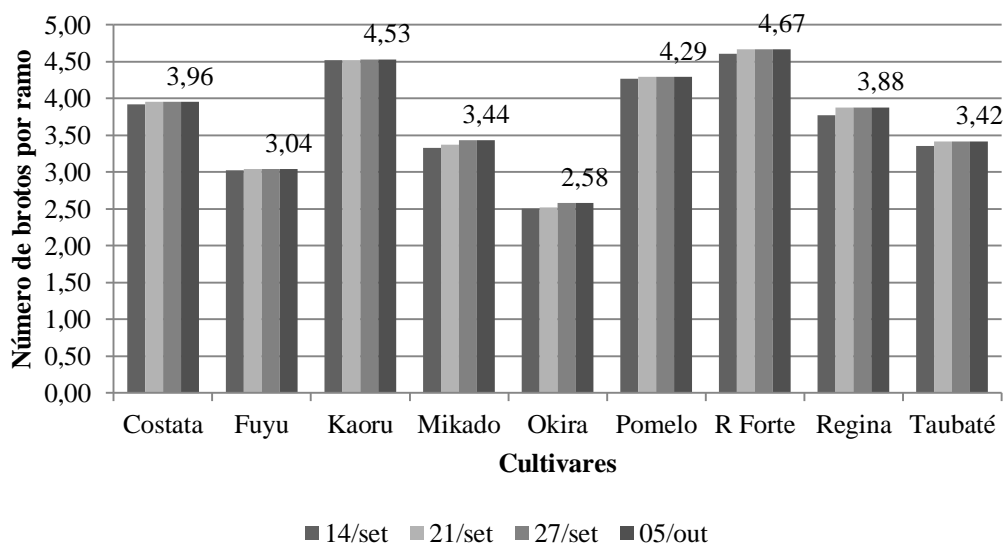


FIGURA 15. Número médio de brotos por ramo das nove cultivares de *D. kaki* ao longo do tempo, Eldorado do Sul-RS, 2012.

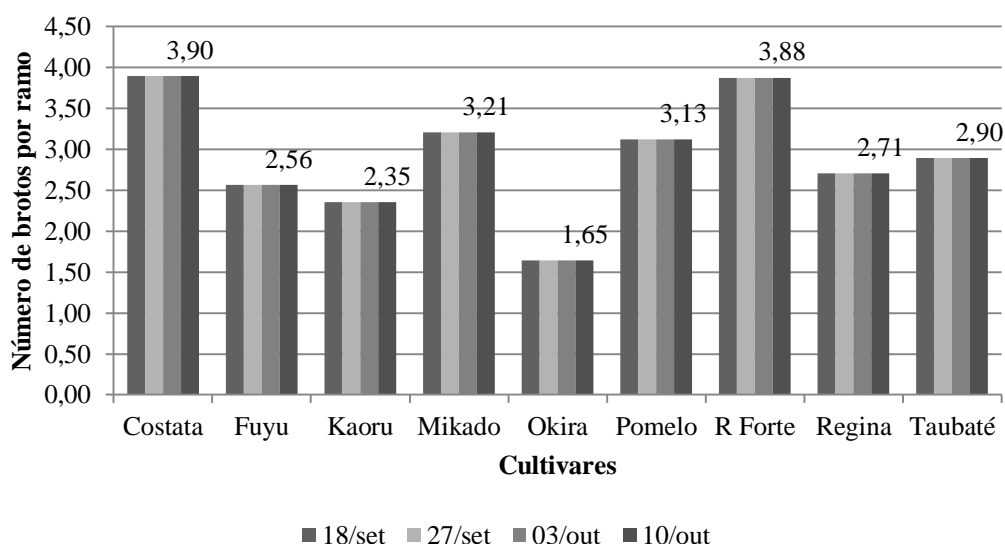


FIGURA 16. Número médio de brotos por ramo das nove cultivares de *D. kaki* ao longo do tempo, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Comparando-se o número médio de brotos por ramo entre as cultivares no Ciclo 1 (Figura 15), as cultivares com maior número médio de brotos foram Rama Forte, Kaoru e Pomelo e Okira com o menor número médio de brotos. No Ciclo 2 (Figura 16), 'Okira' também foi a cultivar com o menor número médio de brotos por ramo e as cultivares com maior número médio de brotos foram Rama Forte e Costata.

4.1.4 Elongação dos ramos (2012/13 e 2013/14)

As brotações apresentaram crescimento até a segunda quinzena do mês de outubro quando estabilizaram seu crescimento durante o Ciclo 1 e o Ciclo 2, mas alguns ramos ainda continuavam a alongação. Nas Figuras 17 e 18 estão representadas a alongação dos ramos ao longo dos Ciclos 1 e 2 para as nove cultivares de *D. kaki*.

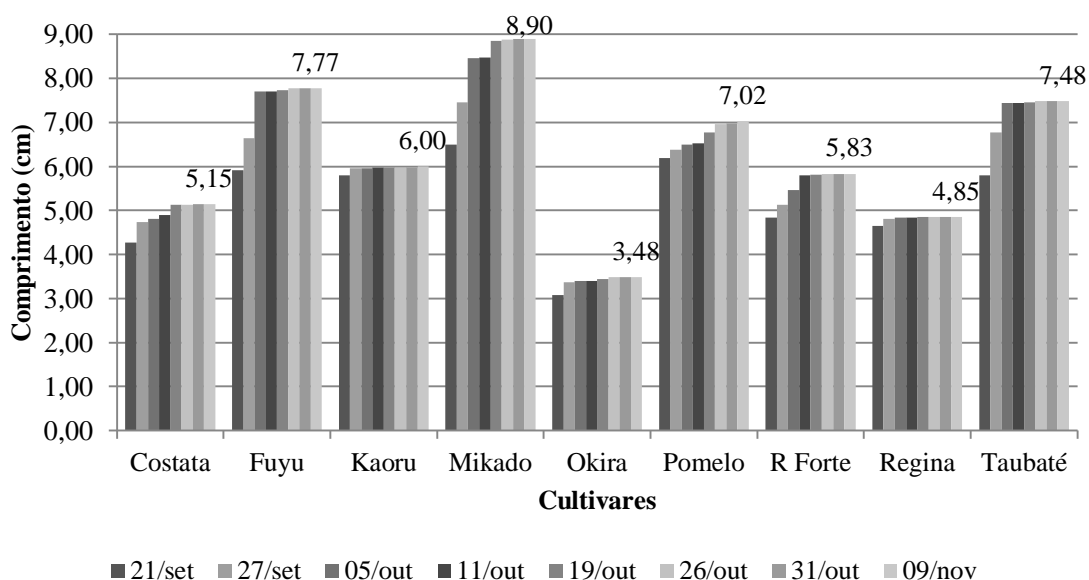


FIGURA 18. Evolução da alongação dos ramos por cultivar durante oito semanas de avaliações, Eldorado do Sul-RS, 2012.

