

Raleio de frutos na cultura da macieira





Governador do Estado
João Raimundo Colombo

Vice-Governador do Estado
Eduardo Pinho Moreira

**Secretário de Estado da
Agricultura e da Pesca**
Moacir Sopelsa

Presidente da Epagri
Luiz Ademir Hessmann

Diretores

Giovani Canola Teixeira
Administração e Finanças

Ivan Luiz Zilli Bacic
Desenvolvimento Institucional

Luiz Antonio Palladini
Ciência, Tecnologia e Inovação

Paulo Roberto Lisboa Arruda
Extensão Rural



ISSN 0100-7416

Outubro/2017

BOLETIM TÉCNICO Nº 179

Raleio de frutos na cultura da macieira



2017

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1347, Itacorubi, Caixa Postal 502
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil
Fone: (48) 3665-5000, fax: (48) 3665-5010
Site: www.epagri.sc.gov.br

Editado pelo Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (DEMC)

Assessoria técnico-científica: André Luiz Kulkamp de Souza – Epagri / E.E. Videira

Editoração técnica: Paulo Sergio Tagliari

Revisão textual: Laertes Rebelo

Arte final: Victor Berretta

Primeira edição: outubro 2017

Tiragem: 600 exemplares

Impressão: Dioesc

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que a fonte seja citada.

Ficha catalográfica

PETRI, J.L.; SEZERINO, A.A.; PASA, M.S.; HAWERROTH, F.J.

Raleio de frutos na cultura da macieira. Florianópolis, SC:

Epagri, 2017. 61p. (Epagri. Boletim Técnico, 179)

Malus domestica; Raleantes químicos; Frutificação; Qualidade de frutos

ISSN 0100-7416

AUTORES

José Luiz Petri

Engenheiro-agrônomo, M.Sc.
Epagri, Estação Experimental de Caçador
Rua Abílio Franco, 1500, Caixa Postal 591
Caçador, SC
(49) 3561-6810
petri@epagri.sc.gov.br

André Amarildo Sezerino

Engenheiro-agrônomo, Dr.
Epagri, Estação Experimental de Caçador
Rua Abílio Franco, 1500, Caixa Postal 591
Caçador, SC
(49) 3561-6809
andresezerino@epagri.sc.gov.br

Mateus da Silveira Pasa

Engenheiro-agrônomo, Dr.
Epagri, Estação Experimental de São Joaquim
Rua João Araújo Lima, 102
São Joaquim, SC
(49) 3233-8414
mateuspasa@epagri.sc.gov.br

Fernando José Hawerroth

Engenheiro-agrônomo, Dr.
Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado
BR 285, km 4, Caixa Postal 1513
Vacaria, RS
(54) 3231-8310
fernando.hawerroth@embrapa.br

APRESENTAÇÃO

Entre os fatores que mais oneram o custo de produção na cultura da macieira pode-se citar a mão de obra necessária para algumas atividades, como o raleio de frutos. Atualmente, a utilização de técnicas que aumentem a competitividade dos pomares por meio da redução do uso de mão de obra e do aumento da produção de frutos de qualidade é fundamental para o sucesso da atividade. Diversos países com tradição na produção de frutos têm utilizado técnicas modernas de raleio, reduzindo drasticamente o tempo necessário para a realização dessa atividade, o que gera grande economia e aumenta o lucro do produtor.

Esta publicação tem por objetivo apresentar resultados de pesquisa obtidos em estudos realizados pela Epagri no desenvolvimento de tecnologias de raleio que permitem a redução do uso de mão de obra, o aumento da produção e da qualidade de frutos, desenvolvidos nas condições climáticas do sul do Brasil.

A obra é destinada a técnicos da área e permite que o leitor compreenda alguns aspectos práticos como a capacidade de produção por planta, a intensidade de raleio a ser realizada, as formas de executar o raleio (manual, mecânico ou químico) e a época de aplicação de produtos com ação raleante, bem como fatores que afetam a eficiência do raleio e os principais raleantes químicos disponíveis.

A Diretoria Executiva

SUMÁRIO

1 Introdução	9
2 Intensidade do raleio	14
2.2 Capacidade de produção (CP)	16
2.3 Área da secção do tronco	16
2.4 Distância entre os frutos	16
2.5 Tamanho dos frutos.....	16
3 Formas de realizar o raleio.....	17
3.1 Raleio manual.....	17
3.2 Raleio mecânico.....	21
3.3 Raleio químico	22
3.3.1 Estádio de aplicação	26
3.3.2 Redução da diferenciação floral	26
3.3.3 Raleio de floração.....	27
3.3.4 Raleantes em pós-floração	36
3.3.4.1 Estágio de aplicação de raleantes químicos em pós-floração.....	50
3.3.4.1.1 Queda das pétalas a 10 dias após a plena floração (DAPF)	51
3.3.4.1.2 Frutos de 5 a 10mm.....	51
3.3.4.1.3 Frutos de 11 a 20mm.....	52
3.3.4.1.4 Frutos acima de 21mm.....	53
3.3.5. Fatores que afetam o raleio.....	53
3.3.6. Principais raleantes químicos	54
3.3.6.1 Ácido Naftaleno Acético (ANA).....	54
3.3.6.2 Carbaryl	54
3.3.6.3 Ethephon	55
3.3.6.4 Benziladenina (BA)	55
3.3.7. Combinação de raleantes	55
3.3.8. Considerações finais	56
Referências	57

1 Introdução

O raleio é uma das práticas mais antigas na cultura da macieira sem a qual não seria possível produzir frutos de qualidade. Sob condições ideais, 5 a 10 % das flores fecundadas são suficientes para propiciar uma produção normal na macieira. Porém, em condições ambientais e de desenvolvimento normal da frutificação efetiva, essa quantidade tende a ser excessiva, necessitando a remoção de parte dos frutos para atingir tamanho comercial e evitar a alternância de produção (Figuras 1, 2, 3 e 4).



Figura 1. Frutificação excessiva em ramos de macieira, cv. Gala



Figura 2. Frutificação excessiva em ramos de macieira, cv. Fuji Suprema



Figura 3. Excessivo número de frutos por inflorescência



Figura 4. Distribuição homogênea dos frutos obtida por meio do raleio

Mesmo quando devidamente podadas, a maioria das espécies frutíferas apresenta frutificação superior à capacidade de produção (BYERS & MARINI, 1994). Quando muitos frutos se desenvolvem na planta simultaneamente, eles geralmente não adquirem adequado tamanho e qualidade no momento da colheita em decorrência da quantidade insuficiente de área foliar para suprir a demanda de assimilados para o desenvolvimento dos frutos (WERTHEIM & WEBSTER, 2005). Dessa forma, o raleio é necessário para ajustar o número de frutos na planta, de forma que os frutos restantes apresentem tamanho adequado à aceitação comercial (REIGHARD et al., 2006). Outra característica dessa espécie é a capacidade de fixação de quatro ou mais frutos por inflorescência (Figura 3), o que exige a retirada do excesso, mantendo-se no máximo dois. Além disso, o retorno de floração no ano seguinte pode ser reduzido (BYERS & CARBAUGH, 2002).

Para obter mercado seguro e manter a cultura da macieira economicamente viável é necessária a produção anual de frutos com maior calibre e uniformidade de tamanho, sendo necessária a regularização da produção para evitar a alternância da produção (Figura 4). Dessa forma, o raleio é necessário para ajustar o número de frutos na planta, de forma que

os frutos restantes apresentem tamanho adequado à aceitação comercial. Por outro lado, o raleio também é de extrema importância para equilibrar o desenvolvimento vegetativo-produtivo das plantas, minimizando o consumo de reservas e síntese de giberelinas pelas sementes em anos com excessiva frutificação, os quais podem determinar a ocorrência de produções alternadas entre anos, principalmente em cultivares suscetíveis à ocorrência desse fenômeno, como a 'Fuji'.

A concorrência entre frutos por carboidratos pode diminuir a atividade mitótica na fase inicial de desenvolvimento dos frutos, comprometendo o seu crescimento mesmo quando a carga é posteriormente ajustada aos níveis recomendados (STOVER et al., 2001). Então, para evitar a alternância de produção e obter o máximo efeito no crescimento dos frutos, o raleio deverá ser realizado antes de terminar o período de divisão celular dos frutos, ou seja, até aproximadamente 30 dias após a plena floração (Figura 5).



Figura 5. Período de divisão celular e expansão celular para determinação do período efetivo de raleio

Fonte: Adaptado de Lakso e Goffinet, 2013.

Entre as formas de remover o excesso de frutos destaca-se o raleio manual, que consiste na retirada dos frutos manualmente ou com tesouras, e o raleio químico, feito com o uso de substâncias químicas que desencadeiam o processo fisiológico e bioquímico de abscisão peduncular em parte dos frutos.

O raleio manual, além de ser uma prática que exige elevada mão de obra, é difícil de realizar no período adequado e tem um custo elevado, conduzindo a diminuição da eficácia do raleio no aumento do calibre dos frutos e na melhoria da qualidade da floração no ano seguinte, visto que o raleio realizado até 30 dias após a plena floração proporciona benefícios importantes. Qualquer estresse na planta neste período, como o excesso de frutos, reduz o número de células e afeta o tamanho final dos frutos. Nesse contexto, o raleio químico é de fundamental importância, pois elimina o excesso de frutos em um curto período, além de impedir a competição entre os frutos e reduzir os custos com mão de obra.

O raleio químico da macieira é uma prática utilizada comercialmente na Europa e Estados Unidos, podendo ser realizado tanto na floração quanto em pós-floração quando os frutos estiverem com até 15mm de diâmetro. Normalmente os benefícios e as razões para a utilização de raleio químico são observados na hora da colheita, com a uniformidade no calibre dos frutos, e também na floração do ano seguinte, pelo incremento da quantidade e da qualidade de gemas e flores. Contudo, muitas vezes a decisão sobre a realização do raleio químico é tomada sem uma análise da planta e das condições ambientais, o que pode levar a resultados inconsistentes e variáveis. É importante que se faça uma análise para definir os produtos e o momento mais adequado para a aplicação.

A prática do raleio químico não elimina a necessidade de um repasse manual, porém os produtores terão maior flexibilidade de tempo para a sua realização, visto que o raleio químico elimina a grande competição pela alta frutificação logo após a floração, momento este importante para definir o tamanho dos frutos.

Um dos grandes problemas dos pomares de macieira é o excesso de frutificação e a aglomeração de frutos em determinados ramos, principalmente na parte superior da planta. Isso indica que se pode estimar a produtividade pela amostragem do número de frutos por planta após o raleio e que se deve ter uma distância mínima adequada entre um fruto e outro.

Dada a importância do tema para a cultura da macieira foram desenvolvidos vários trabalhos que estão condensados nesta publicação. Com base nos resultados apresentados, espera-se contribuir para a cadeia produtiva da maçã e a melhoria da qualidade dos frutos.

2 Intensidade do raleio

São vários os critérios para determinar o número de frutos ideal a ser deixado por planta ou hectare. Tais critérios diferem em função de diversos fatores, devendo-se levar em consideração a densidade de plantio, a produtividade desejada, o tamanho dos frutos e o cultivar (Tabelas 1 e 2).

Número de frutos por inflorescência – Em condições de alta frutificação deve-se deixar um fruto por inflorescência, mantendo-se o fruto central. Quando a frutificação não é intensa pode-se deixar de um a três frutos por inflorescência, sendo que três só devem ser mantidos em estruturas de frutificação do tipo brindila, dois em esporões fortes e um em esporões fracos (Tabela 3 e 4), sendo recomendado evitar manter frutos em gemas axilares. Deve-se realizar o raleio seletivo conforme o potencial nutricional das inflorescências, ou seja, só manter três frutos por inflorescência quando o ramo junto aos frutos estiver com crescimento novo vigoroso. Em cultivares que tenham pedúnculo curto deve-se evitar mais que um fruto por inflorescência.

Tabela 1. Número de frutos por planta para diferentes produtividades e densidade de plantio a considerar pós-raleio (7 frutos kg^{-1} nas regiões acima de 1000m de altitude e 8 frutos kg^{-1} nas demais regiões).

Número de plantas por hectare	Espaçamento (m)	Número de frutos por planta							
		Produtividade (t ha^{-1})							
		20	25	30	35	40	45	50	60
4762	3,5x0,6	33	42	50	59	67	75	84	101
3575	3,5x0,8	45	56	67	78	89	101	112	134
3125	4,0x0,8	51	64	77	90	102	115	128	154
2857	3,5x1,0	56	70	84	98	112	126	140	168
2777	4,5x0,8	58	72	86	101	115	130	144	173
2500	4,0x1,0	64	84	96	112	128	144	160	192
2222	4,5x1,0	72	90	108	126	144	162	180	216
2083	4,0x1,2	77	90	115	134	154	173	192	230
1666	4,0x1,5	96	120	144	168	192	216	240	238
1481	4,5x1,5	108	135	162	189	261	243	270	324
1111	4,5x2,0	144	180	216	252	288	324	360	432
1000	5,0x2,0	160	200	240	280	320	360	400	480
666	5,0x3,0	240	300	360	420	480	540	600	721
500	6,0x3,3	320	400	480	560	640	720	800	960

Fonte: Petri et al., 2006.

Tabela 2. Número de frutos por hectare para diferentes produtividades a considerar pós-raleio (8, 7 e 6 frutos.kg⁻¹).

Produtividade (t/ha)	Número de frutos por hectare		
	8 frutos kg ⁻¹ (125 g)	7 frutos kg ⁻¹ (143 g)	6 frutos kg ⁻¹ (167 g)
20	160.000	140.000	120.000
25	200.000	175.000	150.000
30	240.000	210.000	180.000
35	280.000	245.000	210.000
40	320.000	280.000	240.000
45	360.000	315.000	270.000
50	400.000	350.000	300.000
60	480.000	420.000	360.000
70	560.000	490.000	420.000
80	540.000	560.000	480.000

Tabela 3. Produção por planta (kg), número de frutos por planta e massa dos frutos (g) em função do número de frutos por inflorescência, no cv. 'Fuji Suprema'. Fraiburgo, SC, 2014.

Tratamentos	Produção por planta (kg)	Número de frutos por planta	Massa dos frutos (g)
1. Sem raleio	29.76 a	276.29 a	109.66 c
2. Um fruto	19.80 a	142.00 b	140.51 ab
3. Dois frutos	30.06 a	206.43 ab	147.08 a
4. Três frutos	23.37 a	198.71 ab	121.84 bc
5. Quatro frutos	31.68 a	243.86 ab	132.14 ab
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.			

Tabela 4. Porcentagens de frutos em classes de calibre em função do número de frutos por inflorescência, cv. 'Fuji Suprema'. Fraiburgo, SC, 2014.

