

POLINIZAÇÃO DA MACIEIRA. II. CULTIVARES STARKRIMSON, BLACKJON E HAWAII¹

MOACIR PASQUAL², JOSÉ PETRI³ e ADILSON JOSÉ PEREIRA⁴

RESUMO - O experimento foi desenvolvido em 1978/1979 e 1979/1980, nos municípios de São Joaquim, (região preferencial I) e Caçador (região preferencial III) em Santa Catarina, com polinizações entre as seguintes cultivares de macieira (*Malus domestica*, Borkh.): Starkrimson x (Gala, Fuji, Golden Delicious, Willie Sharp, Granny Smith, Mollie's Delicious, Delcon e Blackjon) - polinização livre, autofertilidade e partenocarpia; Blackjon x (Starkrimson, Willie Sharp, Gala e Delcon) - polinização livre, autofertilidade e partenocarpia, e Hawaii x (Gala, Fuji e Golden Delicious). Usou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e 50 flores por parcela em cada cultivar. Determinou-se, também, a percentagem de germinação do pólen, número de anteras e número de grãos de pólen por antera. Houve compatibilidade, em menor ou maior grau entre todas as cultivares testadas, e as melhores combinações foram: Starkrimson x (Gala, Fuji, Golden Delicious e Willie Sharp); Blackjon x (Starkrimson, Willie Sharp e Gala); e Hawaii x (Gala e Fuji). As taxas de autofertilidade e partenocarpia foram insuficientes para permitir uma produção comercial. As três cultivares apresentaram boa germinação de pólen e baixo número de grãos de pólen por antera.

Termos para indexação: macieira, polinização, frutificação.

POLLINATION OF THE APPLE TREE. II. CULTIVARS STARKRIMSON, BLACKJON AND HAWAII

ABSTRACT - The experiment was undertaken in 1978/1979 and 1979/1980, in São Joaquim (preferential region I) and Caçador (preferential region III), Santa Catarina, with pollinations on the following apple tree cultivars (*Malus domestica*, Borkh.): Starkrimson x (Gala, Fuji, Golden Delicious, Willie Sharp, Granny Smith, Mollie's Delicious, Delcon and Blackjon) - free pollination, self-fertility and parthenocarp; Blackjon x (Starkrimson, Willie Sharp, Gala and Delcon) - free pollination, self-fertility and parthenocarp; and Hawaii x (Gala, Fuji and Golden Delicious). It was used a complete randomization, with four replications and 50 flowers/plot in each cultivar. It was also determined the percentage of pollen germination, the number of anthers and the number of grains of pollen in each anther. There was compatibility in minor or major degree among all cultivars tested, and the best combinations obtained were with Starkrimson x (Gala, Fuji, Golden Delicious and Willie Sharp); Blackjon x (Starkrimson, Willie Sharp and Gala); and Hawaii x (Gala and Fuji). The taxes of self-fertility and parthenocarp were insufficient to permit a commercial production. The germination of pollen was good and the number of grains of pollen in each anther was low in these three cultivars.

Index terms: apple tree, pollination, fructification.

INTRODUÇÃO

A cultura da macieira no sul do país é hoje uma realidade. Só em Santa Catarina, incluindo os plantios de 1979, existem em torno de 7.000 ha plantados. A importância da cultura está relacionada

com os gastos efetuados na sua importação, uma vez que das 300.000 t consumidas no Brasil, mais de 90% são importadas. Outro fator importante é que o Brasil possui condições climáticas apropriadas à cultura da macieira e imensas extensões de áreas à espera de sua expansão.

Santa Catarina possui três regiões preferenciais (I, II, III) e duas toleradas (IV, V) à cultura da macieira (Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária 1978), cujas características são as seguintes:

Regiões	Aptidões	Horas de frio	Temperatura média
I	Preferencial	600 < x < 750	18 < x
II	"	600 < x < 700	18 < x < 19
III	"	500 < x < 600	18 < x < 20

¹ Aceito para publicação em 18 de novembro de 1980. Trabalho desenvolvido pela Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A. (EMPASC), Estação Experimental de Caçador, Caixa Postal D-1, CEP 89.500 - Caçador, SC.