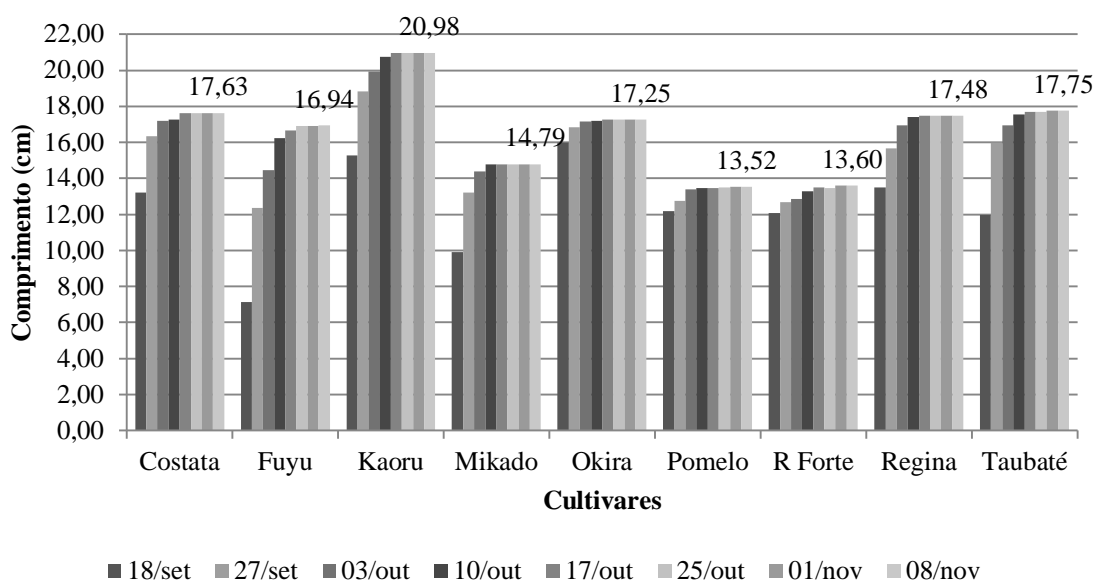


FIGURA 17. Evolução da alongação dos ramos por cultivar durante oito semanas de avaliações, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Os ramos atingiram tamanho máximo de 8,9 cm ('Mikado') e mínimo de 3,48 cm ('Okira') no Ciclo 1 (Figura 17). No Ciclo 2 o maior comprimento de ramo foi da cultivar Kaoru (20,98 cm) e o mínimo da cultivar Pomelo (13,52 cm).

As cultivares levaram em média 65 dias para estabilizar o crescimento de ramos no Ciclo 1 e 50 dias no Ciclo 2 após o início da brotação. No Ciclo 1 (Figura 17), 'Pomelo' foi a cultivar com o maior número de dias, 86 dias, para cessar a alongação dos ramos. As cultivares Fuyu, Okira, Regina e Taubaté estabilizaram o crescimento dos ramos com 56 dias. No Ciclo 2, 'Pomelo' e 'Rama Forte' foram as cultivares que apresentaram maior tempo de alongação dos ramos, 69 dias. As cultivares Costata, Mikado e Okira estabilizaram o crescimento de ramos 34 dias após a brotação. Comparando os dois ciclos as cultivares 'Fuyu' e 'Okira' foram as únicas que alongaram os ramos durante seis dias a mais no Ciclo 2 em relação ao tempo de alongação no Ciclo 1. As demais cultivares apresentaram menos período de alongação de ramos no Ciclo 2 em relação ao primeiro.

Segundo Corsato (2004), em São Paulo, as brotações da cultivar Rama Forte cresceram até 30 dias após o início da brotação. E ainda, durante o mês de novembro, observou o crescimento de alguns ramos.

4.1.5 Florescimento (2012/13 e 2013/14)

O florescimento das cultivares Rama Forte e Pomelo iniciou, nos dois ciclos, no final de agosto, 22/08/2012 e 30/08/2013, (Tabela 3 e 4). As demais cultivares iniciaram o florescimento a partir da primeira semana de setembro. No Ciclo 1 a plena floração ocorreu durante o mês setembro para a maioria das cultivares, exceto para 'Fuyu' e 'Regina' que ocorreu em outubro. O final do florescimento marcado pelo escurecimento das pétalas ocorreu no mês de outubro para todas as cultivares, com diferença de sete dias, com exceção da cultivar Rama Forte que ocorreu no final do mês de setembro (Tabela 3).

O início do florescimento no Ciclo 2 concentrou-se no mês de setembro, exceto para as cultivares Rama Forte e Pomelo que iniciaram em 30/08/2013. A plena floração deu-se entre a segunda quinzena de setembro e a segunda quinzena de outubro (20/09/2013 a 10/10/2013). O final do período de florescimento ocorreu durante o mês de outubro para a maioria das cultivares (Tabela 4). Exceto para cultivar Regina que ocorreu na última semana de setembro.

Segundo George *et al.* (1997), o florescimento geralmente ocorre cerca de 35 dias após a brotação em climas subtropicais e pode variar de uma a duas semanas conforme a cultivar.

O número médio de flores por ramo nos dois ciclos está representado nas Figuras 19 e 20. Todas as cultivares apresentaram queda de flores nos dois ciclos.

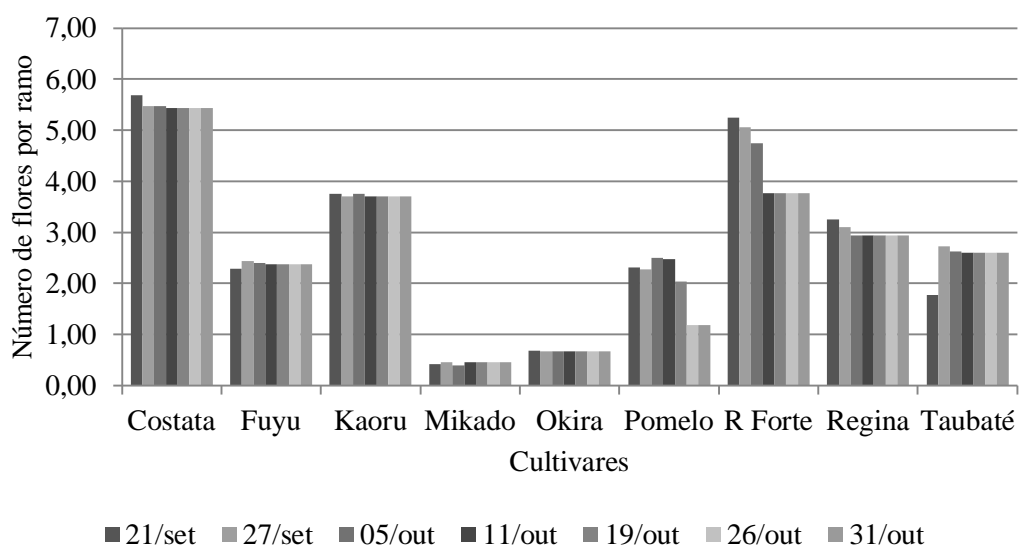


FIGURA 20. Número médio de flores por ramo das nove cultivares de *D. kaki* ao longo do tempo, Eldorado do Sul-RS, 2012.