Tratamentos	Calibre dos frutos (%)					
	<110	135	150	165	180	>198
1. Testemunha	7.99 c	8.69 b	9.51 b	10.37 a	11.15 a	52.29 a
2. Um fruto	26.15 ab	22.16 a	13.99 ab	9.98 a	8.03 a	19.69 bc
3. Dois frutos	31.49 a	23.36 a	12.34 ab	10.71 a	7.73 a	14.36 c
4. Três frutos	16.07 bc	16.43 a	12.64 ab	12.31 a	10.54 a	32.00 b
5. Quatro frutos	16.57 bc	22.12 a	15.85 a	12.07 a	9.92 a	23.48 bc
Média geral	19.66	18.55	12.87	11.09	9.48	28.36
Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.						

2.2 Capacidade de produção (CP)

Expressa em volume de copa (m^3), a capacidade de produção é calculada por amostragem do pomar por meio da fórmula: $CP = \text{Diâmetro médio da copa} \times \text{altura média da copa}$ (Figura 8). A CP por hectare é o resultado do produto entre a CP por planta e o número de plantas por hectare. Em pomares adultos considera-se ideal uma CP de $5.000\text{m}^3/\text{ha}$, mantendo-se 120 a 150 frutos por m^2 de copa (EBERT et al., 1987).

2.3 Área da secção do tronco

Consiste em associar a área da secção do tronco medida a 20cm acima do nível do solo, variando de 4 a 6 frutos por cm^2 , sendo que, quanto maior a densidade de plantas por hectare, menor o número de frutos por cm^2 de tronco.

2.4 Distância entre os frutos

Deve-se manter uma distância de 8 a 10cm entre os frutos para evitar aglomeração ou concentração em determinadas partes da planta.

2.5 Tamanho dos frutos

Eliminar todos os frutos que tiverem tamanho inferior a 50% dos frutos de maior tamanho, ajustando-se o número de frutos à capacidade de produção por planta. Frutos com menor tamanho no momento do raleio permanecerão menores até a colheita (Figuras 6 e 7).

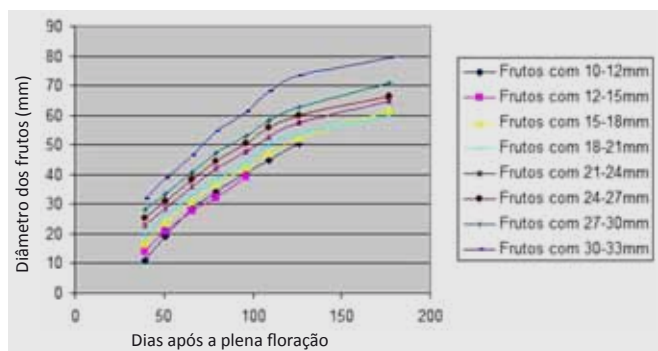


Figura 6. Curva de crescimento de frutos de Brindilas, cv. Fuji, de diferentes calibres aos 39 dias após plena floração (DAF)

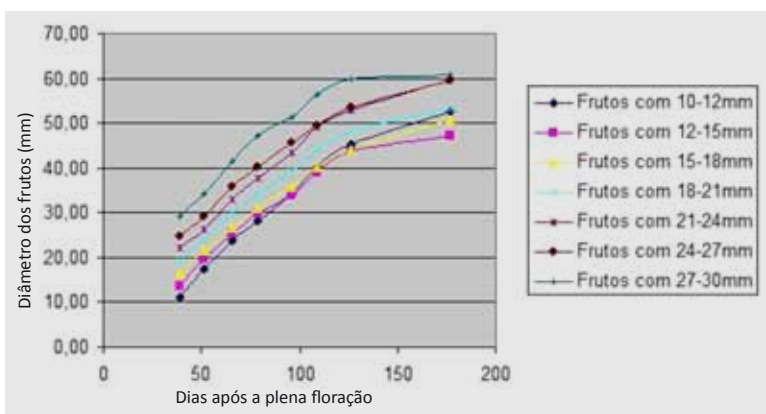


Figura 7. Curva de crescimento de frutos de esporão, cv. Fuji, de diferentes calibres aos 39 dias após plena floração DAPF

3 Formas de realizar o raleio

3.1 Raleio manual

São vários os critérios relacionados à intensidade do raleio manual, destacando-se o número de frutos por m^2 de copa que varia de 120 a 150 frutos/ m^2 para as principais cultivares. Também pode ser utilizado o número de frutos por inflorescência, onde se elimina todos os frutos em esporões fracos, mantendo-se um fruto por inflorescência em esporões fortes e até dois frutos em brindilas. Deve-se evitar a produção em gemas axilares e observar a distância entre frutos que deve ser de 8 a 10 cm. Na realização do raleio, o produtor deverá estar atento ao potencial de produção de seu pomar e com isso definir o número de frutos que deverá manter em cada planta, de acordo com a densidade de plantio e produtividade desejada. (Tabela 1 e 2).

Tabela 5. Efeito da época do raleio manual no número de frutos por planta (NFP), produção por planta, frutos por Kg e massa médio dos frutos (PMF), no cultivar Fuji no município de Fraiburgo, SC

Tratamento	NFP	PROD (kg)	FR/KG	MMF (g)
Sem raleio	1042 a	105 a	9 a	102 e
7 DAPF	326 c	54 b	5 cd	168 ab
14 DAPF	398 bc	58 b	6 bcd	147 abcd
21 DAPF	399 bc	68 b	5 d	170 a
28 DAPF	398 bc	62 b	6 bcd	156 abcd
35 DAPF	474 bc	63 b	7 bc	132 cd
42 DAPF	374 bc	60 b	6 cd	160 abc
49 DAPF	454 bc	68 b	6 bcd	151 abcd
56 DAPF	512 b	75 b	6 bcd	146 abcd
63 DAPF	382 bc	63 b	6 cd	166 ab
70 DAPF	369 bc	54 b	6 bcd	148 abcd
77 DAPF	396 bc	59 b	6 bcd	152 abcd
84 DAPF	351 bc	48 b	7 bcd	138 bcd
91 DAPF	458 bc	61 b	7 bc	135 cd
98 DAPF	453 bc	57 b	7 b	128 de

NFP = número de frutos por planta; **PROD** = produção por planta; **FR/KG** = frutos por quilograma de fruto; **MMF** = massa médios dos frutos; **DAPF** = dias após a plena floração. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância

Tabela 6. Porcentagem de frutos obtidos nos diferentes diâmetros por tratamento

TRAT*.	DIÂMETRO DOS FRUTOS (mm)								
	>55	60	65	70	75	80	85	90	95
Sem raleio	18,00	24,00	26,33	19,33	9,67	2,33	0,33	0,00	0,00
7 DAPF	3,33	4,67	6,33	20,00	23,33	23,00	12,00	5,33	2,00
14 DAPF	4,67	6,00	12,33	18,33	26,67	14,33	12,00	4,00	1,67
21 DAPF	1,00	5,33	6,67	17,00	23,67	19,33	16,33	8,33	2,33
28 DAPF	2,00	6,67	12,00	20,00	24,67	20,00	9,67	4,33	0,67
35 DAPF	6,00	13,00	20,00	24,00	22,33	9,33	4,33	1,00	0,00
42 DAPF	0,00	4,67	13,67	24,33	29,67	14,33	9,67	1,67	2,00
49 DAPF	2,00	3,67	13,00	21,67	30,67	18,67	6,33	3,33	0,67
56 DAPF	1,67	3,33	13,33	22,67	27,67	19,00	7,00	4,33	1,00
63 DAPF	0,33	2,00	7,33	20,33	30,33	23,67	12,33	2,67	1,00
70 DAPF	4,67	8,67	26,00	22,00	19,67	12,33	5,33	1,33	0,00
77 DAPF	1,33	5,67	8,33	28,33	28,67	16,33	8,67	1,67	1,00
84 DAPF	4,33	4,67	15,33	28,00	27,33	13,33	5,33	1,67	0,00
91 DAPF	7,00	8,00	19,67	23,67	24,67	11,67	4,33	1,00	0,00
98 DAPF	5,67	8,67	19,00	30,33	21,33	11,33	3,00	0,67	0,00

São inúmeros os relatos a respeito da prática do raleio manual na macieira, tendo como benefícios o incremento no tamanho dos frutos, melhoria na sua qualidade e redução da alternância de produção, mantendo produção constante anualmente (COSTA, 2013). Contudo, como é uma prática que demanda grande quantidade de mão de obra em um curto período e que depende das condições climáticas, pois períodos de chuva interferem no rendimento, nem sempre são obtidos os efeitos positivos, principalmente quando se objetiva minimizar os problemas de alternância de produção. Em plantas com alta produtividade, com o atraso na realização do raleio, é observada redução na formação de gemas floríferas para o próximo ciclo. A realização do raleio na época adequada (até 40 dias após a plena floração), com frutos que tenham no máximo 12mm de diâmetro, muitas vezes é mais importante que a intensidade do raleio, pois após um determinado período as respostas são menores em relação ao calibre e à massa média dos frutos (Tabelas 5 e 6). O problema é que nem sempre os produtores conseguem realizar o raleio manual em um período inferior a 30 dias após a plena floração, deixando com isso de aproveitar os efeitos benéficos do raleio. Além disso, é uma prática que depende das condições climáticas, uma vez que períodos longos de chuva interferem no rendimento dos trabalhadores. Para evitar a alternância de produção e obter o máximo efeito no crescimento dos frutos o raleio manual deve ser realizado antes de terminar o período de divisão celular (Figura 5).

O raleio manual poderá ser realizado com as mãos ou com tesoura de ponta fina, tendo-se o cuidado de manter o pedúnculo na inflorescência para evitar lesões na base do pedúnculo, o que pode levar à queda dos frutos remanescentes (Figura 9). O recomendado é que se mantenha um fruto por inflorescência, devendo permanecer o fruto central que em geral é o de maior tamanho. Caso permaneçam dois ou três frutos por inflorescência, o fruto central deve ser eliminado para proporcionar maior espaço entre os frutos remanescentes e evitar seu desprendimento (Figura 10).

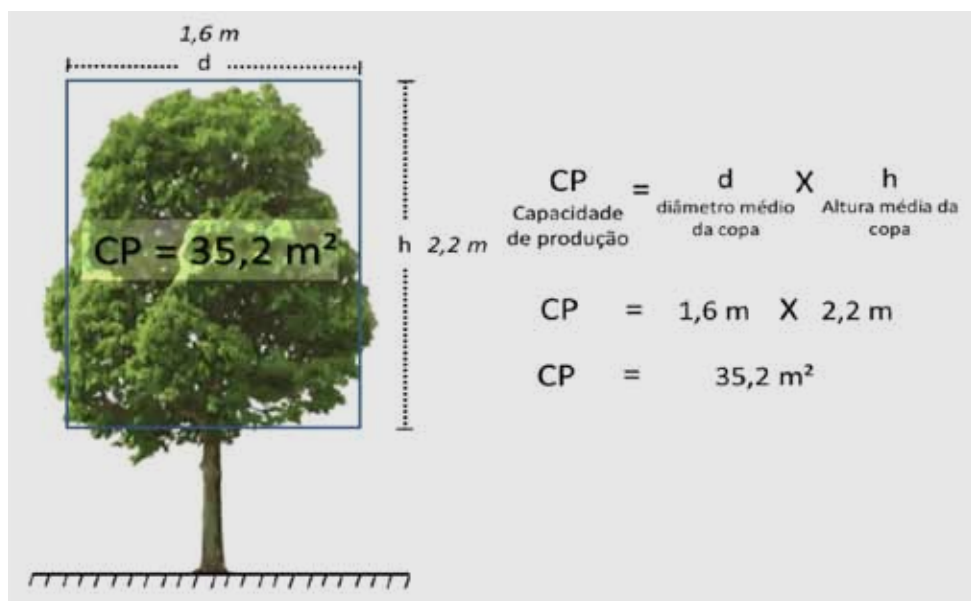


Figura 8. Medidas da silhueta da copa (altura e diâmetro médio da copa) utilizadas para determinar a capacidade de produção (CP) das plantas



Figura 9. Raleio manual dos frutos, mantendo-se o pedúnculo



Figura 10. Raleio manual em que se mantem mais de um fruto, retirando-se o fruto central

3.2 Raleio mecânico

O raleio mecânico pode ser efetuado com auxílio de implementos que provocam vibrações no tronco ou nas ramificações mais vigorosas da planta (DENNIS JR., 2000). Vários raleantes mecânicos têm sido avaliados ao longo dos anos, como implementos que causam vibração nos troncos (BERLAGE & LANGMO, 1982), instrumentos eletrodinâmicos de baixa frequência, jatos de água de alta pressão (BYERS, 1990) e implementos com cortinas rotativas (BAUGHER et al., 1991). Por meio do raleio mecânico não se pode fazer uma seleção dos frutos, fazendo com que normalmente os maiores sejam eliminados, mas é utilizado como método preliminar ao raleio manual, devido a sua maior rapidez e praticidade. Muitos produtores têm modificado sistemas de condução das plantas, diminuindo a largura das copas, visando maximizar a utilização de métodos mecânicos no raleio dos frutos e viabilizar seu uso na produção comercial (GLENN et al., 1994; MILLER, 2006). Segundo Dennis Jr. (2000), o uso de técnicas de raleio mecânico causa danos em ramos e nas folhas das plantas, sobretudo em macieiras, porém essa modalidade de raleio tem sido amplamente empregada na Europa, em sistemas de produção que não restringem o uso de determinadas substâncias no raleio químico, como o sistema de produção orgânica de frutos.

3.3 Raleio químico

Diversas práticas culturais são utilizadas para aumentar a frutificação efetiva. A utilização de alto percentual de polinizadoras, a introdução de abelhas e o uso de reguladores de crescimento são alguns exemplos. Os modernos sistemas de produção em alta densidade dependem de estratégias de manejo cultural intensivas para obter altas produções com qualidade (BASAK, 2006). Neste sentido, o uso eficiente de tecnologias existentes, assim como a adoção de novas tecnologias nos sistemas de produção da macieira, tornam-se fundamentais para obtenção de frutos com a qualidade exigida pelo mercado consumidor. Entre as técnicas que podem ser implementadas no manejo da cultura da macieira, o raleio químico insere-se como um meio fundamental para melhorar a qualidade dos frutos e elevá-la a níveis compatíveis com a demanda do mercado consumidor.

O raleio químico é de extrema importância para equilibrar o desenvolvimento vegetativo-produto das plantas, minimizando o consumo de reservas e a síntese de giberelinas pelas sementes em anos com excessiva frutificação, os quais podem determinar a ocorrência de produções alternadas entre anos. Na cultura da macieira, os custos com raleio mostram-se igualmente onerosos, sendo a necessidade de raleio manual estimada em 30 a 70 dias/homem por hectare de pomar. Com a adoção do raleio químico há uma significativa redução do número de frutos raleados manualmente, com consequente redução de mão de obra (Tabelas 7, 8 e 9).