² Eng.^o Agr.^o, M.Sc., EMPASC, Caçador, SC.

³ Eng.^o Agr.^o, M.Sc., EMPASC, Estação Experimental de Videira, Caixa Postal 3, CEP 89.560 - Videira, SC.

⁴ Eng.^o Agr.^o, EMPASC, Estação Experimental de São Joaquim, Caixa Postal D-09, CEP 88.600 - São Joaquim, SC.

IV	Tolerada	400 < x < 500	19 < x < 20
V	"	400 < x < 500	18 < x < 20

Na região I, as cultivares Starkrimson, Blackjon e Hawaii apresentam-se bem adaptadas, ao passo que nas demais se ressentem de um tratamento de quebra de dormência (óleo mineral 4% + DNOU ou DNPB - 0,12%), para que apresentem brotação e floração satisfatórias.

De acordo com Ribeiro (1980), a cultivar Starkrimson apresenta um período de floração normal entre a segunda quinzena de setembro e a segunda quinzena de outubro, sendo que, exceto para a região preferencial I, é prolongada e desuniforme; apresenta uma floração que coincide razoavelmente com as cultivares Gala, Fuji, Blackjon, Willie Sharp e Br-1 (Pome-3). A produtividade da 'Starkrimson' tem sido baixa em todas as regiões produtoras de maçã. A maturação, na região I, ocorre na primeira quinzena de abril, e nas demais regiões na segunda quinzena de março. O fruto, com aproximadamente 180 g na região I, mostra uma epiderme vermelho-escura, polpa amarelo-clara e é de boa qualidade.

A cultivar Blackjon tem um período de floração entre a segunda quinzena de setembro e primeira quinzena de outubro, apresentando produções razoáveis na região preferencial I. A maturação ocorre na primeira quinzena de março na região I, e um pouco mais cedo na região III. O fruto, com aproximadamente 180 g na região I, tem uma epiderme vermelho-escura, polpa farinhenta e a sua qualidade é regular.

Hawaii é uma cultivar que só agora vem se destacando para as condições da região I. Sua floração e maturação se dão um pouco antes da 'Golden Delicious' (entre a segunda quinzena de setembro e a primeira de outubro). A sua adaptação ao clima é semelhante à da 'Golden Delicious'. O seu fruto, com aproximadamente 223 g para a região I, possui epiderme verde-amarelada, polpa creme e é de boa qualidade.

Como a maioria das cultivares de macieira é auto-estéril (Jaycox & Owen 1964, Murneek 1930, Sullivan et al. 1968), há necessidade de prever um esquema de plantio que venha assegurar uma polinização cruzada adequada de todas as cultivares. A auto-esterilidade das cultivares de macieira, segun-

do Rom (1970), pode ser por causa da incompatibilidade morfológica, pólen inviável ou aborto do saco embrionário. Ushirozawa (1978) menciona que a 'Starkrimson', assim como as demais cultivares do grupo 'Delicious', apresenta uma taxa de autofecundação insignificante. Esta cultivar, de acordo com Calzoni et al. (1979), é completamente auto-estéril.

Experimentos desenvolvidos por Camargo (1978) evidenciaram valores de 4% e 0 (zero)% para a autofertilidade das cultivares Starkrimson e Blackjon, respectivamente.

Uma produção plena envolve a frutificação de 25% das flores (Howlett 1947).

Todas as cultivares de macieira apresentam algum grau de auto-incompatibilidade, e mesmo as consideradas autocompatíveis têm maior produção e possuem um número maior de sementes/fruto quando polinizadas com outras cultivares de cruzamento compatível (Janick & Moore 1975).