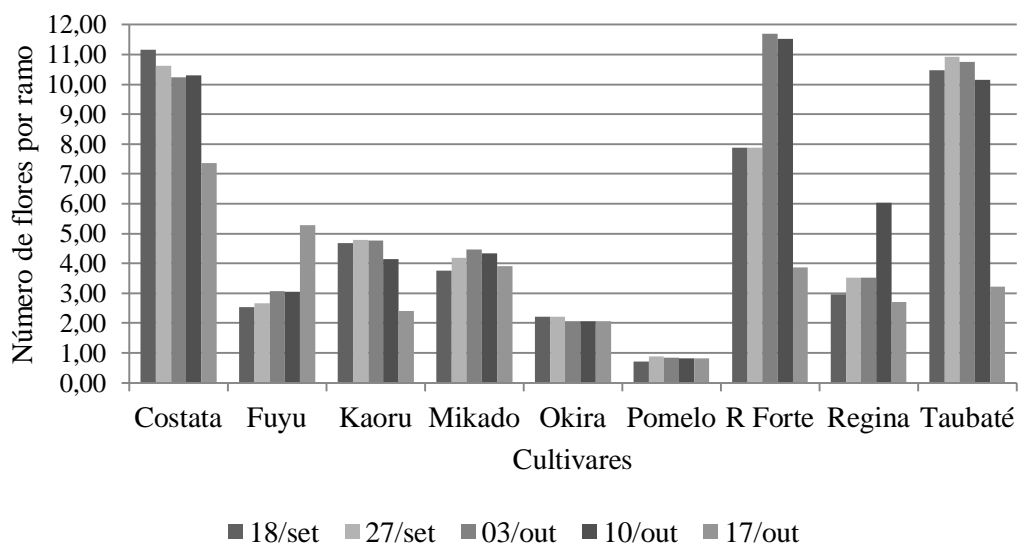


FIGURA 19. Número médio de flores por ramo das nove cultivares de *D. kaki* ao longo do tempo, Eldorado do Sul-RS, 2013.

No Ciclo 1 ‘Pomelo’ e ‘Rama Forte’ apresentaram uma queda de flores mais alta em relação as demais cultivares durante as duas últimas semanas de setembro. No Ciclo 2 a queda de flores foi bem mais acentuada nas cultivares com relação ao Ciclo 1.

Em ambos os ciclos, *D. virginiana* apresentou um comportamento tardio do estágio de florescimento, em relação as cultivares de *D. kaki*, concentrado no mês de outubro.

4.1.6 Tipos de flor e desenvolvimento da flor

As flores femininas de *D. kaki* (Figura 21) coletadas e analisadas neste trabalho seguem a descrição feita por Agustí (2010). As flores apresentaram tamanho em torno de 2,5 cm de diâmetro, formada pelo cálice de cor verde, bem desenvolvido com quatro lóbulos; a corola formada pelas pétalas de cor branca creme enroladas sobre si. Estas, após a fecundação ou formação do fruto partenocárpico passam por mudanças na cor das pétalas até escurecer e cair. As flores, em geral, apresentaram quatro estames rudimentares (estaminóides) unidos na base da corola. O ovário globoso apresentou quatro cavidades biloculares unidas a quatro estilos terminando em estigmas.



FIGURA 21. Flor feminina de *D. kaki*, Porto Alegre-RS, 2013.

A cultivar Pomelo, entre as nove cultivares aqui estudadas, é a única caracterizada como monóica, produzindo flores femininas e masculinas na mesma planta (Figura 22). Ramos que produzem flores femininas não produzem flores masculinas e vice-versa. As gemas terminais originam ramos mistos que produzem somente flores femininas e as gemas medianas e basais produzem apenas flores masculinas. A proporção entre os ramos com flores femininas e masculinas no Ciclo 2 foi de 5:1. O desenvolvimento das flores femininas está representado na Figura 23.

A cultivar Rama Forte iniciou o florescimento 21 dias após a brotação no ciclo 1 e oito dias no ciclo 2. Resultado diferente dos obtidos por Corsato (2004), que relatou

florescimento 31 dias após o início da brotação e Razzouk (2007), 49 dias após a brotação.



FIGURA 22. Flores femininas (F) e masculinas (M) de Pomelo, Eldorado do Sul-RS, 2013.



FIGURA 23. Diferentes estádios da flor feminina durante o período de florescimento em *D. kaki*, Porto Alegre-RS, 2013. (Escala em cm).

A espécie *D. virginiana* produz tanto flores femininas quanto masculinas. O período de florescimento desta espécie foi bem diferenciado das cultivares de *D. kaki*, iniciando na primeira semana de outubro o surgimento dos primeiros botões florais, a plena floração na segunda quinzena do mês de outubro e o final do florescimento no início de novembro, nos dois ciclos avaliados. O desenvolvimento das flores masculinas está representado na Figura 24.



FIGURA 24. Flores femininas (F) e masculinas (M) de Pomelo, Eldorado do Sul-RS, 2013.

‘Rama Forte’ apresentou a maior porcentagem de ramos mistos (78,52%) e ‘Kaoru’ a menor (34,89%). Sendo que a proporção de flores de ‘Mikado’ com produção de pólen e sem produção de pólen não foi quantificada neste trabalho como o foi para a cultivar Pomelo (Tabela 6).

TABELA 6. Porcentagem de ramos mistos (%RM) e porcentagem dos diferentes tipos de flores em caquizeiros, em Eldorado do Sul-RS, 2013.

Cultivar	% RM		Flor Feminina	Flor Masculina	Flor Hemafrodita
Costata	62,80	d	100%	0	0
Fuyu	47,50	g	100%	0	0
Kaoru	34,89	i	100%	0	0
Mikado	55,44	e	nd*	0	nd*
Okira	44,57	h	100%	0	0
Pomelo	73,48	c	4,99%	95,01%	0
R. Forte	78,52	a	100%	0	0
Regina	49,91	f	100%	0	0
Taubaté	77,63	b	100%	0	0

*nd = não determinado. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Simão (1971), Martins & Pereira (1981) e Morton (1987) indicam que a cultivar ‘Mikado’, assim como as demais cultivares comerciais, é caracterizada pela produção

de apenas flores femininas. No entanto, nas coletas de material para avaliação dos grãos de pólen, no ciclo 1 e 2, botões florais de ‘Mikado’ apresentaram grãos de pólen. Por se tratar de um pomar com mais de 30 anos, o comportamento dessas plantas pode variar, tanto pela idade da planta, como pela influência do ambiente sob a planta, como a temperatura e a umidade. Neste estudo evidencia-se essa variação de comportamento da planta pela expressão sexual nas flores da cultivar Mikado que apresentaram grãos de pólen viáveis.

4.1.7 Frutificação (2012/13)

O início do estágio de frutificação marcado pelo escurecimento e queda das pétalas ocorreu durante o mês de outubro nos Ciclos 1 e 2. ‘Rama Forte’ iniciou a frutificação na primeira semana de outubro no Ciclo 1 e no Ciclo 2 iniciou na segunda semana de outubro (Tabelas 3 e 4). Todo o processo de frutificação está ilustrado na Figura 25.