Segundo Costa et al. (2006), dentre os métodos disponíveis para efetuar o raleio, o químico é o mais promissor, pois é uma operação rápida que permite o raleio de flores e frutos no momento adequado, reduzindo significativamente os custos de produção com mão de obra quando comparado ao raleio manual. No sistema de produção da macieira, o número de frutos por planta pode ser ajustado por meio do raleio químico em floração e pós-floração, e o raleio manual (DENNIS JR., 2000).

De acordo com Wertheim e Webster (2005), é possível realizar o raleio químico na macieira de duas formas: por meio do uso de substâncias químicas que inibem a formação de gemas floríferas, diminuindo a densidade de floração; pelo uso de substâncias que induzem a abscisão de flores ou frutos quando aplicadas na floração ou em pós-floração. A diminuição da densidade de floração pelo uso de fitorreguladores mostra-se uma alternativa, preferencialmente em espécies que apresentam abundante florescimento,

como em muitos cultivares de ameixeira e pessegueiro. Assim, o uso de fitorreguladores com ação de giberelinas pode reduzir a formação de gemas florais para o ciclo de produção posterior e, conseqüentemente, diminuir a necessidade de raleio em função do menor número de flores por planta.

Trabalhos realizados por Gonzales-Rossia et al. (2006) mostram a possibilidade de reduzir 50 a 75% de gemas de flor pelo uso do ácido giberélico em espécies do gênero *Prunus*, diminuindo consideravelmente a necessidade de raleio manual. De acordo com Greene (2003), essa alternativa mostra-se inviável na regulação do florescimento da macieira, visto que muitos cultivares são propensos à alternância de produção, com insuficiente formação de flores para adequada frutificação nos ciclos de produção posteriores. A aplicação de substâncias com ação raleante na floração ou quando os frutos se encontram no início do desenvolvimento constitui uma alternativa possível de ser utilizada no manejo em pomáceas. A escolha da realização do raleio químico na floração ou em pós-floração deve levar em consideração a possibilidade de ocorrência de problemas durante a floração que repercutem na diminuição da frutificação, a exemplo de geadas tardias (WERTHEIM & WEBSTER, 2005). Assim, em cultivares precoces cultivados em regiões propensas à ocorrência de geadas tardias, o raleio em pós-floração é o mais indicado, apesar da resposta dos fitorreguladores no raleio apresentar-se superior quando aplicados na floração.

Segundo Byers (2003), as substâncias raleantes podem ser divididas em substâncias de ação cáustica, e substâncias com ação hormonal. Entre as substâncias cáusticas, destacam-se o tiossulfato de amônio (ATS), a ureia, a cianamida hidrogenada, a calda sulfocálcica, os óleos vegetais e outros compostos à base de enxofre. Segundo Osborne et al. (2006), tais substâncias causam danos nos tecidos do estigma e do estilete das flores, assim como grãos de pólen, limitando a polinização e fertilização de algumas flores. Entre as substâncias com ação hormonal podem ser citados o ácido naftaleno acético (ANA), o carbaryl, o Ethephon, a benziladenina, metramitron, ácido giberélico e o ácido abscísico. Essas substâncias mostraram-se preferenciais no raleio químico em relação a substâncias cáusticas pela sua maior seletividade no raleio, induzindo a abscisão de flores e frutos com menor capacidade de crescimento. Além disso, a maioria dos raleantes químicos com ação cáustica pode induzir a ocorrência de problemas na epiderme dos frutos, como ‘russetting’ e manchas lenticulares, de modo a comprometer a qualidade visual e comercial dos frutos.

Tabela 7. Número de frutos por planta, número de frutos raleados e % de frutos raleados do cultivar de macieira Fuji Suprema, Fraiburgo, SC, 2010.

Tratamentos	Nº frutos planta ⁻¹	Nº de frutos raleados	% de frutos raleados
Raleio manual	320,7 a	96,17 a	41,3 a
BA 80 mg L ⁻¹ (frutos de 5 a 8 mm)	210,5 ab	50,00 ab	21,5 ab
BA 80 mg L ⁻¹ (frutos de 10 a 15 mm)	214,5 ab	61,50 ab	26,4 ab
BA 120 mg L ⁻¹ (frutos de 5 a 8 mm)	164,0 b	27,00 b	11,6 b
BA 120 mg L ⁻¹ (frutos de 10 a 15 mm)	247,3 ab	42,67 ab	18,3 b
BA 80 mg L ⁻¹ + Carbaryl 1000 mg L ⁻¹ (frutos com 10 a 15 mm)	153,3 b	36,17 b	15,5 b
BA 120 mg L ⁻¹ + Carbaryl 1000 mg L ⁻¹ (frutos de 10 a 15 mm)	172,0 b	46,50 ab	20,0 ab
BA 120 mg L ⁻¹ + Carbaryl 1000 mg L ⁻¹ (frutos com 15 a 20 mm)	264,7 ab	59,67 ab	25,6 ab
BA 80 mg L ⁻¹ (frutos 10 a 15 mm) + Promalin 0,5 L ha ⁻¹ (estádio G + 7DA)	220,2 ab	46,00 ab	19,7 ab

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo. BA: Benziladenida

Tabela 8. Número de frutos antes e após o raleio e porcentagem de frutos caídos na macieira ‘Fred Hough’ com diferentes tratamentos de raleio químico. Caçador, SC, 2015.

Tratamentos	Número de frutos		Frutos caídos (%)
	Antes do raleio	Após o raleio	
Controle – sem raleio	43,8 ^{ns}	36,5 a	14,7 b
BA 40 mg L ⁻¹ (5 - 15mm)	44,2	34,5 a	22,9 b
MM 384 mg L ⁻¹ (5 - 15mm)	39,2	26,5 a	30,2 b
MM 768 mg L ⁻¹ (5 - 15mm)	46,7	14,3 b	72,6 a
BA 40 mg L ⁻¹ + Ethrel® 1,5L/ha (5 - 15mm)	51,3	23,3 b	53,6 a
BA 40 mg L ⁻¹ + MM384 mg L ⁻¹ (5 - 15mm)	45,2	16,3 b	63,5 a
BA 40 mg L ⁻¹ + MM 768 mg L ⁻¹ (5 - 15mm)	52,3	11,3 b	78,8 a
BA 40 mg L ⁻¹ + MM 384 mg L ⁻¹ (15 - 20mm)	49,3	40,2 a	21,0 b
MM 384 mg L ⁻¹ (15-20mm)	56,5	48,5 a	15,4 b
CV%	19,42	26,67	28,41

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo. MM: metamitron, BA: benziladenina.

Tabela 9. Efeito de diferentes tratamentos para raleio químico nos componentes produtivos de macieiras ‘Gala’ e ‘Fuji’ *standard* na safra 2014/2015. São Joaquim, SC.

Tratamento	NFI	NFR ²	NFP	PP	MF	Pd
-----Gala-----						
Raleio manual	1.54 a ¹	375.67 a	256.0	33.2	130.3 b	55.3
Maxcel (50 mg L ⁻¹ i.a.) ³	1.17 b	213.0 b	303.8	38.9	137.6 b	64.8
Maxcel (75 mg L ⁻¹ i.a.)	0.97 b	203.8 b	255.8	37.2	145.4 a	62.1
Maxcel (100 mg L ⁻¹ i.a.)	1.06 b	185.3 b	219.0	31.7	147.1 a	52.8
ANA (7,5 mg L ⁻¹) + Maxcel (75 mg L ⁻¹ i.a.)	0.89 b	189.8 b	230.8	33.7	146.2 a	56.2
<i>p</i>	0.03	<0.01	0.68	0.76	0.003	0.76
-----Fuji-----						
Raleio manual	1.79 a	417.7 a	344.3	55.3	161.4 b	92.2
Maxcel (75 mg L ⁻¹ i.a.)	1.18 b	244.0 b	264.3	45.3	170.9 b	75.6
Maxcel (100 mg L ⁻¹ i.a.)	0.75 c	173.0 b	248.0	44.0	177.2 a	73.3
Maxcel (125 mg L ⁻¹ i.a.)	0.84 c	222.25	285.8	53.2	187.7 a	88.6
ANA (10,5 mg L ⁻¹) + Maxcel (100 mg L ⁻¹ i.a.)	1.17 b	164.3 b	226.3	40.9	186.9 a	68.2
<i>p</i>	<0.001	<0.01	0.47	0.64	0.03	0.64

NFI: Número frutos por inflorescência; NFR: Número de frutos raleados; NFP: Número de frutos por planta; PP: Produção por planta (kg); MF: Massa de fruto (g), Pd: Produtividade (t ha⁻¹).

¹Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

²Número de frutos removidos no repasse manual aproximadamente 40 dias após a plena floração.

³Os tratamentos com Maxcel foram aplicados quando os frutos apresentavam diâmetro entre 5 a 10mm.

Máximo efeito no tamanho dos frutos e retorno da floração ocorrem quando o raleio é realizado durante ou logo após a floração (QUINLAN & PRESTON, 1968, KNIGHT & SPENCER 1987). Segundo Wertheim (1997), três estratégias podem ser utilizadas no raleio com reguladores de crescimento: a inibição da indução floral, a ação tóxica sobre as flores evitando a germinação dos grãos de pólen no estigma e a abscisão dos frutos após a fecundação. Este último método é o preferido pelos produtores, pois a frutificação efetiva já está definida.

Fatores ambientais afetam a eficiência dos raleantes químicos. Contudo é difícil separar esses fatores, pois influenciam temperatura, umidade, insolação ou a interação dos mesmos, que podem influenciar antes, durante ou após a aplicação dos reguladores de crescimento, os quais ainda estão associados a fatores inerentes à planta, tais como

disponibilidade de substâncias de reservas (carboidratos), cultivar, tamanho dos frutos e raleante utilizado (Figura 11).

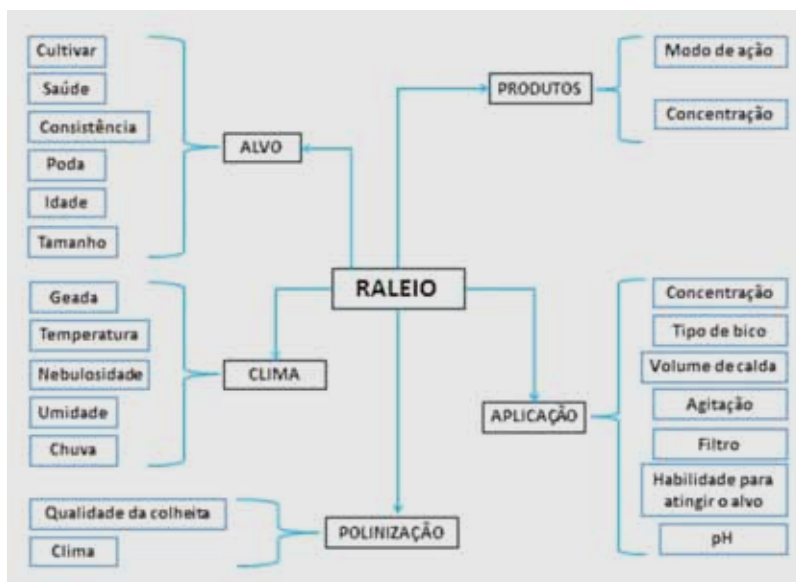


Figura 11. Fatores relacionados a eficiência no raleio químico de frutíferas

3.3.1 Estádio de aplicação

Raleantes químicos podem ser aplicados em um amplo período. Seus efeitos podem variar desde a plena floração até 60 dias após, dependendo do raleante utilizado e das condições ambientais, principalmente a temperatura. Para cada estágio de desenvolvimento exigem-se diferentes estratégias como tipo de produto, concentração e intensidade de raleio. Porém, em geral, os raleantes químicos têm maior eficiência quando são aplicados mais perto da plena floração.

3.3.2 Redução da diferenciação floral

Para cultivares que apresentam abundante florescimento e posteriormente são verificados altos índices de frutificação efetiva, a redução da carga de frutos pode ser efetuada através da diminuição da formação de gemas de flor para o ciclo de produção posterior.

Segundo Greene (1989), o ácido giberélico (GA3) e o GA4+7 podem ser aplicados durante as primeiras 4 semanas após a floração das macieiras, em concentrações de 50 a 200 mg L⁻¹, a fim de reduzir a formação de gemas de flor para o ano seguinte. Para Greene (2003), essa alternativa se mostra inviável na regulação do florescimento em macieiras em função de vários efeitos colaterais negativos causados pelo uso das giberelinas. Segundo Bramlage et al. (1990), o uso de giberelinas pode reduzir o número de sementes formadas, o que pode prejudicar a mobilidade e a absorção do cálcio pelos frutos. A redução da intensidade de floração pelo uso de giberelinas pode comprometer drasticamente a capacidade produtiva de macieiras, quando as condições climáticas durante a floração não forem favoráveis à polinização (WERTHEIM & WEBSTER, 2005). Essa prática em macieira só deverá ser utilizada em cultivares do tipo ‘spur’ que se caracterizam pela alta formação de órgão de frutificação ou em cultivares que tenham formação de gemas floríferas em ramos do ano.

3.3.3 Raleio de floração

Raleio de floração é uma estratégia que só deve ser utilizada em regiões que não apresentem risco de ocorrência de geada em pós-floração e em espécies e cultivares que apresentem alta e constante frutificação efetiva. Contudo, o raleio de floração é importante, pois responde melhor no aumento do tamanho dos frutos principalmente quando se trata de cultivar precoce e de frutos de tamanho pequeno, sendo muito importante também no retorno da floração.

Os raleantes de floração podem ser divididos em dois grupos: os de ação cáustica, que inibem a germinação dos grãos de pólen no estigma, e os que aumentam a formação de etileno das flores induzindo a queda de flores ou a senescência do óvulo, o que também pode contribuir para aumentar a abscisão das flores.

O raleio químico de flores permite a redução do potencial excessivo de frutificação precocemente (MELAND, 2004), diminuindo a competição por carboidratos no florescimento, a qual pode comprometer o crescimento dos frutos (STOVER et al., 2001). O raleio na floração aumenta a disponibilidade de carboidratos para o crescimento celular das flores remanescentes (REIGHARD et al., 2006). Segundo Byers (2002), o raleio de floração pode resultar em aumento no tamanho e na produtividade em cerca de 7 a 30% quando comparado ao raleio manual dos frutos aos 40 a 50 dias após a plena floração, o que pode ser visto nas tabelas 10 e 11.

Tabela 10. Produção (kg) e número de frutos por planta de macieira Cv. Lisgala submetidas a diferentes tratamentos com raleantes químicos, nas safras 2012/2013 e 2013/2014. Caçador, SC, 2016.