Childers (1976) faz menção de que a semente estimula o desenvolvimento do tecido da maçã na sua vizinhança; um fruto com três sementes de um lado e nenhuma do outro lado, será assimétrico.

Camargo (1978) usou a 'Blackjon' como polinizadora da 'Starkrimson', e para a 'Willie Sharp' determinou a 'Blackjon' e a 'Gala'.

Produção de pólen viável e em abundância são características necessárias para que uma cultivar possa ser considerada boa polinizadora (Beattie & Folley 1977, Bidabe et al. 1973, Williams & Sims 1977). Carlone (1956) chama a atenção de que os fatores que podem afetar a fecundação são mais de natureza ambiental do que por motivos morfo-fisiológicos e genéticos.

Stott (1972) cita que o pólen da maioria das cultivares diplóides germina bem, normalmente em mais de 70%. Beaumont & Knight (1922) determinaram que estigmas de diversas cultivares têm efeitos estimulantes diferentes sobre o crescimento do tubo polínico.

Testes efetuados por Camargo (1978), em dois anos consecutivos, revelaram taxas de germinação do pólen de 33,5 e 64%, para a 'Starkrimson', e de 42,8 e 16,3% para a 'Blackjon', respectivamente. Chegou à conclusão de que há variação entre pomares e anos. O mesmo autor obteve 1.988 e 5.850 grãos de pólen, por antera, para a 'Starkrimson', e

1.688 e 4.413 grãos para a 'Blackjon', evidenciando uma grande variação de um ano para o outro.

Valores oscilando entre três e sete mil grãos de pólen/antera foram obtidos por Knowlton (1935) em seis cultivares de macieira, nos EUA. De um grupo de cultivares estudadas em Santa Catarina (Petri et al. 1976), a 'Rainha Catarina' com 4.420 grãos, e a 'PX-1033', com 8.890 grãos (melhor adaptadas), foram as que apresentaram maior quantidade de grãos de pólen por antera.

Objetivou-se, com o presente trabalho, determinar a compatibilidade das cultivares Starkrimson, Blackjon e Hawaii, quando utilizadas como polinizadoras e quando polinizadas com pólen de outras cultivares. Buscou-se conhecer, também, as suas taxas de autofertilidade e de partenocarpia, e a viabilidade e quantidade de pólen produzido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos municípios de Caçador (região preferencial III), com as cultivares de macieira (*Malus domestica*, Borkh.) Starkrimson e Blackjon, e em São Joaquim (região preferencial I) com a 'Hawaii', fazendo-se os seguintes tratamentos:

1. 'Starkrimson' x 'Gala', 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Willie Sharp', 'Granny Smith', 'Mollie's Delicious', 'Delcon' e 'Blackjon'.

- Polinização livre, autofertilidade e partenocarpia.

2. 'Blackjon' x 'Starkrimson', 'Willie Sharp', 'Gala' e 'Delcon'.

- Polinização livre, autofertilidade e partenocarpia.

3. 'Hawaii' x 'Gala', 'Fuji' e 'Golden Delicious'.

Para cada tratamento, foi utilizada a mesma cultivar como polinizadora (ciclos 1978/1979 e 1979/1980), sendo esta polinizada pela outra (ciclo 1978/1979).

Além dos tratamentos enumerados, a cultivar Starkrimson foi utilizada como polinizadora da 'Br-1' (Pome-3), e a 'Blackjon' como polinizadora da 'Golden Delicious', 'Fuji' e 'Br-1'.

Para cada cultivar, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e 50 flores por parcela. Foram usadas as flores em estágio de balão, eliminando-se as demais.

As flores foram emasculadas, eliminando-se as pétalas e as anteras, e em seguida polinizadas, aplicando-se o pólen das demais cultivares com os dedos, sobre os estigmas de cada flor.