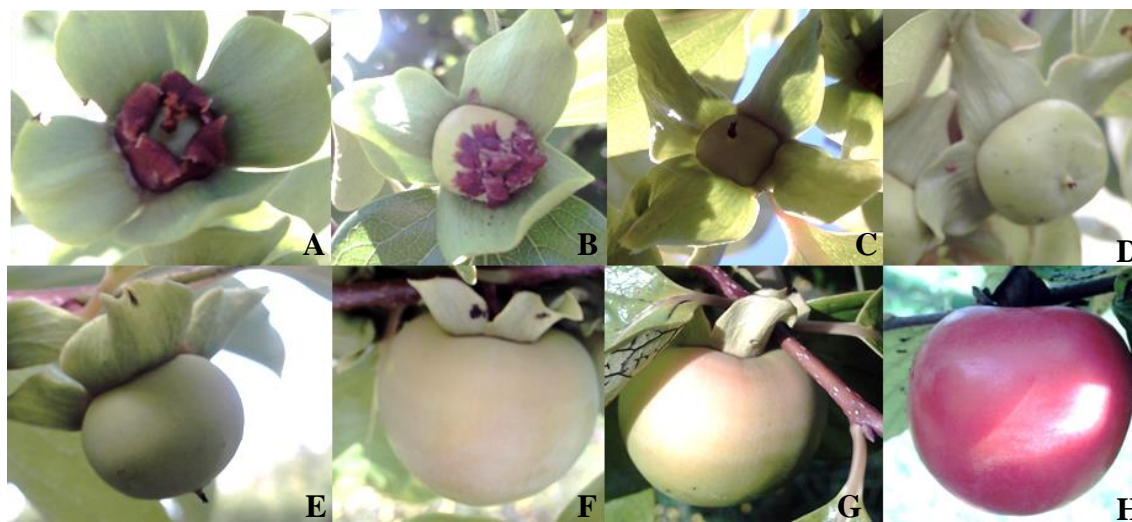


FIGURA 25. Diferentes estágios da flor feminina durante o período de florescimento em *D. kaki*, Porto Alegre-RS, 2013. (Escala em cm).

A Figura 25A corresponde à transição entre o final do florescimento e início do desenvolvimento do fruto. Iniciando o crescimento do ovário as pétalas caem (Figura 25 B) e o fruto desenvolve (Figura 25 C, D, E e F). Chegando próximo ao final do seu desenvolvimento o fruto inicia a sua maturação morfológica, ou seja, a mudança de coloração da casca (Figura 25 G) de verde para amarelo ou alaranjado conforme o grupo ao qual pertence. Ao atingir a maturação fisiológica o fruto está pronto para o consumo

(Figura 25H). Nesta fase os frutos perdem sua adstringência e apresentam a firmeza e o sabor característicos do caqui.

‘Rama Forte’ foi a primeira cultivar a frutificar (05/10/2012) e a colheita dos frutos ocorreu praticamente na mesma época das outras cultivares. O mesmo comportamento foi observado por Razzouk (2007) para ‘Rama Forte’ nas condições da cidade de Selvíria, Minas Gerais.

Na Figura 26 pode-se observar o número médio de frutos por ramo, que, ao longo do período de frutificação, mostra a queda destes frutos, o que é característico em caquizeiros. Todas as cultivares apresentaram queda de frutos durante o mês de outubro até a segunda quinzena de novembro quando estabilizou, com exceção da ‘Fuyu’, que mostrou uma queda constante dos seus frutos até a primeira semana de dezembro. A cultivar Costata apresentou uma queda de frutos alta em comparação as demais cultivares.

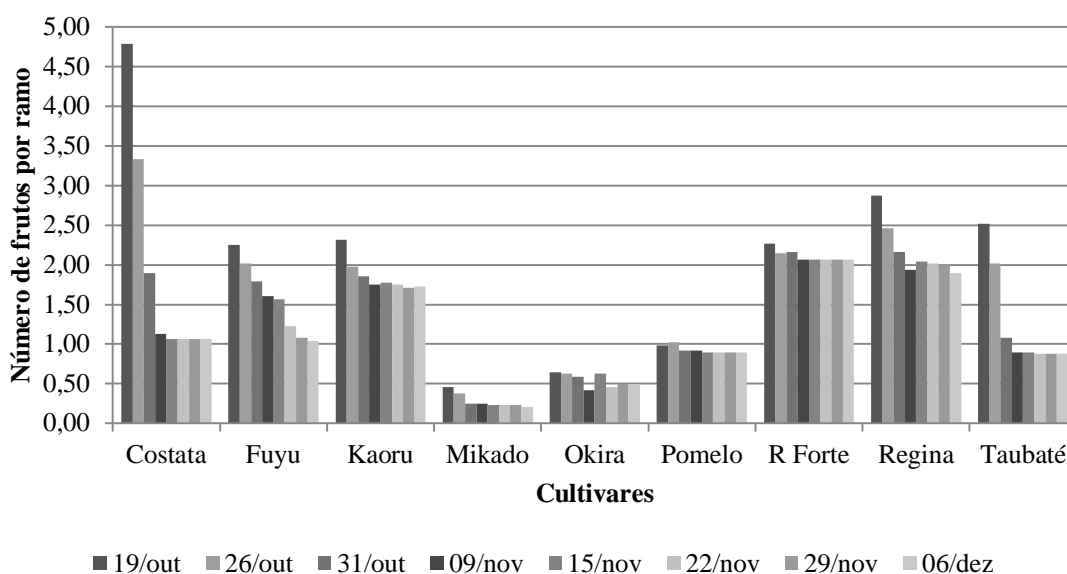


FIGURA 26. Número médio de frutos por ramo das nove cultivares de *D. kaki*, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Os fatores que levam ao abortamento de frutos em caquizeiro podem ser o aumento da competição entre fruto e ramo por fotoassimilados, carência de hormônios, temperaturas elevadas durante o verão (George *et al.*, 1997), presença de ácaros no cálice dos frutos (Rosseto, 1971).

4.1.8 Colheita e maturação (2012/13)

A colheita teve início na primeira semana de março e estendeu-se até a última semana de abril (baseada no ponto de colheita com a cor dos frutos verde-amarelados). No dia 07/03/2013 os frutos apresentavam cor da casca verde amarelada (mais de 50% da casca amarela) para todas as cultivares.

A maturação (frutos adstringentes com a cor da casca laranja-avermelhada e frutos do tipo doce com a cor da casca amarelo-alaranjada) ocorreu, no Ciclo 1, em 14 de março para 'Regina', 21 de março para 'Mikado', 03 de abril para 'Rama Forte' e 11 de abril para as demais cultivares (Tabela 3).

4.1.9 Senescência (2012/13)

O estágio de senescência, caracterizado pela mudança na coloração das folhas e posterior queda, teve início no mês de abril ainda durante o período de colheita dos frutos (Figura 27) e estendeu-se até o final de maio. As cultivares Costata, Kaoru, Mikado e Rama Forte iniciaram o processo de senescência na última semana do mês de abril. As demais cultivares apresentaram mudança de cor das folhas no início de maio. O estágio de senescência, em geral durou três semanas para a maioria das cultivares e para *D. virginiana*.



FIGURA 27. Caquizeiros em estágio de senescência caracterizado pela coloração avermelhada das folhas, Eldorado do Sul-RS, 2013.

A mudança na coloração das folhas de verde para amarelo-alaranjado e a abscisão foliar das mesmas indicam o estágio de senescência e início da entrada de dormência em caquizeiros. No presente trabalho este estágio iniciou em 24 de abril para

‘Costata’, ‘Kaoru’, ‘Mikado’ e ‘Rama Forte’ e em 02 de maio para ‘Fuyu’, ‘Okira’, ‘Pomelo’, Regina’ e ‘Taubaté’. Segundo Corsato (2004), em Piracicaba, São Paulo, a queda das folhas da cultivar Rama Forte iniciou na última semana de abril.