Tratamentos	Produção por planta			
	2012/2013		2013/2014	
	kg	frutos	kg	frutos
Sem raleio - Controle	34,3 a	328,8 a	28,6 a	221,2 a
Promalin® 0,5L ha ⁻¹ PF + Promalin® 0,5L ha ⁻¹ 7 DAPF	29,3 a	259,0 a	19,5 b	143,5 b
Promalin® 0,5L ha ⁻¹ QP + Promalin® 0,5L ha ⁻¹ 7 DAQP	26,5 a	276,7 a	18,0 b	131,2 b
Promalin® 0,5L ha ⁻¹ PF + Maxcel® 2,0L ha ⁻¹ - 5-8mm	24,8 b	223,7 b	17,2 b	115,8 b
Promalin® 0,5L ha ⁻¹ PF + Maxcel® 2,0L ha ⁻¹ frutos com 10-15mm	20,1 b	181,5 b	13,0 b	90,2 b
Promalin® 0,5 L ha ⁻¹ PF + (Promalin® 0,5L ha ⁻¹ + Maxcel® 2,0L ha ⁻¹ frutos com 10-15mm)	30,0 a	271,7 a	14,8 b	102,7 b
Maxcel® 1,0L ha ⁻¹ PF + Maxcel® 2,0L ha ⁻¹ frutos com 5-8mm	31,9 a	332,2 a	27,4 a	213,0 a
CV (%)	27,7	14,8	34,8	18,6

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. **DAPF**: dias após a plena floração; **PF**: plena floração; **QP**: queda das pétalas; **DAQP**: dias após queda das pétalas.

Tabela 11. Massa fresca média dos frutos (g fruto⁻¹) de plantas de macieira submetidas a diferentes tratamentos com raleantes químicos, nas safras 2012/2013 e 2013/2014. Caçador, SC, 2016.

Tratamentos	Massa fresca média dos frutos (g.fruto ⁻¹)	
	2012/2013	2013/2014
Sem raleio- Controle	103,8 b	129,8 b
Promalin® 0,5L ha ⁻¹ PF + Promalin® 0,5L ha ⁻¹ 7 DAPF	112,8 a	137,5 a
Promalin® 0,5L ha ⁻¹ QP + Promalin® 0,5L ha ⁻¹ 7 DAQP	99,9 b	139,3 a
Promalin® 0,5L ha ⁻¹ PF + Maxcel® 2,0L ha ⁻¹ - 5-8mm	110,8 a	148,4 a
Promalin® 0,5L ha ⁻¹ PF + Maxcel® 2,0L ha ⁻¹ - 10-15mm	111,1 a	146,5 a
Promalin® 0,5L ha ⁻¹ PF + (Promalin® 0,5L ha ⁻¹ + Maxcel® 2,0L ha ⁻¹ - 10-15mm)	110,4 a	143,6 a
Maxcel® 1,0L ha ⁻¹ PF + Maxcel® 2,0L ha ⁻¹ 5-8mm	96,2 b	129,4 b
CV (%)	8,6	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. **DAPF**: dias após a plena floração; **PF**: plena floração; **QP**: queda das pétalas; **DAQP**: dias após queda das pétalas.

Além de aumentar o tamanho dos frutos, a antecipação da realização do raleio pode melhorar a sua coloração (LINK, 2000) e aumentar o conteúdo de sólidos solúveis totais e acidez titulável (PRETORIUS et al, 2004).

O raleio químico de floração é particularmente importante para cultivares que apresentam abundante floração e frutificação ao longo dos anos e em pomares localizados em regiões com condições favoráveis a frutificação efetiva (WERTHEIM & WEBSTER, 2005). Cultivares que amadurecem mais cedo geram uma porcentagem mais elevada de flores por planta, produzindo frutos geralmente pequenos. Assim, o raleio ainda na floração pode aumentar o benefício econômico pelo aumento do tamanho dos frutos (BYERS, 2002).

Um método possível de ser utilizado no raleio de flores é reduzir o número de flores pulverizando-as com compostos cáusticos. Segundo Osborne et al. (2006), substâncias cáusticas aplicadas na floração causam danos aos tecidos do estigma, estiletes e grãos de pólen das flores, impossibilitando a polinização e fertilização de algumas flores.

Entre os compostos químicos efetivos que têm sido avaliados no raleio com vários graus de eficiência em pomáceas destacam-se o tiosulfato de amônio (ATS), a cianamida hidrogenada, a calda sulfocálcica, o ácido naftaleno acético (ANA) e o óleo de peixe. Em geral, os ingredientes ativos que se mostraram eficientes no raleio de floração do pessegueiro também responderam positivamente em macieiras. De acordo com Costa et al. (2000), o tiosulfato de amônio mostra-se mais efetivo no raleio de flores em macieira ‘Golden Delicious’ quando aplicado em concentrações acima de 1% na plena floração. No Brasil ATS, Promalin e Maxcel mostram perspectivas no raleio da macieira “Gala” e Fuji Suprema, com redução da frutificação efetiva, número de frutos por planta e aumento da massa média dos frutos (Tabelas 12 e 13).

Resultados de raleantes em floração e frutificação nas culturas da macieira são apresentados nas tabelas 12 a 20.

Tabela 12. Efeito de tiosulfato de amônio (ATS) em combinação com outros raleantes na frutificação efetiva e massa média dos frutos de macieira ‘Gala’.

Tratamentos	Concentração	Época de aplicação	Frutificação efetiva (%)	Massa dos frutos (g)
1- ATS	1%	70% floração	40,2	117,7
ANA + Carbaryl	100 g ha ⁻¹ +1,6 kg ha ⁻¹	15 DAPF		
2- ATS	1% + 1%	50% + 70% floração	29,7	113,7
BA	625 ml 100L ⁻¹	Queda de pétalas		
ANA + Carbaryl	100 g ha ⁻¹ +1,6 kg ha ⁻¹	15 DAPF	47,3	103,4
3- Testemunha	Sem raleio	-		

Tabela 13. Efeito de raleantes químicos na Produção (kg.planta⁻¹, frutos.planta⁻¹ e g.frutos⁻¹) cv. Fuji Suprema. Caçador, SC, 2013.

Tratamentos	Produção		
	Kg planta ⁻¹	Frutos planta ⁻¹	g fruto ⁻¹
1. Raleio manual	37,2 a	331,2 a	113,2 b
2. Promalin 0,75 L ha ⁻¹ PF + (Promalin 0,75 L ha ⁻¹ + Maxcel 4,0 L ha ⁻¹ - 7 DA)	19,8 b	145,2 b	134,9 a
3. Maxcel 1,0 L ha ⁻¹ PF + Maxcel 4,0 L ha ⁻¹ - 7 DA	33,2 a	291,8 a	114,4 b
4. Maxcel 1,0 L ha ⁻¹ PF + (Maxcel 4,0 L ha ⁻¹ + Etrell 1,0 L ha ⁻¹ - 5-8 mm)	41,1 a	324,2 a	127,7 a
5. Maxcel 1,0 L ha ⁻¹ PF + (Maxcel 4,0 L ha ⁻¹ + Etrell 1,0 L ha ⁻¹ - 10-15 mm)	34,3 a	302,8 a	111,8 b
6. Maxcel 1,0 L ha ⁻¹ PF + (Maxcel 6,0 L ha ⁻¹ + Etrell 1,0 L ha ⁻¹ - 10-15 mm)	39,7 a	362,5 a	109,7 b
7. Maxcel 1,0 L ha ⁻¹ PF + Maxcel 6,0 L ha ⁻¹ - 5-8 mm	33,8 a	270,0 a	126,0 a
Média	34,2	289,7	119,7
CV%	29,7	17,7	9,9

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

O tiossulfato de amônio pode danificar estiletes em flores de macieira, além de pétalas e folhas jovens (Figura 12), mas parece relativamente seguro, pois é aplicado normalmente quando ainda não há folhas (WERTHEIM & WEBSTER, 2005). A cianamida hidrogenada (CH_2N_2), utilizada no início da floração, estimula a abscisão floral ou inibe a abertura das flores (WERTHEIM & WEBSTER, 2005). Esses autores sugerem que essa resposta é advinda da desidratação do pedicelo das flores provocada pelas substâncias químicas e, quando essas substâncias são aplicadas na plena floração, inibem a fertilização dos óvulos, resultando em diminuição do número de frutos e aumento da relação folhas/fruto, aumentando a disponibilidade de fotoassimilados para os frutos remanescentes. Resultados do uso da cianamida hidrogenada são apresentados na Tabela 14 e 15.

Tabela 14. Produção por planta (Kg.planta^{-1}), número de frutos por planta, e massa fresca média dos frutos, em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratados com raleantes químicos. Safra 2014/2015, Caçador, SC, 2015.

Tratamentos	Produção por planta		Massa média dos frutos (g)
	Massa (Kg)	Número de frutos	
Controle	11.1 a	91.0 a	122.1 b
Dormex® 0.5% + Breakt® 0.03%	2.2 b	15.7 b	139.9 a
Dormex® 0.4% + Breakt® 0.03%	4.5 b	31.8 b	146.2 a
Dormex® 0.5%	9.4 a	67.0 a	143.6 a
Dormex® 0.4%	4.8 b	33.2 b	145.4 a
Média geral	6.4	47.7	139.4
CV (%)	41.3	22,0	7.7

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Número de frutos por planta antes do raleio, percentagem de inflorescências com frutos, e frutificação efetiva (%) em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com raleantes químicos. Na safra 2014/2015, Caçador, SC, 2015.

Tratamentos	Nº de frutos antes do raleio	Inflor. com frutos (%)	Frutificação efetiva (%)
Controle	159.7 a	46.2 a	110.5 a
Dormex® 0.5% + Breakt® 0.03%	15.5 c	4.6 c	8.8 c
Dormex® 0.4% + Breakt® 0.03%	41.2 c	18.6 b	27.2 c
Dormex® 0.5%	100.3 b	34.1 a	78.8 b
Dormex® 0.4%	33.7 c	19.2 b	22.8 c
Média geral	70,1	24,5	49.6
CV (%)	22,7	33,8	28.8

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.



Figura 12. Sintomas de fitotoxidez causada por amônio tiosulfato (ATS) no raleio de floração da macieira

Alguns fertilizantes foliares inorgânicos, como a ureia, podem ser utilizados como raleantes de floração em macieiras. Porém, os resultados com tais substâncias mostram-se variáveis, podendo determinar diminuição da coloração e aumento da ocorrência de 'russetting' (WERTHEIM & WEBSTER, 2005). Dussi et al. (2008) destacam o enxofre e a calda sulfocálcica como raleantes de floração, visto que são compostos permitidos na produção orgânica de frutos podendo representar uma alternativa de baixo custo para este fim. A calda sulfocálcica mostra-se eficiente na redução da frutificação de macieiras.

Além de danos aos estigmas e estiletos, o uso de raleantes com ação cáustica pode causar injúrias nos tecidos do ovário, com consequente lesões epidérmicas nos frutos na colheita (WERTHEIM & WEBSTER, 2005). De acordo com Byers (2003), o potencial de dano na epiderme dos frutos, associado ao uso de substâncias cáusticas no raleio, limita o uso de determinadas substâncias na produção de frutos para mesa. Em contrapartida, quando

a produção destina-se ao processamento, onde a superfície afetada pelas substâncias cáusticas no raleio não traria prejuízo econômico, o seu uso pode ser indicado (BYERS, 2003).

O raleio químico na floração pode ser efetuado utilizando substâncias que aumentam a formação de etileno nas flores, estimulando sua abscisão. Dentre os compostos que estimulam a síntese de etileno insere-se o Ethephon. O Ethephon, uma vez absorvido pelos tecidos, é hidrolisado até liberação de etileno, e este gás pode induzir a abscisão de flores (DENNIS JR., 2000). O Ethephon é o único capaz de ralear efetivamente desde a floração até quando os frutos apresentam 25 a 30mm de diâmetro (BYERS, 2003). Segundo Wertheim & Webster, 2005, o raleio de flores de macieira pode ser feito com 250 a 500 mg L⁻¹ de Ethephon, porém, em altas temperaturas (acima de 25°C) esta substância pode aumentar taxa de liberação de etileno nos tecidos e consequentemente causar raleio excessivo, devendo-se utilizar concentrações menores.

Segundo Tromp & Wertheim (2005), durante o florescimento os ovários apresentam reduzida atividade de crescimento, o fluxo de auxina é baixo, mas mesmo assim há a produção de etileno. Deste modo, as chances de induzir a queda de flores durante a floração através do estímulo da síntese de etileno são altas. Pelo maior estímulo da produção de etileno, através da aplicação de Ethephon, a exportação de auxina é provavelmente ainda mais reduzida, visto que o aumento do etileno reduz os níveis de auxina em muitos tecidos. A redução no transporte basipetal de auxina associado ao aumento do etileno acarreta na abscisão de flores. Segundo Sanzol e Herrero (2001), a aplicação de Ethephon na antese aumenta a senescência dos óvulos, o que também pode contribuir para o aumento da abscisão de flores. O aumento da atividade hormonal nos ovários e frutos recém-formados após a polinização, a fertilização e o início do desenvolvimento da semente diminui a possibilidade de o etileno induzir a queda de frutos (WERTHEIM e WEBSTER, 2005).

Como desvantagens do raleio de floração podem ser destacadas a alta fitotoxicidade dos raleantes de floração com ação cáustica quando utilizados em altas concentrações ou mesmo em baixas concentrações, pois sua ação cáustica pode causar defeitos graves nos frutos, como o 'russeting' em maçãs. Segundo Osborne & Robinson (2008), a escolha do momento adequado de aplicação dos raleantes de floração pode ser considerada uma desvantagem, visto que a floração mostra-se variável entre plantas no pomar ou mesmo dentro da mesma planta. Assim, o período adequado para aplicação dos raleantes pode ser curto dificultando a aplicação em grandes áreas, enquanto raleantes de pós-floração podem ser usados com sucesso por um período de vários dias ou mesmo semanas.

Tabela 16. Efeito de aplicação de Ethrel na percentagem de frutificação efetiva, produção por planta, massa média dos frutos e número de frutos por planta em macieira, cultivar Fuji Suprema. Fraiburgo, SC, 2006.

Tratamentos	FE	PP	MF	FP	FR
Testemunha	46,0 a	24,2 a	102,7 e	230,6 a	146,5 a
ANA 15 mg.L ⁻¹ - 5 DAPF* + Ethrel 200 mg.L ⁻¹ – 5-10 mm	28,4 bc	20,3 ab	125,0 bcd	166,0 ab	47,7 b
ANA 15 mg.L ⁻¹ - 5 DAPF + Ethrel 200 mg.L ⁻¹ – 15 mm	21,4 bc	19,6 ab	136,6 ab	146,8 bc	43,4 b
ANA 15 mg.L ⁻¹ + Ethrel 200 mg. L ⁻¹ – 5 DAPF	12,8 c	14,9 bc	139,7 a	106,0 bc	34,4 b
ANA 15 mg L ⁻¹ – 5 DAPF + Carbaryl 1000 mg.L ⁻¹ + Ethrel 200 mg.L ⁻¹ – 5-10 mm	21,0 bc	20,5 ab	123,9 cd	164,5 ab	47,2 b
ANA 15 mg L ⁻¹ – PF + Ethrel 200 mg.L ⁻¹ + Carbaryl 1000 mg.L ⁻¹ 5-10 mm	12,7 c	10,6 c	127,8 bc	83,8 c	25,9 b
ANA 15 mg.L ⁻¹ + Ethrel 200 mg.L ⁻¹ – QP*	37,7 ab	16,5 abc	114,0 d	151,1 bc	61,2 b

DAPF* - dias após a plena floração; PF* - plena floração; QP* - queda de pétalas; FE: Frutificação efetiva (%); PP: Produção por Planta (Kg); MF: Massa dos frutos (g); FP: Frutos por planta; FR: Frutos raleados.