A polinização livre foi estabelecida pela simples contagem das flores, previamente etiquetadas, e posteriormente dos frutos, estabelecendo-se a frutificação. A autofertilidade foi determinada pelo ensacamento de flores,

de modo a impedir a polinização cruzada. Para se avaliar a taxa de partenocarpia, também se procedeu ao ensacamento das flores, porém estas haviam sido emasculadas.

O pólen foi liberado de anteras extraídas de flores coletadas em estágio de balão e testado quanto a sua viabilidade, utilizando-se a metodologia mencionada por Pasqual et al. (1981). Além da contagem do número de anteras em 50 flores, determinou-se também a quantidade de pólen por antera, usando-se a metodologia descrita por Pasqual et al. (1981).

Registrou-se o número de flores polinizadas e 30 dias após, através da contagem dos frutos, foi estabelecida a frutificação. Por ocasião da colheita, avaliou-se o número de sementes por fruto colhido. Esta avaliação também foi feita para alguns frutos da cultivar Hawaii, oriundos de polinização livre.

Para efeito de análise estatística, todos os dados da frutificação foram transformados em: $\text{arc sen } \sqrt{\%}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as cultivares testadas foram compatíveis, em menor ou maior grau, com a 'Starkrimson', 'Blackjon' ou 'Hawaii' (Tabela 1). A 'Starkrimson' apresentou a melhor frutificação, quando polinizada pela 'Gala', que não diferiu da 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Willie Sharp'. Estas cultivares, de acordo com Ribeiro et al. (1980), apresentam floração coincidente, o que as credencia como polinizadoras da 'Starkrimson'. A cultivar Blackjon teve uma frutificação maior em polinização com a 'Starkrimson', sendo estatisticamente igual à 'Willie Sharp' e 'Gala'. As taxas de autofertilidade e partenocarpia de ambas as cultivares foram baixas. A frutificação da cultivar Hawaii foi maior, quando foram usadas a 'Gala' e a 'Fuji' como polinizadoras.

A frutificação apresentada pelas três cultivares, de um modo geral, foi considerada boa, se levarmos em conta a citação de Howlett (1947), de que se consegue uma produção plena com uma frutificação de 25%.

Os baixos índices de autofertilidade e partenocarpia verificados, comprovam a afirmação de inúmeros autores, de que a maioria das cultivares de macieira é auto-estéril. Este resultado faz sentir a importância da combinação de diversas cultivares com floração coincidente, para assegurar a polinização cruzada. Estas cultivares, se plantadas isoladamente sem a presença de cultivar polinizadora em suas imediações, ofereceriam resultados economicamente catastróficos. Os resultados obtidos

TABELA 1. Frutificação (%) e número de sementes por fruto das diversas polinizações efetuadas sobre as cultivares Starkrimson, Blackjon e Hawaii, em Caçador e São Joaquim, SC, 1978/1979.

'STARKRIMSON' (Caçador)			'BLACKJON' (Caçador)			'HAWAII' (São Joaquim)		
Cultivares polinizadoras	Frutificação (%)	N.º médio de sementes	Cultivares polinizadoras	Frutificação (%)	N.º médio de sementes	Cultivares polinizadoras	Frutificação (%)	N.º médio de sementes
Gala	65,98 a	3,88 b	Starkrimson	34,57 a	3,97 b	Gala	44,41 a	5,98 a
Fuji	58,16 a	4,34 ab	Willie Sharp	34,01 a	4,61 ab	Fuji	39,43 ab	5,65 a
Golden Delicious	56,99 a	—	Gala	25,57 ab	3,63 b	Golden Delicious	28,11 b	5,71 a
Willie Sharp	50,03 ab	6,00 a	Delcon	17,80 bc	3,73 b	Polinização livre	—	5,93 a
Granny Smith	83,02 bc	3,95 b	Polinização livre	26,85 ab	5,26 ab			
Mollie's Delicious	35,16 bc	—	Autofertilidade	6,95 cd	—			
Delcon	31,40 cd	3,90 b	Partenocarpia	3,54 d	—			
Blackjon	23,57 cd	2,38 b						
Polinização livre	17,03 d	3,33 b						
Autofertilidade	4,72 e	—						
Partenocarpia	3,42 e	—						
C. V. (%)	19,24	31,49		26,02	14,53		16,06	20,65

As médias seguidas da mesma letra, em cada cultivar, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

TABELA 3. Parâmetros observados na cultivar Starkrimson, em Santa Catarina, 1978/1979.