4.1.10 Dormência (2012/13)

A ausência de folhas na planta é um indicativo que a planta está entrando em estágio de dormência (Figura 28).



FIGURA 28. Número médio de frutos por ramo das nove cultivares de *D. kaki*, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Comparando-se as nove cultivares, Costata foi a primeira a perder suas folhas e finalizou seu ciclo de desenvolvimento no dia 2 de maio de 2013 (Tabela 3).

No trabalho de Corsato (2004) em Piracicaba, São Paulo, após 50 dias do início da queda das folhas, no final de abril, todas as plantas da cultivar Rama Forte estavam totalmente desfolhadas.

4.2 Avaliação dos frutos de caqui

4.2.1 Diâmetro, altura, peso, firmeza e número de sementes (2012/13)

Os frutos colhidos apresentaram diâmetro médio de 74,5 mm, altura média de 66,27 mm e peso médio de 216,48g. ‘Costata’ apresentou o maior diâmetro de fruto e ‘Okira’ o menor, 83,76 mm e 63,86 mm, respectivamente. ‘Mikado’ foi a cultivar com maior altura de fruto, 88,59 mm e as cultivares Fuyu e Rama Forte as menores alturas, respectivamente, 49,45 mm e 49,47 mm (Tabela 7). Em seu trabalho, Cavalcante *et*

al.(2007) verificaram maiores valores de diâmetro longitudinal para ‘Taubaté’ 61,8 mm em comparação à ‘Pomelo’, 55,6 mm e ‘Rama Forte’ 45,7 mm.

TABELA 7. Diâmetro (mm), altura (mm), massa (g), firmeza(N) e número de sementes dos frutos de caqui no ponto de maturação para as nove cultivares de *D. kaki*, Eldorado do Sul-RS, Ciclo 2012/13.

Cultivar	Diâmetro		Altura		Peso Médio		Firmeza		N° Sementes	
Costata	83,76	a	74,92	b	296,36	ab	29,45	c	1,60	b
Fuyu	73,72	bc	49,45	e	162,00	cd	48,08	ab	0,35	c
Kaoru	76,71	ab	57,35	de	184,83	cd	33,32	bc	0,54	bc
Mikado	75,27	bc	88,59	a	315,20	a	29,38	c	0,40	bc
Okira	63,86	d	68,58	bc	161,70	cd	41,83	abc	0,41	bc
Pomelo	78,76	ab	69,97	bc	245,82	abc	36,46	bc	5,62	a
Rama Forte	67,72	cd	49,47	e	134,87	d	54,16	a	0,86	bc
Regina	77,87	ab	75,89	b	240,91	abc	36,62	abc	0,33	c
Taubaté	76,28	ab	62,18	cd	206,65	bcd	41,48	abc	0,06	c
CV%	3,58		4,41		16,30		15,83			

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A maior massa média de fruto foi da cultivar Mikado, com 315,20g se comparada a massa média de fruto de ‘Rama forte’ com 134,87g e não se diferenciou das cultivares Costata, Pomelo e Regina. Os frutos com menores massas foram ‘Rama Forte’, ‘Okira’, ‘Fuyu’ e ‘Kaoru’ (Tabela 7). Em oito anos de avaliações fenológicas, Grellmann *et al.* (2003) observaram comportamento semelhante, encontrando os frutos de maior massa para ‘Mikado’; 368,43g, enquanto as cultivares Fuyu e Rama Forte produziram frutos com as menores massas, 168,3g e 140,25g, respectivamente, para a região de Veranópolis-RS. Razzouk (2007), na região de Selvíria, Minas Gerais, encontrou peso médio de frutos para ‘Fuyu’ de 116,26g. Cavalcante *et al.* (2007) em seu trabalho, com cinco cultivares de caquizeiro, relataram massa média de frutos para ‘Taubaté’ de 130,4 g, ‘Pomelo’ de 124,6g e ‘Rama Forte’ de 86,2g. Observando-se que esta característica é pouco alterada pelo fator ambiente.

A maior firmeza média no ponto de maturação dos frutos foi para ‘Rama Forte’ (54,16N) e a menor em ‘Costata’ (29,45N) e ‘Mikado’ (29,38N) (Tabela7).

As nove cultivares de *D. kaki*. analisadas apresentaram frutos com sementes. A cultivar Pomelo foi a que apresentou o maior número médio de sementes por fruto. Neste trabalho os frutos apresentaram sementes devido à presença de plantas que produzem flores masculinas com pólen viável. Diferente do que ocorre em pomares comerciais, que em sua maioria, não tem cultivares polinizadoras.

4.2.2 pH, acidez e açúcares totais da polpa (2012/13)

Os frutos colhidos na safra 2012/13 no ponto de maturação, em três datas, apresentaram pH da polpa e teores de açúcares totais sem diferença estatística (Tabela 8).

TABELA 8. Valores médios do pH, acidez (mg de ácido málico/100 mL) e açúcares totais (mg/g) da polpa dos frutos de caqui no ponto de maturação para nove cultivares, Eldorado do Sul-RS, 2013.

Cultivar	pH Polpa ^{NS}	Acidez		Açúcares Totais (mg/g) ^{NS}
Costata	6,11	0,73	bc	0,120
Fuyu	5,96	0,74	abc	0,131
Kaoru	5,60	0,80	abc	0,116
Mikado	5,87	0,86	abc	0,131
Okira	5,82	1,05	abc	0,127
Pomelo	5,75	0,77	abc	0,127
Rama Forte	5,54	1,00	ab	0,125
Regina	5,77	0,76	abc	0,127
Taubaté	5,69	0,64	c	0,131
CV%		13,21		

^{NS} Não Significativo. As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As cultivares Rama Forte, Costata e Taubaté apresentaram acidez diferenciada das demais, respectivamente em ordem decrescente de acidez (1,00; 0,73 e 0,64). ‘Rama

Forte' apresentou frutos com acidez alta, 'Taubaté' frutos com baixa acidez e as outras cultivares com valores intermediários de acidez.

Os resultados obtidos para o parâmetro pH neste trabalho são semelhantes aos valores relatados por Sarria (1998). O autor informa que os caquis possuem pH em torno de 5,6 e 5,8. Silva *et al.* (2011) determinaram para a cultivar Fuyu firmeza de 3,64 kg, valor de 5,93 para o pH e acidez de 0,1.

4.2.3 Produção por planta

A produção de frutos variou de 9,27 kg a 55,65 kg por planta no Ciclo 2012/13. A cultivar Regina apresentou a maior produção por planta 55,65 kg (Tabela 9), com massa média de 240,91 g (Tabela 7). Apesar da cultivar Mikado apresentar a maior massa médio de fruto (315,20 g), não teve uma alta produção por planta (17,34 kg) devido ao baixo número de frutos produzidos. Porém, mais alto do que a cultivar Okira (9,27 kg), que produziu poucos frutos (57) e massa média de fruto baixo (161,70 g).

TABELA 9. Número de frutos por planta (NF), e produtividade por planta em kg/planta (P) no Ciclo 2012/13 para nove cultivares de caqui, Eldorado do Sul-RS.