Tabela 17. Efeito de raleantes químicos na Produção (kg.planta⁻¹, frutos.planta⁻¹ e g.frutos⁻¹) cv. Fuji Suprema. Fraiburgo, SC, 2012.

Tratamentos	Produção por planta (kg)	Número de frutos por planta	Massa dos frutos (g)
1.PROMALIN 0.75 L ha ⁻¹ PF + (PROMALIN 0.75 L ha ⁻¹ + MAXCEL 4 L ha ⁻¹ 7DA)	27.15 ab	169.2 b	163.3 a
3.MAXCEL 0.5 L ha ⁻¹ PF +(MAXCEL 4 L ha ⁻¹ + CARBARYL 1 L ha ⁻¹ 5-8mm)	21.00 b	128 b	165.6 a
4.MAXCEL 0.5 L ha ⁻¹ PF +(MAXCEL 4 L ha ⁻¹ + CARBARYL 1 L ha ⁻¹ 10-15mm)	24.61 b	173.3 b	148.6 ab
6.TESTEMUNHA	39.46 a	279.2 a	143.3 b
Média geral	28.06	187.4	155.2
CV(%)	40.19	27.70	9.75

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 18. Retorno de floração (%), frutificação efetiva (%) e percentual de cachos florais com flores na macieira, cultivar Maxi Gala, tratadas com raleantes químicos na safra 2014/2015, Caçador, SC, 2015.

Tratamentos	RF	FE	CFF
1. Controle (raleio manual)	76.7 ns	49.9 ns	31.5 ns
2. Raleio manual	87.6	44.6	36.9
3. Promalin® 0.5 L/ha - PF + Maxcel® 1.0 L/ha 7DA	84.8	32.0	23.1
4. Promalin® 0.5 L/ha - QP + Maxcel® 1.0 L/ha 7DA	52.9	46.5	28.2
5. Promalin® 0.5 L/ha - PF + Maxcel® 1.0 L/ha 5-8mm	78.0	51.0	33.3
6. Promalin® 0.5 L/ha - PF + Maxcel® 1.0 L/ha 5-8mm + Maxcel® 1.0 L/ha - 7DA	69.9	29.6	21.9
7. Promalin® 0.5 L/ha - PF + Promalin® 0.5 L/ha QP + Maxcel® 1.0 L/ha - 5-8mm	57.9	43.5	33.0
8. Maxcel® 1.0 L/ha PF + Maxcel® 1.0 L/ha QP + Maxcel® 2.0 L/ha 10-15mm	76.8	45.8	31.2
CV (%)	25.13	42.10	37.24

RF: Retorno de floração (%), FE: Frutificação efetiva (%); CFF: Cachos florais com frutos (%).

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo (p>0,05)

Tabela 19. Raleio complementar (%) e frutificação efetiva de plantas de macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com raleantes químicos. Safra 2014/2015, Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Raleio complementar (%)	Frutificação efetiva (%)
1. Controle - Manual	49.6 ^{ns}	146.3 a
2. Maxcel® 2,0 L.ha ⁻¹ PF + Maxcel® 4,0 L.ha ⁻¹ 7 DA	32.4	104.7 b
3. Maxcel® 2,0 L.ha ⁻¹ PF + (Maxcel® 4,0 L.ha ⁻¹ + Silicon 0.05% 7 DA)	26.3	43.6 c
4. Maxcel® 2,0 L.ha ⁻¹ PF + (Maxcel® 4,0 L.ha ⁻¹ + Etrell 1,0 L.ha ⁻¹ 7 DA)	18.8	66.2 c
5. (ANA 15 ppm + Maxcel® 3,0 L.ha ⁻¹ PF) + (Maxcel® 4,0 L.ha ⁻¹ + Silicon 0.05% 5-10 mm)	25.5	69.6 c
6. (Maxcel® 3,0 L.ha ⁻¹ + Silicon 0.05% 5-10 mm) + (Maxcel® 3,0 L.ha ⁻¹ + Silicon 0.05% 15-20 mm)	16.0	64.0 c
7. Maxcel® 6,0 L.ha ⁻¹ + Silicon 0.05% 15-20 mm	18.7	75.1 c
8. Maxcel® 6,0 L.ha ⁻¹ + Silicon 0.05% >25 mm	39.1	147.9 a
9. Maxcel® 6,0 L.ha ⁻¹ + Silicon 0.05% 5-10 mm	23.5	61.1 c
CV(%)	47.96	21.40

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo(p>0,05).

Tabela 20. Produção por planta (Kg), número de frutos colhidos por planta e massa fresca média dos frutos (g) em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com raleantes químicos na safra 2014/2015, Caçador, SC, 2015.

Tratamentos	Produção por planta (Kg)	Número de frutos	Massa média dos frutos (g)
1. Controle - Manual	10.4 b	76.0 b	138.3 b
2. Maxcel® 2,0 L/ha PF + Maxcel® 4,0 L/ha 7 DA	9.0 b	59.7 c	150.7 b
3. Maxcel® 2,0 L/ha PF + (Maxcel® 4,0 L/ha + Silicon 0.05% 7 DA)	5.3 c	32.3 d	162.4 a
4. Maxcel® 2,0 L/ha PF + (Maxcel® 4,0 L/ha + Etre 1,0 L/ha 7 DA)	8.3 b	50.2 c	166.6 a
5. (ANA 15 ppm + Maxcel® 3,0 L/ha PF) + (Maxcel® 4,0 L/ha + Silicon 0.05% 5-10 mm)	9.9 b	58.7 c	175.2 a
6. (Maxcel® 3,0 L/ha + Silicon 0.05% 5-10 mm) + (Maxcel® 3,0 L/ha + Silicon 0.05% 15-20 mm)	6.3 c	46.2 c	141.7 b
7. Maxcel® 6,0 L/ha + Silicon 0.05% 15-20 mm	8.6 b	63.5 c	136.4 b
8. Maxcel® 6,0 L/ha + Silicon 0.05% >25 mm	14.1 a	107.8 a	130.4 b
9. Maxcel® 6,0 L/ha + Silicon 0.05% 5-10 mm	4.8 c	30.0 d	159.7 a
CV (%)	33.43	16.50	8.97

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

3.3.4 Raleantes em pós-floração

Em condições climáticas que não favorecem a realização do raleio químico na floração, faz-se necessário a disponibilização de raleantes químicos capazes de ralear frutos recém-formados no momento adequado a promover seu desenvolvimento e ainda não comprometer o desenvolvimento de gemas florais. O uso de raleantes químicos para remover uma proporção dos frutos formados durante os estágios iniciais de desenvolvimento pode ser considerado uma prática importante no sistema de produção devido à possibilidade de aumento do tamanho médio dos frutos para evitar a alternância de produção e diminuir o tempo de mão de obra necessária ao repasse de raleio manual. O raleio químico em pós-floração permite uma avaliação mais precisa da frutificação efetiva, possibilitando avaliar a real necessidade da aplicação de raleantes químicos. No manejo da macieira nas condições climáticas do sul do Brasil, o raleio químico em pós-floração mostra-se preferencial, visto que em alguns anos, devido a condições adversas,

polinização e fertilização, os índices de frutificação podem ser baixos. Assim, após a adequada avaliação da frutificação efetiva, pode-se optar pelo raleio químico quando se verifica a necessidade de reduzir o número de frutos por planta. Porém, se o raleio químico for realizado tardiamente, não coincidindo com a máxima divisão celular dos frutos, o incremento no tamanho dos frutos e o retorno da floração pode ser variável.

As principais substâncias utilizadas no raleio em pós-floração são raleantes com ação hormonal, como auxinas, citocininas, giberelinas ou precursores do etileno. Segundo Byers (2003), os raleantes com ação hormonal causam menos danos a folhas e frutos quando comparados a raleantes com ação cáustica. Além disso, a grande vantagem do uso de raleantes hormonais está na seletividade do raleio, no sentido de estimular a abscisão de flores e frutos com menor capacidade de crescimento, enquanto nos raleantes cáusticos a abscisão de flores e frutos ocorre aleatoriamente, visto que abscisão de flores e frutos ocorre indistintamente da capacidade de crescimento dos frutos.

Os primeiros trabalhos com raleio químico utilizando fitorreguladores foram iniciados em 1941, a partir de estudos de Burkholder e Mccown (1941), os quais observaram que aplicações de ácido naftaleno acético (ANA) e ácido naftaleno acetamida (ANAm) apresentaram efeitos raleantes em pós-floração. O ANA é mais efetivo do que o ANAm, porém o primeiro pode afetar as folhas, causando epinastia quando usado em concentrações acima de 20mg L^{-1} (CAMILO & PEREIRA, 2006), sendo este efeito temporário (Figura 13). Segundo Wertheim & Webster (2005), tanto ANA quanto ANAm apresentam efeito raleante em macieiras, pereiras, pessegueiros e ameixeiras, porém a sensibilidade a estas substâncias é variável entre as espécies e cultivares. Em macieiras ‘Fuji’ cultivadas no sul do Brasil, Camilo & Pereira (2006) observaram que o efeito raleante do ANA é proporcional à concentração utilizada, indicando que sejam utilizadas concentrações de 5 a 15mg L^{-1} , visto que em maiores concentrações associadas a algum fator de estresse, como a ocorrência de ácaros, o raleio pode ser muito severo. Em altas concentrações e quando aplicado em frutos com mais de 10mm de diâmetro, também promove a formação de frutos pigmeus, que paralisam o crescimento, porém permanecem na planta (Figura 14) e não apresentam valor comercial. Segundo esses autores, embora o ANA apresente bom efeito raleante, sua utilização não dispensa a realização do raleio manual complementar para obtenção de frutos de bom tamanho e bem distribuídos na planta.



Figura 13. Sintoma de epinastia com a aplicação de ácido naftaleno acético no raleio químico da macieira



Figura 14. Formação de frutos pígeus após a aplicação de ANA em frutos com mais de 10mm de diâmetro

Batjer & Westwood (1960) relataram que o Carbaryl, inseticida do grupo dos carbamatos, em baixas concentrações, apresenta efeito raleante na macieira. Segundo Byers (2003), combinações de ANA e carbaryl têm sido amplamente utilizadas no raleio de muitos cultivares de macieira.

Comparativamente ao efeito raleante do ANA, o carbaryl apresenta efeito raleante moderado em macieiras (CAMILO & PEREIRA, 2006). A maior eficiência do Carbaryl é observada em condições de baixa luminosidade. Quando utilizado Carbaryl no raleio de frutos, o retorno floral e o tamanho dos frutos são aumentados, embora em alguns cultivares ocorra o crescimento temporário de frutos em abscisão (LAKSO et al., 2001).

Apesar da efetividade do Carbaryl no raleio de macieiras, sob determinadas condições ambientais seu uso pode induzir lesões nos frutos, como manchas lenticelares e ‘russetting’ (BYERS, 2003). Além disso, o carbaryl, por ser um inseticida, pode causar alta mortalidade de insetos polinizadores, como abelhas e inimigos naturais, o que pode determinar aumento demasiado da população de ácaros, dificultando seu controle. Por essa razão, o uso do carbaryl pode dificultar a execução de programas de manejo integrado ou controle biológico de pragas (BYERS, 2003). Em 2011 o Carbaryl foi proibido, o que trouxe dificuldades no raleio químico da macieira, pois era o principal raleante dessa cultura. Em substituição ao Carbaryl estudos vêm sendo realizados com Metamitron, com ótimos resultados (Tabelas 23, 24, 25 e 27).

Tabela 23. Número médio de frutos caídos e porcentagem de frutos caídos na macieira ‘Fred Hough’ com diferentes tratamentos de raleio químico. Caçador, SC, 2013.

Tratamentos	Número médio de frutos caídos	Frutos caídos (%)
1. Testemunha	7.3 b	14.7 b
2. MAXCEL® 4 L ha ⁻¹ - 5-15 mm	9.7 b	22.9 b
3. GOLTIX® 80 ml 100 L ⁻¹ - 5-15 mm	12.7 b	30.2 b
4. GOLTIX® 160 ml 100 L ⁻¹ - 5-15 mm	32.3 a	72.6 a
5. MAXCEL® 4 L ha ⁻¹ + ETREL® 1,5 L ha ⁻¹ - 5-15 mm	28 a	53.6 a
6. MAXCEL® 4 L ha ⁻¹ + GOLTIX® 80 ml 100 L ⁻¹ - 5-15 mm	28.8 a	63.5 a
7. MAXCEL® 4 L ha ⁻¹ + GOLTIX® 160 ml 100 L ⁻¹ - 5-15 mm	41 a	78.8 a
8. MAXCEL® 4 L ha ⁻¹ + GOLTIX® 80 ml 100 L ⁻¹ - 15-20mm	9.2 b	21.0 b
9. GOLTIX® 80 ml 100 L ⁻¹ - 15-20 mm	8 b	15.4 b
Média	19.7	41.4
CV%	55,90	28,41

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 24. Frutificação efetiva (%) e inflorescências com frutos (%) nas macieiras ‘Fuji’ e ‘Maxi Gala’ e com diferentes tratamentos de raleio químico. Caçador, SC, 2013.

Tratamentos	‘Fuji’		‘MaxiGala’	
	FE	CFF	FE	CFF
1. Testemunha	257.7 a	88.3 a	132.1 a	61.4 a
2. Metamitron 384 mg L ⁻¹ – 5-10 mm	290.6 a	90.0 a	8.9 b	8.9 b
3. Metamitron 768 mg L ⁻¹ - 5-10 mm	143.3 b	64.7 b	5.3 b	4.7 b
4. Metamitron 384 mg L ⁻¹ + Benziladenina 40 mg L ⁻¹ – 5-10 mm	159.2 b	76.7 b	11.9 b	9.2 b
5. Metamitron 768 mg L ⁻¹ + Benziladenina 40 mg L ⁻¹ – 5-10 mm	150.6 b	66.7 b	1.6 b	1.6 b
6. Metamitron 384 mg L ⁻¹ + benziladenina 40 mg L ⁻¹ – 15-20 mm	289.9 a	92.5 a	102.9 a	45.7 a
Média	215.2	79.8	43.8	21.9
CV%	22.80	19.61	49.58	31.86

FE: Frutificação efetiva (%), CFF: Cachos florais com frutos (%).

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 25. Produção por planta, (Kg), número de frutos por planta, massa de fruto (g) e produtividade estimada (t ha⁻¹) de macieiras ‘Fuji’ submetidas a diferentes tratamentos com raleantes químicos. Caçador, SC, 2012/13.