	1978				1979	
	São Joaquim	Caçador	Fraiburgo	Rio das Antas	Videira	Média
(%) Germinação do pólen	85,40	72,72	—	56,33	67,11	70,39
Nº de anteras/flor	18,0	19,4	19,5	18,6	19,1	18,9
Nº de grãos de pólen/antera	1.787	1.550	1.450	1.200	1.375	1.472,6
						Caçador
						77,57
						—
						1.550

pois elas florescem em épocas distintas. Isto é comprovado por Carlone (1956), citando que os fatores que afetam a fecundação são mais de natureza ambiental do que morfo-fisiológica e genética.

A germinação de pólen (Tabela 3) apresentou índices considerados altos, principalmente para a 'Starkrimson' e a 'Blackjon', se comparados com os obtidos por Camargo (1978). Estes índices estão de acordo com Stott (1972), que registra taxas de germinação de pólen normalmente superiores a 70% para as cultivares diplóides.

O número de grãos de pólen por antera (Tabela 3) se apresentou muito baixo, quando comparado aos valores obtidos por Knowlton (1935), que variaram de três a sete mil grãos para diversas cultivares de macieira. Números semelhantes foram obtidos por Camargo (1978), para as condições do Rio Grande do Sul; porém, repetindo as observações em dois anos subsequentes, verificou que a quantidade de pólen produzido mostrou grande variação de um ano para o outro, dentro de uma mesma cultivar.

A pequena quantidade de grãos de pólen produzidos está intimamente relacionada ao fator clima, considerando que, nestas condições climáticas, o número de horas de frio não satisfaz plenamente as necessidades da cultura da macieira, razão pela qual em outros países de condições mais apropriadas à macieira o número de grãos de pólen é bem maior.

CONCLUSÕES

1. Todas as cultivares testadas foram, em menor ou maior grau, compatíveis com a 'Starkrimson', 'Blackjon' e 'Hawaii'.

As melhores combinações foram:

a. Quando polinizadas:

'Starkrimson' x ('Gala', 'Fuji', 'Golden Delicious' e 'Willie Sharp').

'Blackjon' x ('Starkrimson', 'Willie Sharp' e 'Gala').

'Hawaii' x ('Gala' e 'Fuji').

b. Quando polinizadoras:

('Willie Sharp', 'Golden Delicious', 'Granny Smith', 'Fuji', 'Br-1' (Pome-3) e 'Mollie's Delicious') x 'Starkrimson'.

('Golden Delicious', 'Fuji' e 'Br-1' (Pome-3) x 'Blackjon'.

('Fuji' e 'Golden Delicious') x 'Hawaii'.

2. As taxas de autofertilidade e partenocarpia das cultivares Starkrimson, Blackjon e Hawaii são insuficientes para permitir uma produção comercial.