Cultivar	Costata	Fuyu	Kaoru	Mikado	Okira	Pomelo	Rama Forte	Regina	Taubaté
NF	146	160	135	55	57	139	166	231	121
P	43,37	25,92	25,01	17,34	9,27	34,09	22,34	55,65	24,94

Valores próximos aos descritos neste trabalho para o número médio de frutos por planta foram encontrados por Grellmann *et al.* (2003): 62 frutos por planta para 'Mikado', 269 para 'Fuyu', 350 para 'Regina', 236 para 'Kaoru' e 190 para 'Rama Forte' em oito anos de avaliações.

4.3 Análise citogenética

4.3.1 Número cromossômico e análise da meiose

As tentativas de determinar o número cromossômico somático não foram bem sucedidas por questões técnicas e características do material. Quando as raízes emergiam das sementes a ponta já estava escurecida (Figura 29) e não se conseguiu preparações de qualidade.



FIGURA 29. Sementes de caqui germinadas com a ponta da raiz escurecida, Porto Alegre-RS, 2013. Escala em cm.

Contudo, depois de várias tentativas, foi possível visualizar células em divisão quando as lâminas foram preparadas com raiz recém-germinada e ainda dentro do tegumento da semente. Entretanto, apesar de se conseguir um grande número de células em divisão, devido ao grande número de cromossomos, não foi possível, com a técnica utilizada, conseguir um bom espalhamento para determinar com certeza o número de cromossomos (Figura 30A). Quanto às análises da meiose, foram encontradas células mãe de pólen em divisão, mas os cromossomos apresentavam-se muito agrupados, não sendo possível identificar as associações cromossômicas (Figura 30B).

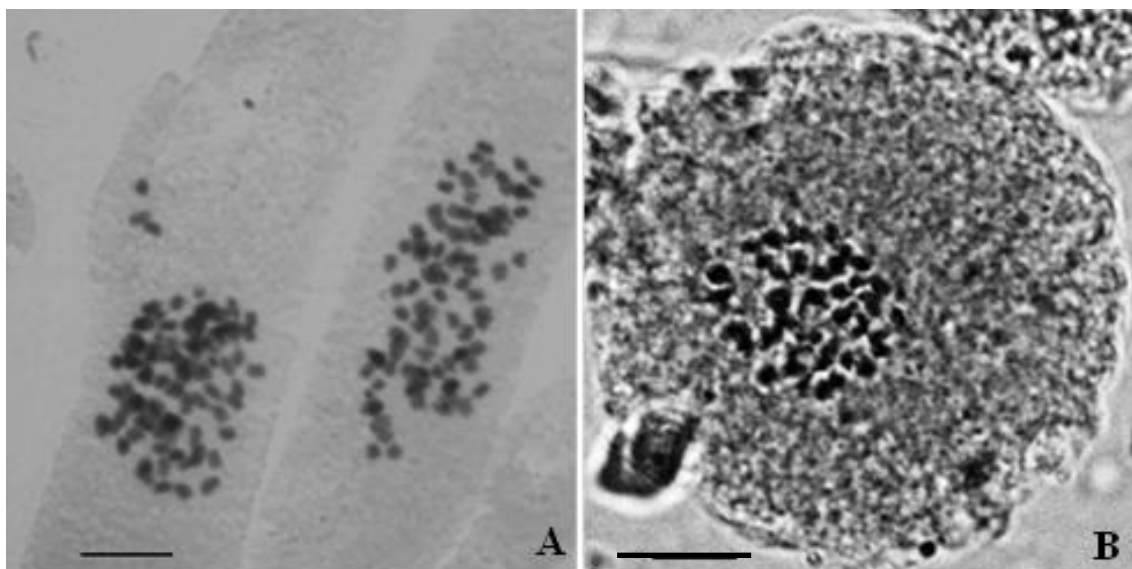


FIGURA 30. Células mitóticas de ponta de raiz (A) e célula mãe de pólen em meiose (B) da cultivar Pomelo, Porto Alegre-RS, 2013. Escala 10 μ m.

Segundo Tamura *et al.* (1998), a determinação do número cromossômico das espécies do gênero *Diospyros* é difícil, devido ao seu grande número e o pequeno

tamanho dos cromossomos, principalmente em espécies poliplóides como os caquizeiros japoneses ($2n=6x=90$). Entretanto, apesar de a contagem realizada neste trabalho não ser precisa, aparentemente o número cromossômico da cultivar Pomelo é em torno de $2n=90$, o que estaria de acordo com a maioria das contagens cromossômicas para *D. kaki* e outras espécies de *Diospyros* (Tabela 1).

4.3.2 Tamanho e viabilidade dos grãos de pólen

Os botões florais avaliados de ‘Pomelo’, que apresentavam grãos de pólen maduros (Figura 31), tinham tamanho médio de $0,54 \times 0,98$ cm e em média com 16 estames. *D. virginiana* apresentou botões florais com 16 estames e tamanho do botão de $0,54 \times 0,92$ cm e ‘Mikado’ apresentou tamanho médio do botão de $0,99 \times 2,87$ cm e oito estames por flor. ‘Pomelo’, *D. virginiana* e ‘Mikado’ apresentaram uma estimativa de fertilidade alta, em geral acima de 90% (Tabela 10) e baixa presença de grãos de pólen inviáveis (Figura 31).



FIGURA 31. Grãos de pólen da cultivar Pomelo viável (esquerda) e inviável (direita), Porto Alegre-RS, 2013. Escala 10 μ m.

O tamanho dos grãos de pólen ficou na faixa média de 35,49 a 50,40 μ m para o eixo transversal e entre 35,44 a 50,53 μ m para o eixo longitudinal no ano de 2012. Na avaliação em 2013 os tamanhos foram entre 36,84 a 48,16 μ m para o eixo transversal e entre 36,98 a 51,94 μ m para o eixo longitudinal (Tabelas 10 e 11). Grygorieva *et al.* (2010) encontraram valores semelhantes para *D. kaki*, para o eixo transversal média de

23,56 a 33,14 μm e o eixo longitudinal entre 48,00 a 51,39 μm medidos por microscopia eletrônica.

TABELA 10. Tamanho médio dos grãos de pólen e estimativa da fertilidade de duas cultivares de *D. kaki* e da espécie *D. virginiana*, em Eldorado do Sul-RS, 2012.

Cultivar/ Espécie	Grão Normal		Grande		Pequeno		Fertilidade (%)	
	E.T (μm)	E. L. (μm)	E.T. (μm)	E. L. (μm)	E.T. (μm)	E. L. (μm)		
Pomelo	40,68	40,81	50,40	50,53	35,49	35,44	92,18	a
Mikado	43,29	43,10	47,17	47,15	40,00	39,84	98,39	a
Virginiana	44,67	44,77	48,99	49,04	40,22	40,68	97,24	a
Média	-	-	-	-	-	-	95,94	

E.T. Eixo Transversal; E.L. Eixo longitudinal. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 11. Tamanho médio dos grãos de pólen e estimativa da fertilidade de duas cultivares de *D. kaki* e da espécie *D. virginiana*, em Eldorado do Sul-RS, 2013.

Cultivar/ Espécie	Grão Normal		Grande		Pequeno		Fertilidade (%)	
	E.T (μm)	E. L. (μm)	E.T. (μm)	E. L. (μm)	E.T. (μm)	E. L. (μm)		
Pomelo	41,93	42,15	47,83	48,16	37,20	37,20	97,67	a
Mikado	39,99	40,02	44,27	44,28	36,84	36,98	85,87	b
Virginiana	46,46	46,38	51,94	51,90	42,11	42,15	95,51	a
Média	-	-	-	-	-	-	93,02	

E.T. Eixo Transversal; E.L. Eixo longitudinal. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pela análise do tamanho dos grãos de pólen não foi observada presença de grãos de pólen não reduzidos. Grãos reduzidos são aqueles com 40% maiores do que o normal (Ramsey & Schemske, 1998).