Tratamentos	PP	NFP	MF	Pdt
1. Raleio manual	21.26 ^{ns}	247.40 a	86.43 b	53.14 ^{ns}
2. Metamitron 384 ppm – 5-10mm	16.56	143.20 b	116.17 a	41.41
3. Metamitron 768 ppm – 5-10mm	16.59	139.80 b	117.96 a	41.47
4. Metamitron 384 ppm + BA 40 ppm - 5-10mm	16.84	153.60 b	109.11 a	42.10
5. Metamitron 768 ppm + BA 40ppm - 5-10mm	17.20	137.20 b	121.32 a	43.01
6. Metamitron 384 ppm + BA 40 ppm - 15-20mm	19.31	198.20 a	97.44 b	48.27
Média	17.96	169.90	108.07	44.90
CV (%)	29.60	13.68	11.43	29.60

PP: Produção por planta (Kg), NFP: N° frutos por planta, MF: Massa de fruto (g), Pdt: Produtividade (t ha⁻¹).

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação. ns: não significativo

Tabela 26. Produção por planta, (Kg), número de frutos por planta, massa de fruto (g) e produtividade estimada ($t\ ha^{-1}$) de macieiras ‘Maxi Gala’ submetidas a diferentes tratamentos com raleantes químicos. Caçador, SC, 2012/13.

Tratamentos	PP	NFP	MF	Pdt
1. Raleio Manual	35.83 a	423.20 a	83.72 c	89.59 a
2. Metamitron 384 ppm – 5-10mm	4.13 c	30.20 d	137.83 a	10.33 c
3. Metamitron 768 ppm – 5-10mm	4.81 c	41.40 d	113.85 b	12.02 c
4. Metamitron 384 ppm + BA 20 ppm - 5-10mm	11.01 b	82.60 c	134.35 a	27.52 b
5. Metamitron 768 ppm + BA 20 ppm - 5-10mm	4.67 c	37.20 d	118.10 b	11.69 c
6. Metamitron 384 ppm + BA 20 ppm - 15-20mm	18.71 b	193.80 b	99.76 c	46.77 b
Média	13.19	134.73	114.60	32.98
CV (%)	47.71	22.44	10.73	47.70

PP: Produção por planta (Kg); NFP: nº frutos por planta; MF: Massa de fruto (g); Pdt: Produtividade ($t\ ha^{-1}$).

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

Tabela 27. Produção por planta, (Kg), número de frutos por planta, massa de fruto (g) e produtividade estimada ($t\ ha^{-1}$) de macieiras ‘Fred Hough’ submetidas a diferentes tratamentos com raleantes químicos. Caçador, SC, 2012/13.

Tratamentos	PP	NFP	MF	Pdt
1. Control – no thinning	46.38 a	600.33 a	77.11 c	115.94 a
2. BA 40 ppm - 5-15mm	34.47 a	419.83 a	81.99 c	86.17 a
3. Metamitron 384 ppm – 5-15mm	30.70 b	313.50 b	97.50 b	76.74 b
4. Metamitron 768 ppm – 5-15mm	34.19 a	302.67 b	116.77 a	85.48 a
5. BA 40 ppm + Ethrel® 1,5L/ha 5-15mm	22.43 b	225.67 b	100.58 b	56.06 b
6. BA 40 ppm + Metamitron 384 ppm – 5-15mm	29.67 b	263.33 b	112.42 a	74.18 b
7. BA 40 ppm + Metamitron 768 ppm – 5-15mm	24.06 b	206.50 b	121.87 a	60.14 b
8. BA 40 ppm + Metamitron 384 ppm – 15-20mm	40.96 a	530.33 a	76.17 c	102.40 a
9. Metamitron 384ppm - 15-20 mm	35.38 a	484.50 a	75.37 c	88.45 a
10. Raleio Manual	29.77 b	241.83 b	128.45 a	74.42 b
Média	32.80	358.85	12.70	82.00
CV (%)	29.93	17.33	98.82	29.93

PP: Produção por planta (Kg); NFP: nº frutos por planta; MF: Massa de fruto (g); Pdt: Produtividade ($t\ ha^{-1}$).

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação. ns: não significativo

O Ethephon é um fitorregulador relacionado à síntese de etileno, apresentando múltiplas aplicações na produção de frutíferas, sendo uma delas seu uso como raleante de floração ou em pós-floração. O Ethephon mostra-se mais efetivo quando existe a tendência natural de queda de frutos (WERTHEIM, 1997). O Ethephon mostra-se altamente variável com a temperatura, onde temperaturas altas (acima de 25°C) podem potencializar seu efeito raleante devido à maior taxa de síntese de etileno, podendo resultar em raleio excessivo. Petri et al. (2006), avaliando o Ethephon, que tem como produto comercial o Ethel 240, no raleio de macieiras ‘Fuji’, observou efeito raleante a partir de 100mg L⁻¹ (Tabelas 28, 29 e 30).

Tabela 28. Efeito de aplicação de Ethrel na porcentagem de frutificação efetiva, produção por planta, massa média dos frutos e número de frutos por planta em macieira, cultivar Fuji Suprema. Fraiburgo, SC.

Tratamentos	FE	PP	MF	FP	FR
Testemunha	46,0 a	24,2 a	102,7 e	230,6 a	146,5 a
ANA 15 mg.L ⁻¹ - 5 DAPF* + Ethrel 200 mg.L ⁻¹ – 5-10 mm	28,4 bc	20,3 ab	125,0 bcd	166,0 ab	47,7 b
ANA 15 mg.L ⁻¹ - 5 DAPF + Ethrel 200 mg.L ⁻¹ – 15 mm	21,4 bc	19,6 ab	136,6 ab	146,8 bc	43,4 b
ANA 15 mg.L ⁻¹ + Ethrel 200 mg. L ⁻¹ – 5 DAPF	12,8 c	14,9 bc	139,7 a	106,0 bc	34,4 b
ANA 15 mg L ⁻¹ – 5 DAPF + Carbaryl 1000 mg.L ⁻¹ + Ethrel 200 mg.L ⁻¹ – 5-10 mm	21,0 bc	20,5 ab	123,9 cd	164,5 ab	47,2 b
ANA 15 mg L ⁻¹ – PF + Ethrel 200 mg.L ⁻¹ + Carbaryl 1000 mg.L ⁻¹ 5-10 mm	12,7 c	10,6 c	127,8 bc	83,8 c	25,9 b
ANA 15 mg.L ⁻¹ + Ethrel 200 mg.L ⁻¹ – QP*	37,7 ab	16,5 abc	114,0 d	151,1 bc	61,2 b

FE: Frutificação efetiva (%); PP: Produção por Planta (Kg); MF: Massa dos frutos (g); FP: Frutos por planta; FR: Frutos raleados.

Tabela 29. Efeito de raleantes químicos na produção (kg planta⁻¹, frutos planta⁻¹), massa fresca média dos frutos (g) na macieira ‘Galaxy’ no ciclo 2013/2014. Fraiburgo, SC, 2014.

Tratamentos	Produção		
	(kg planta ⁻¹)	(frutos planta ⁻¹)	(g fruto ⁻¹)
1. Testemunha	24,5 ^{ns}	223,0 ^{ns}	110,7b
2. Raleio manual	20,1	189,5	107,6b
3. Maxcel® 4,5L/ha 10-12 mm	24,4	205,8	120,2a
4. Ethrel® 1,0L/ha + Hoefix® 0,2% 5-15 mm	20,8	190,2	110,1b
5. Ethrel® 1,5L/ha + Hoefix® 0,2% 5-15 mm	23,8	226,0	105,3b
6. Ethrel® 2,0L/ha + Hoefix® 0,2% 5-15 mm	18,9	180,0	104,7b
7. Ethrel® 2,5L/ha + Hoefix® 0,2% 5-15 mm	21,6	206,0	104,6b
CV (%)	30.55	16.14	5.46

ns: não significativo (p>0,05)

Tabela 30. Efeito de raleantes químicos na produção (kg planta⁻¹, frutos planta⁻¹), massa fresca média dos frutos(g) na macieira ‘Fuji Suprema’ no ciclo 2013/2014. Fraiburgo, SC, 2014.

Tratamentos	Produção		
	kg planta ⁻¹	frutos planta ⁻¹	g fruto ⁻¹
1. Testemunha	35,7 ^{ns}	355,7 ^{ns}	101,0 ^{ns}
2. Raleio manual	33,1	324,3	103,3
3. Maxcel® 4,5L/ha 10-12 mm	39,6	397,3	101,1
4. Ethrel® 1,0L/ha + Hoefix® 0,2% 5-15 mm	37,9	395,5	98,0
5. Ethrel® 1,5L/ha + Hoefix® 0,2% 5-15 mm	37,4	391,8	96,6
6. Ethrel® 2,0L/ha + Hoefix® 0,2% 5-15 mm	38,6	415,0	95,7
7. Ethrel® 2,5L/ha + Hoefix® 0,2% 5-15 mm	35,1	364,7	99,6
CV (%)	28,70	16,93	8,92

ns: não significativo (p>0,05)

A benziladenina é um fitorregulador com ação de citocinina que apresenta potencial de uso no raleio químico de frutos em vários cultivares de macieira (GREENE, 1993; FERREE, 1996; BUBÁN, 2000; MAAS, 2006; ROBINSON, 2006). Segundo Greene (2005), a benziladenina pode aumentar o tamanho do fruto na ausência de raleio em razão de estimular o aumento da divisão celular. Resultados em termos de abscisão são bastante consistentes e indicam que o raleio excessivo pode ocorrer com concentrações acima de 150 a 200mg L⁻¹ (DORIGON, 2004). A benziladenina é considerada um bom raleante porque a substância possui baixo perfil toxicológico e imita a ação biológica da citocinina

que é sintetizada nas plantas (YUAN & GREENE, 2000a).

A combinação de benziladenina com ANA, Ethepon ou metamitron tem sido mais efetiva que a aplicação isolada, sendo consideradas as melhores combinações para o raleio químico da macieira (BYERS e CARBAUGH, 1991). Segundo Petri et al. (2006), a benziladenina em concentrações iguais ou superiores a 170mg L⁻¹ reduziu a frutificação efetiva de macieiras ‘Fuji’ quando aplicada em frutos com aproximadamente 10mm de diâmetro (Tabelas 13, 26 a 37).

Tabela 31. Produção por planta (Kg), número de frutos por planta, massa fresca média dos frutos (g), produtividade estimada (t ha⁻¹) na macieira ‘Fuji’ com diferentes tratamentos de raleio químico. Caçador, SC, 2013.

Tratamentos	PP	NFP	MF	Pdt
1. Raleio manual	17.70 b	136.60 b	130.80 a	44.25 b
2. Maxcel® 2,0 L ha ⁻¹ 5 DAPF + Maxcel® 4,0 L ha ⁻¹ Frutos 5-10 mm	18.53 b	132.10 b	140.37 a	46.33 b
3. Maxcel® 2,0 L ha ⁻¹ 5 DAPF + Maxcel® 4,0 L L.ha ⁻¹ +Ethrel1,0 L ha ⁻¹ Frutos 5-10 mm	16.48 b	128.00 b	128.33 a	41.21 b
4. Maxcel® 2,0 L ha ⁻¹ 5 DAPF + (Maxcel® 4,0 L ha ⁻¹ + Ethrel 2,0 L ha ⁻¹ – frutos 5-10 mm	8.42 c	61.10 c	137.58 a	21.06 c
5. Maxcel® 2,0 L ha ⁻¹ + ANA 15 mg.L ⁻¹ PF + (Maxcel® 4,0 L ha ⁻¹ + Ethrel 1,0 L ha ⁻¹ – Frutos 10-15 mm	26.73 a	208.30 a	129.62 a	66.82 a
6. Maxcel® 6,0 L ha ⁻¹ + Ethrel® 1,0 L ha ⁻¹ – Frutos 5-10 mm	12.12 c	96.10 c	125.72 a	30.29 c
7. Maxcel® 6,0 L ha ⁻¹ + Ethrel® 1,0 L ha ⁻¹ – Frutos 15-20 mm	17.92 b	154.40 b	107.76 b	44.79 b
8. Maxcel® 6,0 L ha ⁻¹ + Ethrel® 1,0 L ha ⁻¹ – FRUTOS > 25 mm	26.13 a	219.40 a	120.72 b	65.32 a
9. Maxcel® 3,0 L ha ⁻¹ + Ethrel® 1,0 L ha ⁻¹ – Frutos 5-10 mm + (Maxcel® 3,0 L ha ⁻¹ + Ethrel® 1,0 L ha ⁻¹ – Frutos 15-20 mm	13.00 b	107.20 b	121.40 b	32.49 c
Média geral	17.45	138.13	126.92	43.62
CV (%)	36.90	19.68	12.51	36.89

PP: Produção por planta (Kg); NFP: nº frutos por planta; MF: Massa média dos frutos (g); Pdt: Produtividade estimada (t ha⁻¹).

Média seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

MG: média geral; CV: coeficiente de variação.

Tabela 32. Efeito de raleantes químicos na Produção, frutos por planta e massa fresca média no cv. Lisgala. Caçador, SC, 2014

Tratamentos	Produção		Massa média (g fruto ⁻¹)
	kg planta ⁻¹	frutos planta ⁻¹	
1. Testemunha - Sem Raleio	28.6a	221.2a	129.8b
2. Promalin® 0,5 L ha ⁻¹ PF + Promalin® 0,5 L ha ⁻¹ 7 DA	19.5b	143.5b	137.5a
3. Promalin® 0,5 L ha ⁻¹ QP + Promalin® 0,5 L ha ⁻¹ 7 DA	18.0b	131.2b	139.3a
4. Promalin® 0,5 L ha ⁻¹ PF + Maxcel® 2,0 L ha ⁻¹ Frutos 5-8 mm	17.2b	115.8b	148.4a
5. Promalin® 0,5 L ha ⁻¹ PF+ Maxcel® 2,0 L ha ⁻¹ Frutos 10-15 mm	13.0b	90.2b	146.5a
6. Promalin® 0,5 L ha ⁻¹ PF + (Promalin® 0,5 L ha ⁻¹ + Maxcel® 2,0 L ha ⁻¹ Frutos 10-15 mm)	14.8b	102.7b	143.6a
7. Maxcel® 1,0 L ha ⁻¹ PF + Maxcel® 2,0 L ha ⁻¹ Frutos 5-8 mm	27.4a	213.0a	129.4b
8. Raleio Manual	27.6a	197.5a	139.8a
CV (%)	34.8	18.6	7.5

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 33. Efeito de raleantes químicos na Produção (kg.planta⁻¹, frutos.planta⁻¹) e massa fresca média (g.fruto⁻¹) no cv. Fuji Suprema. Caçador, SC, 2014.