3. Há uma baixa densidade de pólen sobre os estigmas das cultivares Starkrimson e Blackjon.

4. As três cultivares testadas apresentam pólen com alto poder de germinação.

5. A quantidade de pólen produzido por antera foi baixa para as três cultivares.

AGRADECIMENTOS

O autor agrade aos proprietários da "Frutical" e ao Sr. Ulisses Balvedi, em Caçador, que tão gentilmente cederam seus pomates para o desenvolvimento deste trabalho; ao técnico em laboratório Kiyoshi Abiko, aos técnicos-agrícolas Clodival Lourenço Cidral e Érico Bleicher, e aos demais funcionários das Estações de Caçador e São Joaquim, que também colaboraram na execução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- BEATTLE, B.B. & FOLLEY, R.R.W. Production variability in apple crops. *Sci. Hortic.*, 4(6):271-9, 1977.
- BEAUMONT, J.H. & KNIGHT, L.I. Apple pollen germination studies. *Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, 19: 151-61, 1922.
- BIDABE, B.; LEZEC, M.L. & BABIN, J. Pollinisateurs des variétés de pommier inscrites au catalogue officiel des espèces et variétés de plantes cultivées en France. *Polm. Fr.*, 25(6):137-40, 1973.
- CALZONI, G.L.; ESPERANÇA, A. & BAGNI, N. *In vitro* germination of apple pollens. *Sci. Hortic.*, 10(1): 49-55, 1979.
- CAMARGO, U.A. Comportamento de algumas cultivares e seleções de macieira (*Malus pumila* Mill.) quanto a polinização, na região Sul do Rio Grande do Sul. Pelotas, UFPel, 1978. 68p. Tese Mestrado.
- CARLONE, R. Influenza del diverso momento d'impollinazione sull'allegagione e sulla crescita del tubulo pollinico nel melo Golden Delicious. *Genét. Agrár.*, 6 (6): 3-6, 1956.
- CHILDERS, N.F. *Modern fruit science*. 7.ed., New Brunswick, New Jersey, Horticultural Publications, 1976. p.128-45.
- EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Florianópolis, SC. Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina: resumo. Porto Alegre, Palloti, 1978. 70p. il.
- HOWLETT, F.S. Pollination and fruit setting of the apple tree in the North Central States. *St. Hortic. Soc. South Illinois*, 78:325-36, 1947.
- JANICK, J. & MOORE, J.N. *Advances in fruit breeding*. West Lafayette, Purdue University Press, 1975. 623p.
- JAYCOX, E.R. & OWEN, F.W. A pollination experiment using honey bees and pollen inserts to improve fruit set in a low yielding orchard. *St. Hortic. Soc. Trans.*, 98:102-7, 1964.
- KNOWLTON, H.E. The relative abundance of pollen production by varieties of apples. *Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, 32:7-9, 1935.
- MURNEEK, A. E. Apple pollination investigations. Columbia, University of Missouri, Agric. Exp. Station, 1930. (Research Bulletin, 138).
- PASQUAL, M.; PETRI, J.L. & PEREIRA, A.J. Polinização da macieira I. Cultivar Golden Delicious. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 16(2):245-51, 1981.
- PETRI, J.L.; PASQUAL, M. & PELLEGRIN, M. de. Estudo da quantidade de pólen em diversas cultivares de macieira (*Malus* sp.). IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3, Itaguai, 1975. Anais . . . Campinas, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1976. v.2, p.467-71.
- RIBEIRO, P.A.; CAMILO, A.P.; PETRI, J.L. PEREIRA, A.J. & CAMELATTO, D. Comportamento de algumas cultivares de macieira em Santa Catarina. Florianópolis, EMPASC/DID, 1980. 83p. (Bol. Tec., Ser. Fruteiras, 5).
- ROM, R.C. Variety and cultural considerations necessary to assure adequate pollination in apple orchards. *Ark. Univ. Ext. Misc. Publ.*, 127:219-25, 1970.
- STOTT, K.G. Pollen germination and pollen tube characteristics in a range of apple cultivars. *J. Hortic. Sci., London*, 47(2):191-8, 1972.
- SULLIVAN, D.T.; BURKE, G.M. & WIDMOYER, F.B. Some pollination problems of apples. *Amer. Hortic. Mag.*, 47(4):343-4, 1968.
- WILLIAMS, R.R. & SIMS, F.P. The importance of weather and variability in flowering time when deciding pollination schemes for Cox's Orange Pippin. *Expl. Hortic.*, 29:15-26, 1977.
- USHIROZAWA, K. Cultura da maçã: a experiência catarinense. Florianópolis, EMPASC, 1978. 295p.