Entretanto, comparando-se os dois ciclos verificou-se que a fertilidade do pólen de 'Mikado' foi maior (98,39%) em 2012 do que em 2013 (85,87%). Sabe-se que fatores ambientais podem influenciar características reprodutivas, incluindo meiose e

formação de gametas. Em citros, por exemplo, local de coleta, variedade, ano e ambiente de cultivo podem influenciar a variabilidade dos grãos de pólen (Moreira & Gurgel, 1941). Guerra *et al.* (2013) observaram menos viabilidade dos grãos de pólen em porta-enxertos de citros cultivados em casa de vegetação comparado àqueles cultivados a campo e sugeriram que este seria causado pela temperatura mais alta em ambiente protegido.

A cultivar Pomelo foi desenvolvida com o objetivo de selecionar cultivares com baixa exigência em frio, porém esta se destacou devido à produção regular de flores masculinas (Ojima *et al.*, 1985). Assim a cultivar Pomelo pode ser usada como planta polinizadora em pomares comerciais para tentar diminuir o problema da queda de frutos. As plantas da espécie *D. virginiana* são dioicas e produzem flores masculinas ou femininas. O exemplar estudado nos dois ciclos produziu flores masculinas apesar de relatos afirmarem que a mesma planta produziu frutos em anos anteriores. A produção de pólen por flores masculinas já era esperado para ‘Pomelo’ e *D. virginiana*, porém a cultivar Mikado também apresentou produção de pólen em suas flores. As cultivares comerciais têm como característica a produção apenas de flores femininas; os grãos de pólen nesse caso foram encontrados em botões florais de Mikado coletados na última semana da fase de florescimento. Os botões florais coletados no início da fase não apresentaram grãos de pólen.

5 CONCLUSÕES

Nos dois ciclos avaliados (2012/13 e até outubro de 2013) nas condições edafoclimáticas de Eldorado do Sul, idade do pomar, e práticas culturais adotadas, pode-se concluir que:

No primeiro ciclo o estágio de brotação iniciou em média 18 dias após a poda de frutificação e 33 dias no segundo ciclo, sem a necessidade de quebra de dormência.

‘Rama Forte’ e ‘Pomelo’ foram as mais precoces e ‘Fuyu’, ‘Kaoru’, ‘Mikado’, ‘Okira’ e ‘Taubaté’ as mais tardias para o início da brotação.

O florescimento concentrou-se nos meses de setembro e outubro; com destaque para ‘Rama Forte’ e ‘Pomelo’ que demonstraram precocidade para o início do florescimento, em ambos os ciclos.

As nove cultivares produziram frutos, parte desses frutos com sementes.

As cultivares Mikado, Costata, Pomelo e Regina apresentaram maior massa média de frutos, enquanto ‘Rama Forte’, ‘Fuyu’, ‘Kaoru’, ‘Okira’ e ‘Taubaté’ apresentaram a menor.

Dentre as nove cultivares Regina foi a mais produtiva.

‘Pomelo’ e ‘Rama Forte’, em 2012/13, apresentaram o ciclo mais longo (279 dias entre a brotação e entrada em dormência) e ‘Costata’ apresentou o ciclo mais curto (258).

As flores da cultivar Mikado apresentaram produção de pólen viável, o que não havia sido relatado anteriormente.

Na cultivar produtora de pólen Pomelo e *D. virginiana*, a fertilidade dos grãos foi alta, em geral acima de 90%, com exceção de ‘Mikado’ que apresentou fertilidade do pólen mais baixa (85%) no segundo ano.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUSTÍ, M. **Fruticultura**. Espanha: Mundi-Prensa, 2010. cap. 17, 507 p.

BARBOSA, W. et al. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 341-344, 2003.

BARBOSA, W.; PIO, R. História da fruticultura de clima temperado no Brasil, com ênfase no melhoramento genético. **Infobibos**, [S.l.], [s.n.]. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2013_1/brasil/index.htm>. Acesso em: 24/6/2013

BEZERRA, M. R. **Enxertia de mesa, estaquia e fenologia do caqui em regiões tropicais**. 2007. 79 f. Dissertação (Mestre em Agronomia – Sistemas de Produção)-Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho”, Ilha Solteira, 2007.

CAVALCANTE, I. H. L. et al. Características físicas e químicas de frutos de cinco variedades de caqui amadurecidos na planta ou em pós-colheita. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 201-209, 2007.

CHOI, Y. A. et al. Multi-color genomic *in situ* hybridization identifies parental chromosomes in somatic hybrids of *Diospyros kaki* and *D. glandulosa*. **HortScience**, Alexandria, v. 37, n. 1, p. 184-186, 2002.

CHOI, Y. A. et al. Physical mapping of 45S rDNA by fluorescent *in situ* hybridization in persimmon (*Diospyros kaki*) and its wild relatives. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Tokyo, v. 78, n. 2, p. 265-271, 2003a.

CHOI, Y. A. et al. Genomic *in situ* hybridization between persimmon (*Diospyros kaki*) and several wild species of *Diospyros*. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Sciences**, Tokyo, v. 72, n. 5, p. 385-388, 2003b.

CORSATO, C. E. **Fenologia e Carboidratos de Reserva do Caqui (Diospyros kaki L.) 'Rama Forte' em Clima Tropical**. 2004. 42 f. Tese (Doutorado em Ciências – Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

FACHINELLO, J. C. et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, volume especial, p. 109-120, 2011.

FAO. **Faostat agriculture data, agricultural productions, crops primary**. Disponível em: <www.faostat.fao.org>. Acesso em: 19 mar 2012.

FEDOROV, A. **Chromosome Numbers of Flowering Plants**. Leningrad: Academy of Sciences of the USSR, 1969. 926 p.

FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, M. C. Cultura do Caquizeiro no Brasil e no Rio Grande do Sul: situação, potencialidade e entraves para o seu desenvolvimento. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 43-51, 2007.

GARCIA-CARBONEL, S. et al. Phenological growth stages of the persimmon tree (*Diospyros kaki*). **Annals of Applied Biology**, Great Britain, v. 141, p. 73-76, 2002.

GEORGE, A. P.; MOWAT, A. D.; COLLINS, R. J. The pattern and control of reproductive development in non-astringent persimmon (*Diospyros kaki* L.): a review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 70, n. 2, p. 93-122, 1997.

GOMES, P. **Fruticultura Brasileira**. 13. ed. São Paulo: Nobel S/A., 2007. 446 p.

GRELLMANN, E. O.; SIMONETTO, P. R.; FIORAVANÇO, J. C. Comportamento Fenológico e Produtivo de Cinco Cultivares e uma Seleção de Caquizeiro em Veranópolis, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 9, n. 1-2, p. 71-76, 2003.

GRYGORIEVA, O. et al. Pollen characteristics in some persimmon species (*Diospyros* spp.). **Agriculture**, Geneva, v. 56, n. 4, p. 121-130, 2010.