Tratamentos	Produção		Massa média (g fruto ⁻¹)
	kg planta ⁻¹	frutos planta ⁻¹	
1. Raleio manual	36.6c	368.2b	100.3c
2. Promalin® 0,75 L ha ⁻¹ PF + (Promalin® 0,75 L ha ⁻¹ + Maxcel® 4,0 L ha ⁻¹) 7 DA	15.0d	114.0d	130.6a
3. Maxcel® 1,0 L ha ⁻¹ PF + Maxcel® 4,0 L ha ⁻¹ 7 DA	25.8d	218.5c	120.0a
4. Maxcel® 1,0 L ha ⁻¹ PF + (Maxcel® 4,0 L ha ⁻¹ + Ethrel® 1,0 L ha ⁻¹) - 5-8 mm	60.7a	565.7a	109.0b
5. Maxcel® 1,0 L ha ⁻¹ PF + (Maxcel® 4,0 L ha ⁻¹ + Ethrel® 1,0 L ha ⁻¹) - 10-15 mm	35.5c	324.7b	109.3b
6. Maxcel® 1,0 L ha ⁻¹ PF + (Maxcel® 6,0 L ha ⁻¹ + Ethrel® 1,0 L ha ⁻¹) - 10-15mm	45.5b	405.3b	112.7b
7. Maxcel® 1,0 L ha ⁻¹ PF + Maxcel® 6,0 L ha ⁻¹ 5-8 mm	24.2d	198.2c	122.4a
CV (%)	35.58	17.77	6.90

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 34. Efeito de raleantes químicos na produção (kg planta⁻¹, frutos planta⁻¹), massa fresca média dos frutos (g) na macieira 'Galaxy' no ciclo 2013/2014. Fraiburgo, SC, 2014.

Tratamentos	Produção		
	(kg planta ⁻¹)	(frutos planta ⁻¹)	(g fruto ⁻¹)
1. Testemunha	24,5 ^{ns}	223,0 ^{ns}	110,7b
2. Raleio manual	20,1	189,5	107,6b
3. Maxcel® 4,5L/ha 10-12 mm	24,4	205,8	120,2a
4. Ethrel® 1,0L/ha + Hoefix® 0,2% 5-15 mm	20,8	190,2	110,1b
5. Ethrel® 1,5L/ha + Hoefix® 0,2% 5-15 mm	23,8	226,0	105,3b
6. Ethrel® 2,0L/ha + Hoefix® 0,2% 5-15 mm	18,9	180,0	104,7b
7. Ethrel® 2,5L/ha + Hoefix® 0,2% 5-15 mm	21,6	206,0	104,6b
CV (%)	30.55	16.14	5.46

ns: não significativo (p>0,05)

Tabela 35 – Efeito Benzyladenina (6BA) e Ácido Naftaleno Acético (ANA) no raleio da macieira cv. Fuji. Caçador, SC, 2002.

Tratamentos	Nº frutos/planta	Produção / Planta - Kg	Massa média dos frutos - g	Massa média % de Aumento
Testemunha	247,9 a	27,51 a	111,0 d	100,0
Maxcel – 4,5 L/ha	211,8 ab	25,92 ab	122,4 bc	110,2
Maxcel – 9,0 L/ha	138,9 bc	17,68 bc	127,3 ab	114,7
Maxcel – 18,0 L/ha	125,0 c	16,54 c	132,3 a	119,2
Maxcel – 9,0 L/ha + ANA 10ppm	161,8 bc	21,41 abc	132,3 a	119,2
ANA – 10ppm	251,4 a	29,09 a	115,7 cd	104,2

Tabela 36. Produção por Planta (kg.planta⁻¹), número de frutos por planta e massa média dos frutos (g.fruto⁻¹) em macieira, cultivar Fuji Suprema, tratadas com ABA, com diversas concentrações e em diferentes épocas. Safra 2014/2015, Caçador, SC, 2015.

Tratamentos	Produção por planta		Massa média dos frutos (g.fruto ⁻¹)
	Massa (kg)	Número de frutos	
Controle	12.9 ^{ns}	105.2 a	123.0 ^{ns}
ABA 200 mg.L ⁻¹ 7 DAQP	10.3	80.6 b	128.1
ABA 400 mg.L ⁻¹ 7 DAQP	13.0	107.4 a	122.3
ABA 600 mg.L ⁻¹ 7 DAQP	12.7	107.8 a	118.4
ABA 200 mg.L ⁻¹ 14 DAQP	14.4	110.0 a	130.0
ABA 400 mg.L ⁻¹ 14 DAQP	10.4	80.2 b	130.9
ABA 600 mg.L ⁻¹ 14 DAQP	7.4	57.6 b	127.0
CV (%)	31.60	15.95	6.00

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ns: não significativo(p>0,05); DAQP – Dias após a queda das pétalas.

Tabela 37. Frutificação efetiva, número de frutos por planta, produção de frutos por planta, e massa média dos frutos em macieiras ‘Fuji Suprema’ em função de diferentes tratamentos de raleio. Caçador, SC, 2010

Tratamentos	FE	NFP	PP	MF
1. Raleio manual (frutos de 15 mm a 20 mm de diâmetro)	40,7bc	142,5ns	21,1ns	148,9ns
2. BA 80 mg L ⁻¹ (frutos de 5 mm a 8 mm de diâmetro)	48,5abc	126,5	20,0	157,8
3. BA 80 mg L ⁻¹ (frutos de 10 mm a 15 mm de diâmetro)	41,2bc	149,5	21,8	144,5
4. BA 80 mg L ⁻¹ em frutos com 15 mm a 20 mm de diâmetro;	33,9bc	144,7	21,9	151,8
5. BA 80 mg L ⁻¹ em frutos com diâmetro superior a 20 mm;	34,5bc	139,8	21,1	150,4
6. BA 80 mg L ⁻¹ + carbaryl 1000 mg L ⁻¹ em frutos com 5 mm a 8 mm de diâmetro;	61,5a	106,2	17,0	161,5
7. BA 80 mg L ⁻¹ + carbaryl 1000 mg L ⁻¹ em frutos com 10 mm a 15 mm de diâmetro;	47,0abc	144,5	21,6	149,6
8. BA 80 mg L ⁻¹ + carbaryl 1000 mg L ⁻¹ em frutos com 15 mm a 20 mm de diâmetro;	53,2ab	118,7	17,8	149,6
9. BA 80 mg L ⁻¹ + carbaryl 1000 mg L ⁻¹ em frutos com diâmetro superior a 20 mm.	41,3bc	129,0	19,4	151,6

FE: Frutificação efetiva (%); NFP: nº de frutos por planta; PP: Produção por planta (Kg); MF: Massa média dos frutos (g).

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo (p<0,05).

Segundo Dennis Jr. (2000), os principais mecanismos propostos para explicar a ação dos produtos químicos no raleio em pós-floração são: 1) Aborto ou inibição do crescimento do embrião; 2) Atraso da abscisão de frutos com crescente competição entre os frutos por nutrientes; 3) Inibição do transporte via floema para os frutos; 4) Redução da força de dreno dos frutos; 5) Inibição da síntese de auxina pelas sementes; 6) Inibição do transporte de auxina a partir das sementes; 7) Estimulação da síntese de etileno; e 8) Inibição da fotossíntese e aumento da respiração noturna. A máxima atividade dos raleantes químicos

como o ácido naftaleno acético e a benziladenina é observada quando eles são utilizados em frutos em rápido crescimento, sugerindo que tais substâncias exercem sua ação raleante reduzindo a produção ou a translocação de carboidratos, o que intensifica a competição entre os diferentes tecidos drenos, incluindo frutos em desenvolvimento (GREENE, 2002).

Lakso et al. (1998) e Stopar et al. (1997) têm sugerido que os raleantes químicos causam um desequilíbrio de carboidratos nas plantas, o que leva ao déficit de hidratos de carbono em um momento crítico, resultando na abscisão de frutos. Yuan & Greene (2000a, b) sugerem que a ação raleante da benziladenina em maçãs é devida principalmente a redução de carboidratos disponíveis para os frutos em desenvolvimento. Bangerth (2000) sugere que a abscisão de frutos advinda da aplicação de raleantes químicos deve-se a sua ação hormonal nas plantas, relacionada especificamente com as auxinas.

Bangerth (2004) sugere que em macieiras os frutos dominantes em uma inflorescência ou um ramo podem influenciar o crescimento e/ou a queda dos frutos menores localizados na mesma inflorescência. Isso pode ser conseguido pela inibição do movimento basipetal de auxinas a partir do fruto para a zona de abscisão. Como resultado da redução no transporte de auxinas através da zona de abscisão dos frutos menores, os níveis de auxina em tais frutos decrescem para um nível incapaz de inibir os níveis de etileno endógeno, portanto, iniciando o processo de abscisão (GREENE, 2006). Com a diminuição nos teores de auxinas na região distal da zona de abscisão, aumenta a sensibilidade dos tecidos ao etileno e o processo de abscisão ocorre pelo aumento da síntese e secreção de celulasas (WARD et al., 1999).

A combinação de diferentes substâncias raleantes com diferentes mecanismos de ação pode contribuir para diminuir a inconsistência ou ineficácia dos programas de raleio químico. No que diz respeito às combinações, a benziladenina tem melhorado a eficiência na macieira quando em combinação com ANA, Carbaryl, Ethephon e Metamitron (WERTHEIM & WEBSTER, 2005; PETRI et al., 2006; PETRI, 2007).

Jakob (1998) observou que a mistura de Ethephon e ácido naftaleno acetamida (ANAm), aplicada de 30 a 40 dias após a plena floração, apresenta um significativo efeito raleante.

A variação da eficiência de substâncias raleantes entre anos e dentro de um mesmo ano dificulta a precisão na definição do momento adequado da aplicação. Trabalhos

realizados por Stover et al. (2001), Byers (2002), Byers & Carbaugh (2002) e Hudina & Štampar (2008) indicam que fatores ambientais relacionados às plantas estão envolvidos em uma complexa interação na resposta final à aplicação de raleantes químicos.

Segundo Robinson & Lakso (2004), os principais fatores que afetam a resposta dos raleantes químicos são a concentração das substâncias utilizadas, a temperatura, a luz e o diâmetro dos frutos no momento do raleio.

Entre os fatores ambientais, a temperatura é extremamente importante, sendo que para cada raleante há uma faixa de temperatura mais adequada para aplicação. Segundo Camilo & Pereira (2006) e Petri & Leite (2005), em geral, altas temperaturas intensificam a ação dos raleantes químicos, enquanto baixas temperaturas resultam em menor intensidade de raleio. Para enfrentar a variabilidade dos resultados com raleantes químicos em função das condições climáticas é imprescindível avaliar os raleantes em um maior número de ciclos produtivos para elaborar e definir estratégias de raleio mais eficientes a serem incorporadas nos sistemas produtivos. A Figura 11 mostra os fatores que estão envolvidos no raleio químico.

Nos últimos anos a combinação de raleantes químicos vem sendo estudada mais intensamente. Segundo Fallahi e Greene (2010) a aplicação de raleantes que tenham diferentes modos de ação resulta em maior eficiência, pois esses produtos atuam em diferentes estágios de desenvolvimento dos frutos. Essa estratégia aumenta a possibilidade de uma maior eficiência dos produtos quando as condições climáticas forem favoráveis após a aplicação.

No raleio de pós-floração, é bastante comum o uso de mais de um raleante químico em mistura de tanque. Essa situação tem sido difundida visando reduzir o repasse manual, diminuindo assim a mão de obra necessária. A aplicação de produtos químicos com diferentes modos de ação resulta em maior eficiência dos raleantes, o que permite reduzir sua concentração individual. As combinações que têm apresentado melhores resultados são Benziladenina + Ethephon, Benziladenina + Metamitron e Benziladenina + ANA. Alternativas da combinação de raleantes químicos para a macieira e seus respectivos estádios de aplicação são apresentadas nas figuras 15 e 16.

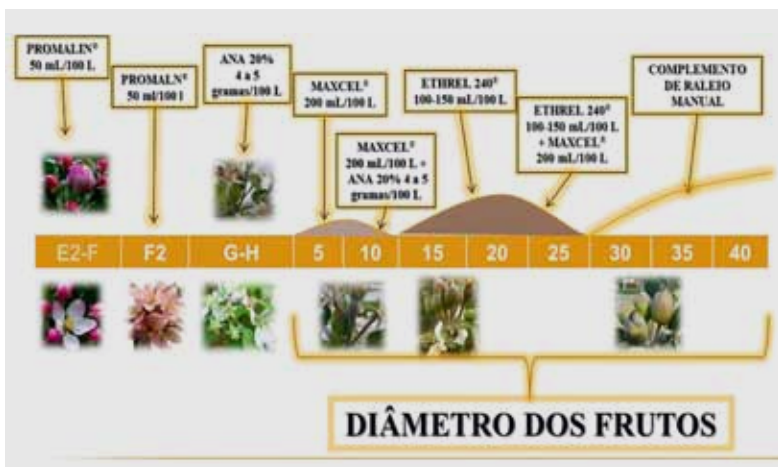


Figura 15. Alternativas de raleio químico da macieira cv. Gala

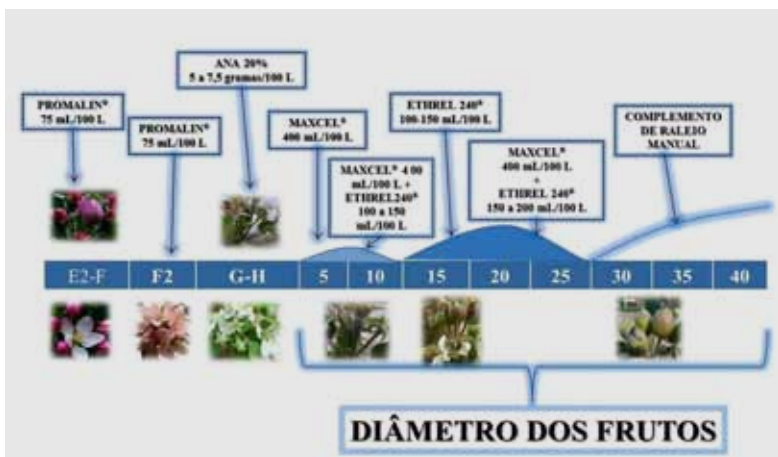


Figura 16. Alternativas de raleio químico da macieira cv. Fuji

3.3.4.1 Estádio de aplicação de raleantes químicos em pós-floração

Raleantes químicos podem ser aplicados em um amplo período, variando desde a queda das pétalas até 30 a 45 dias após a plena floração (PF) (Figuras 15 e 16), dependendo da substância a ser utilizada e das condições ambientais, principalmente da temperatura. Não há um estágio específico em que os frutos sejam mais vulneráveis. Cada estágio de desenvolvimento requer diferentes estratégias como: tipo de produto, concentração e intensidade de raleio. Porém, em geral, os raleantes químicos têm maior eficiência quando são aplicados mais perto da plena floração.