GUERRA, D. et al. Influence of greenhouse versus field conditions on reproductive characteristics of citrus rootstocks. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 13, n. 3, p. 186-193, 2013.

GUIMARÃES, T. G. **Cultura do caqui**. Disponível em: <www.seagri.ba.gov.br/not_caqui.pdf>. Acesso em: 8 de Jun. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário Estatístico Brasileiro**. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/)>. Acesso em: 22 maio 2012.

INDEX TO PLANT CHROMOSOME NUMBERS CHROMOSOME REPORTS. **Index to Plant Chromosome Numbers**. Disponível em: <www.tropicos.org/Project/IPCN>. Acesso em: 14 mar 2012.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. California: University of California, 1992. cap. 4, 269 p.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M. Possibilidade de cultivo de novas frutíferas no nordeste: maçã, pêra, caqui e cacau. In: SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 18., 2011, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Instituto Frutal, 2011.

- LORENZI, H. et al. **Frutas Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006. 672 p.
- MABBERLEY, D. J. **The Plant Book**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 858 p.
- MARODIN, G. A. B. **Agricultura tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. cap. 3, 1337 p.
- MARTINS, F. P.; PEREIRA, F. M. **Cultura do caqui**. Jaboticabal: Funep, 1989. 71 p.
- MILLER, E. P. Oriental persimmons (*Diospyros kaki* L.) in Florida. **Horticultural Society**, Florida, n. 97, p. 340-344, 1984.
- MOREIRA, S; GURGEL, J. T. A. A fertilidade do polen e sua correlação com o número de sementes, em espécies e formas do gênero citrus. **Bragantina**, Campinas, v. 1, n. 11-12, p. 669-711, 1941.
- MORELLATO, L. P. C. Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.
- MORTON, J. F. Japanese Persimmon. In: **Fruits of warm climates**. Miami, Florida: [s.n.], 1987.
- MOWAT, A. D.; GEORGE, A. P. Persimmon. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. (Ed.). **Handbook of environmental physiology of fruit crops**: temperate crops. Boca Raton: CRC Press, 1994. v. 1, cap. 8, p. 209-232.
- MURAYAMA, S. **Fruticultura**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 428 p.
- NEUWALD, D. A. et al. Persimmon production and commercialization in Brazil: an overview. **Acta Horticulturae**, Italy, v. 1, n. 833, p. 51-56, 2009.
- NG, F. S. P. *Diospyros roxburghii* and the origin of *Diospyros kaki*. Malaysian Forester 41: 43-50. apud Choi *et al* 2003b. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Sciences**, v. 72, n. 5, p. 385-388, 1978.
- OJIMA, M. et al. Frutificação alternada em caqui cultivar pomelo (IAC 6-22). **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 1, p. 481-486, 1985.
- PARK, K. J. et al. Estudo da secagem de caqui giombo com encolhimento e sem encolhimento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 69-84, 2004.
- PEREIRA, F. M.; KAVATI, R. Contribuição da pesquisa científica brasileira no desenvolvimento de algumas frutíferas de clima subtropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, volume especial, p. 92-108, 2011.

PIO, R. **A cultura do caquizeiro**. Piracicaba: USP, 2003. (Série Produtor Rural, n. 22). Piracicaba, 2003.

RAGAZZINI, D. **El kaki**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1995. 176 p.

RAMSEY, J.; SCHEMSKE, D. W. Pathways, mechanisms and rates of polyploid formation in flowering plants. **Ann. Rev. Ecol. Sist.**, Palo Alto, v. 29, p. 467-501, 1998.

RAZZOUK, P. L. G. **Avaliação fenológica de variedades de caquizeiro *Diospyros kaki* L. e propagação por estaquia em regiões tropicais**. 2007. 104 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistemas de Produção)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho”, Ilha Solteira, 2007.

REICH, L. Uncommon fruits with market potential. **American Society for Horticultural Science**, Alexandria, p. 210-215, 2007.

ROSSETO, C. J. et al. Queda dos frutos do caquizeiro, associada à infestação de *Aceria diospyri* K.(Acarina, Eriophyidae). **Bragantia**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 1-9, 1971.

SARRIA, S. D. **Comportamento pós-colheita de caqui (*Diospyros kaki*): avaliação física e química**. 1998. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

SILVA, M. C. et al. Qualidade de pós-colheita de caqui ‘Fuyu’ com utilização de diferentes concentrações de cobertura comestível. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 144-151, 2011.

SIMÃO, S. Manual de fruticultura. 7. ed. São Paulo: Ed. Agronomica Ceres, 1971. 530 p.

SUGIURA, A. et al. Production of nonaploid ($2n=9x$) Japanese persimmons (*Diospyros kaki*) by pollination with unreduced ($2n=6x$) pollen and embryo rescue culture. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 125, n.5, p. 609-614, 2000.

SUGIURA, A. Retrospects and Prospects on Persimmon Research. **Acta Horticulturae**, Kyoto, v. 685, p. 177-186, 2005.

TAMURA, M. et al. Ploidia level and genome size of several *Diospyros* species. **Japan Society Horticultural Science**, v. 67, n. 3, p. 306-312, 1998.

TEIXEIRA, A. J. **A cultura do caquizeiro na região serrana fluminense**. Rio de Janeiro: Sebrae, 2006. 75 p. (Série Agronegócios).

VIEITIS, L. R. Caqui. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 69-84, 2012.

WHITE, F. VOSA, C. G. The chromosome cytology of African Ebenaceae with special reference to polyploidy. **Boletim da Sociedade Broteriana**, Coimbra, v. 1.3, n.(2 série), p.275-297, 1980.

XIAOFENG, G.; ZHENGRONG, L. Studies on abnormal meiosis producing 2n pollens in non astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.). **Acta Horticulturae Sinica**, v. 30, n. 2, p.135-140, 2003.

YAKUSHIJI, H.; NAKATSUKA, A. Recent Persimmon Research in Japan. **Japanese Journal of Plant Science**, v. 1, n. 2, p. 42-62, 2007.

YAMADA, A.; TAO, R. High frequency sexual polyploidisation observed in hexaploid Japanese persimmon (*Diospyros kaki*) 'Fujiwaragoshō'. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 81, n. 3, p. 402-408, 2006.

YAMADA, M.; GIORDANI, E.; YONEMORI, K. Persimmon. In: BADENES, M. L.; BYRNE, D.H. **Fruit Breeding, Handbook of Plant Breeding**. 2012, p. 663-693.

YASUI, K. Studies of *Diospyros kak*. I Contributions from the Hull Botanical Laboratory 209. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 60, n. 5, p. 362-373, 1915.

ZHENG, G. H.; TAIRA, S.; YONEMORI, K.; SUGIURA, A. Fruit growth and ripening of Japanese persimmons (*Diospyros kaki* Thumb.) grown at two locations with different temperature conditions. **Japan Society Horticultural Science**, v. 59, p.471-477, 1990.

ZHUANG, D. H., KITAJIMA, A., ISHIDA. M., SOBAJIMA, Y. Chromosome number of *Diospyros kaki* cultivars. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Amsterdam, v. 59, n. 2, p. 289-297, 1990.

ZHUANG, D. H., KITAJIMA, A., ISHIDA. M. Seed development and chromosome number in seedless cultivar of Japanese persimmon. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 60, n. 4, p. 747-754, 1992.