3.3.4.1.1 Queda das pétalas a 10 dias após a plena floração (DAPF)

É o estágio que, em geral, os raleantes apresentam maior ação e que o produtor já pode avaliar a intensidade da frutificação efetiva. Neste período é realizada a primeira aplicação, utilizando-se um só raleante, como ANA, Ethephon, Benziladenina ou Promalin. A Benziladenina geralmente é aplicada em baixa concentração, quando aplicada nesse estágio. A aplicação nesse período é recomendada quando temos abundante floração, boas condições climáticas para a polinização e em cultivares com alta frutificação efetiva. Nesse período a eficiência do ANA é menos dependente dos fatores ambientais.

3.3.4.1.2 Frutos de 5 a 10mm

É o estágio em que o produtor tem maior segurança em aplicar os raleantes químicos (Figura 17).



Figura 17. Frutos com 5 - 10mm, estágio ótimo para aplicação dos raleantes de pós-floração

Neste estágio os raleantes químicos de pós-floração apresentam boa eficiência, pois os frutos estão mais propensos a serem raleados. Isso está relacionado à competição, pois há uma demanda por assimilados muito grande com a planta em crescimento, ocasionando uma forte competição entre folhas e frutos. Ocorre uma redução na suplementação de fotossintetizados ou aumento da taxa de respiração, ocasionando um déficit de carboidratos que estimula a abscisão dos frutos mais fracos (Figura 18 e 19). Nesse estágio é recomendado o uso combinado de raleantes com BA, ANA, Promalin e as combinações de BA+ e Ethephon e BA+ANA.



Figura 18. Efeito de Benziladenina no raleio da macieira

3.3.4.1.3 Frutos de 11 a 20mm

Neste estágio os frutos tornam-se menos sensíveis à ação dos raleantes químicos e podem ser necessárias concentrações mais elevadas dos produtos. Em condições adversas, que reduzem a disponibilidade de carboidratos ou quando o tamanho dos frutos não for uniforme, obtém-se uma melhor resposta, principalmente nas cultivares de difícil raleio como macieira cv. Fuji. Neste estágio dá-se preferência a combinações de BA e Ethephon. O ANA, em combinação com BA, pode não causar aumento de tamanho dos frutos e formar muitos frutos pigmeus, principalmente no cv. Fuji. Desse modo, se for utilizar ANA, limitar a dosagens de 10mg L^{-1} .

3.3.4.1.4 Frutos acima de 21mm

Neste estágio os raleantes químicos apresentam pouca eficiência, mesmo quando utilizados em combinações e altas concentrações. Contudo as combinações de BA e Ethephon e ANA com Ethephon ou somente Ethephon podem causar um leve raleio. Nesse caso, tais combinações podem ser utilizadas como um tratamento complementar aos feitos anteriormente, quando ainda houver excesso de frutos nas plantas, principalmente na parte superior da copa.

3.3.5. Fatores que afetam o raleio

Segundo Robinson & Lakso (2004), os principais fatores que afetam a resposta dos raleantes químicos são a concentração das substâncias utilizadas, a temperatura, a luz e o diâmetro dos frutos no momento do raleio.

Entre os fatores ambientais, a temperatura e a luz são os mais importantes, uma vez que para cada raleante há uma faixa de temperatura mais adequada para aplicação. Segundo Petri & Leite (2005) e Camilo & Pereira (2006), em geral altas temperaturas intensificam a ação dos raleantes químicos enquanto baixas temperaturas resultam em menor intensidade de raleio. Isso está relacionado à disponibilidade de carboidratos, pois se as condições forem de baixa temperatura e dias ensolarados, a suplementação de carboidratos excede a demanda. Porém, com altas temperaturas, a atividade de fotossíntese é reduzida e pode ocorrer déficit de carboidratos, havendo então maior ação dos raleantes químicos.

A aplicação de dois produtos em mistura de tanque normalmente potencializa o efeito dos raleantes químicos. Também a reaplicação normalmente reduz a necessidade de repasse manual. A variabilidade que ocorre ao longo dos anos devido a variações climáticas, assim como fatores inerentes à própria planta, levaram Lakso et al. (2001) a desenvolver um modelo que prevê o acúmulo de carboidratos, visando a uma adequada orientação quanto ao raleio químico da macieira e a necessidade de reaplicações. Nesse modelo períodos de carboidratos negativos levam a um raleio mais intenso e os positivos a um raleio ameno. Atualmente o modelo vem sendo testado para as condições do Brasil. Os ensaios demonstram que as condições climáticas que ocorrem de 3 a 5 dias após a aplicação dos raleantes químicos interferem nas respostas.

Outro modelo para verificar o efeito dos raleantes e a necessidade de reaplicação é a medida do crescimento dos frutos, pois 4 a 5 dias após a aplicação os frutos propensos a

caírem mostram uma taxa de crescimento menor que os frutos que irão permanecer. Esse modelo permite que o produtor possa fazer a avaliação do crescimento dos frutos 3, 5 e 8 dias após a aplicação e determinar o percentual de frutos propensos à queda, permitindo assim avaliar a necessidade ou não de reaplicação. Também pode ser utilizado o modelo de crescimento do tubo polínico, principalmente para o raleio de floração com produtos cáusticos. Nesse modelo avalia-se o crescimento do tubo polínico e estima-se o tempo que levará para fazer a fecundação das flores. Decorrido esse tempo, aplica-se o raleante químico que elimina a possibilidade de fecundar novas flores. O inconveniente do modelo é que necessita ser realizado em laboratório.

3.3.6. Principais raleantes químicos

3.3.6.1 Ácido Naftaleno Acético (ANA)

ANA foi o primeiro raleante químico na classe hormonal a ser utilizado comercialmente. Quando utilizado só na floração ou na pós-floração é um dos mais eficientes, com ação nos cultivares de difícil raleio. É utilizado nas concentrações de 5 a 15mg L⁻¹, sendo as dosagens menores utilizadas nos cultivares de fácil raleio como os do grupo Gala e dosagens mais altas para cultivares do grupo Fuji.

Entre os inconvenientes do uso do ANA está a não indução do aumento do tamanho dos frutos ou até mesmo a sua redução, mesmo que haja redução do número de frutos na planta quando utilizado em altas concentrações. Pode haver também formação de frutos pigmeus, que permanecem na planta até a colheita, principalmente quando aplicado em altas concentrações e em frutos com mais de 10mm de diâmetro. A ação do ANA não é imediata, ocorrendo abscisão dos frutos até duas semanas após a aplicação.

Logo após a aplicação ocorre epinastia, murchamento das folhas que desaparece em 24 horas. Isso é observado quanto mais desenvolvidas estiverem as folhas no momento da aplicação. Em pós-floração, o ANA pode ser utilizado em combinação com Benziladenina, principalmente nos cultivares de difícil raleio.

3.3.6.2 Carbaryl

Carbaryl é um inseticida com ação raleante utilizado durante muitos anos, porém seu registro foi cancelado em nível internacional. É utilizado desde a queda das pétalas até a formação de frutos com 20mm de diâmetro. Por ser tóxico para as abelhas, só deve

ser utilizado após elas serem retiradas do pomar. Aplicado na dosagem de 500 a 1.500mg L⁻¹ é mais eficiente quando atinge os frutos, devendo-se portanto ter cuidado para fazer uma cobertura uniforme e dirigida aos frutos. Pode ser utilizado em combinação com ANA ou Benziladenina. Como atualmente o registro do Carbaryl está cancelado no Brasil, um novo produto à base de Metamitron que inibe a atividade de fotossíntese tende a ser o substituto.

3.3.6.3 Ethephon

Ethephon é um raleante químico que apresenta ação em frutos com mais de 20mm de diâmetro. Não é muito utilizado devido a sua sensibilidade a diferentes estádios de desenvolvimento dos frutos e à temperatura após a aplicação, o que pode alterar sua eficiência de um ano para outro. O Ethephon mostra-se altamente variável conforme a temperatura: em temperaturas altas, acima de 25°C, o efeito raleante pode ser potencializado devido à maior taxa de síntese de etileno, podendo resultar em raleio excessivo. Em pós-floração é usado na concentração de 200 a 300mg L⁻¹, podendo ser utilizado em combinação com Benziladenina.

3.3.6.4 Benziladenina (BA)

Benziladenina é um raleante químico da classe de hormônios que foi introduzido recentemente no Brasil para raleio de pós-floração. BA atua na divisão celular, aumentando o tamanho dos frutos, pois reduz a competição entre eles e aumenta a divisão celular. É utilizado na concentração de 50 a 150mg L⁻¹, sendo as concentrações mais altas utilizadas nos cultivares de difícil raleio como a Fuji. O estágio de aplicação que apresenta a maior eficiência é com frutos de 5 a 10mm, porém tem eficiência em frutos com até 20mm.

3.3.7. Combinação de raleantes

No raleio de pós-floração, é mais comum o uso de mais de um raleante químico em mistura de tanque. Essa situação tem sido buscada para reduzir o repasse manual, diminuindo a necessidade de mão de obra. A aplicação de raleantes químicos com diferentes modos de ação resulta em maior eficiência do raleio, possibilitando a redução da concentração individual dos raleantes. As combinações que têm apresentado melhores resultados são Benziladenina e Metamitron, Benziladenina e ANA, Benziladenina e

Ethephon e ANA com Ethephon. Alternativas da combinação de raleantes químicos para a macieira e seus respectivos estádios de aplicação são apresentadas nas figuras 14 e 15 e na Tabela 38.

Tabela 38. Principais raleantes químicos da macieira

Produto	I.A.	Época de aplicação	Dosagem	Cultura
ANA	Ácido Naftaleno acético	PF - 10 DAPF	10-15mg.L ⁻¹	Macieira
Maxcel®	Benziladenina	QP - Frutos 15mm	1-6L ha ⁻¹	Macieira, Pereira
Promalin®	Benziladenina + Ácido giberélico	PF - QP	0,5-1,0 L.ha ⁻¹	Macieira
Ethrel®	Ethephon	PF - Frutos 5-20mm	100-200 mg.L ⁻¹	Macieira
Goltix®	Metamitron	Frutos 5-20mm	300-400 mg.L ⁻¹	Macieira
ATS	Amônio Tiosulfato	PF - QP	1-2%	Macieira

PF – Plena floração; QP – Queda das pétalas

3.3.8. Considerações finais

A tomada de decisão sobre a melhor estratégia de raleio a ser utilizada depende de diversos fatores, desde o cultivar a ser raleado, passando pelo estado nutricional das plantas e pelos fatores climáticos que variam a cada ano. Portanto, cada pomar apresenta a sua peculiaridade, devendo-se levar em consideração os fatores citados, principalmente para a realização do raleio químico, o qual atualmente é uma ferramenta indispensável para a redução dos custos de mão de obra no cultivo da macieira.

Referências

- BANGERTH, F. Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. **Plant Growth Regulation**, v. 31, p.43-59. 2000.
- BANGERTH, F. Internal regulation of fruit growth and abscission. **Acta Horticulturae**, v. 636, p.235-248. 2004.
- BASAK, A.; KRZEWIŃSKA, D. Effect of prohexadione-ca (Regalis®) on the Effectiveness of NAA and BA used for fruitlet thinning in apple trees. **Acta Horticulturae**, Saltillo, v. 727, p.139-144. 2006.
- BATJER, L.P.; WESTWOOD, M.N. 1-Naphtyl-N-methylcarbamate, a new chemical for thinning apples. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, v.75, p.1-4, 1960.
- BAUGHER, T.A.; ELLIOTT, K.C.; HORTON, B.D.; MILLER, S.S.; D. LEACH, W.1991. Improved methods of mechanically thinning peaches at full bloom. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.116, p.766-769, 1991.
- BERLAGE, A. G. AND LANGMO, R.D. Machine vs hand thinning of peaches. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 25, p.538-543, 1982.
- BRAMLAGE, W.J.; WEIS, S.S.; GREENE, D.W. Observations on the relationship among seed number, fruit calcium, and senescent breakdown in apples. **HortScience**, v. 25, p.351-353. 1990.
- BUBÁN, T. The use of benzyladenine in orchard fruit growing: a mini review. **Plant Growth Regulation**, v. 31, p.381-390. 2000.
- BURKHOLDER, C.L.; MCCOWN, M. Effect of scoring abd of a-anaphthyl acetic acid and amide spray upon fruit set and of the spray upon preharvest fruit drop. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, v. 38, p.117-120. 1941.
- BYERS, R. E. and CARBOUGH, D. H. Effect of the chemical thinning sprays on the apples fruit set. **HortTechnology**, v.1, p. 41-48. 1991.
- BYERS, R. E. Thin peaches with water. **American Fruit Grower**, v. 110, p.20-21, 1990.
- BYERS, R. E.; MARINI, R.P. Influence of blossom and fruit thinning on peach flower bud tolerance to an early spring freeze. **HortScience**, v. 29, p.146-148. 1994.
- BYERS, R.E. Flower and fruit thinning and vegetative: Fruiting balance. In: FERRE, D.C.; WARRINGTON, I.J. **Apples: Botany, production and uses**. Cabi Publishing, p.409-436. 2003.
- BYERS, R.E. Influence of temperature and darkness on apple fruit abscission and chemical thinning. **Journal of Tree Fruit Production**, v. 3, n.1, p.41-53. 2002.

BYERS, R.E.; CARBAUGH, D.H. Effects of thinning time on yield, fruit size, and return bloom of 'York' and 'Golden Delicious' apple trees. **Journal of Tree Fruit Production**, v. 3, n.1, p.55-62. 2002.

CAMILO, A.P.; PEREIRA, A.J. Raleio de frutos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 419-461.

COSTA, G. What's new in plant bioregulators? **Acta Hort**, 998, p.27-36. 2013.

COSTA, G.; DAL CIN, V.; RAMINA, A. Physiological, molecular and practical aspects of fruit abscission. **Acta Horticulturae**, v. 727, p.301-310. 2006.

DENNIS JR, F.G. The history of fruit thinning. **Plant Growth Regulation**, v.31, n.1, p.1-16. 2000.

DORIGONI, A. Apple fruit thinning alternative in Northern Italy. **Compact fruit tree**, 37(1), 26-29. 2004.

DUSSI, M. C.; GIARDINA, G.; REEB, P.; GASTIAZORO, J. Thinning programs i pears cv. Williams. **Acta Horticulturae**, v. 800, p.119-130. 2008.

EBERT, A., KREUZ, C.L., RAASCH, Z.S., ZAFFARI, G.R., BENDER, R.J.. **Capacidade de Produção de Macieiras**. Florianópolis, EMPASC, 1987. 23p. (EMPASC, Boletim Técnico 41).

FALLAHI, E.; GREENE, D.W. The impact of blossom and post-bloom thinners on fruit set and fruit quality in apples and stone fruits. **Acta Hort**. 884:179-187. 2010.

FERREE, D.C. Performance of benzladenine as a chemical thinner on eight apple cultivars. **Journal of Tree Fruit Production**, v.1, p. 33-50. 1996.

GLENN, D. M., PETERSON, D. L.; GIOVANNINI, D.; FAUST, M. Mechanical thinning of peaches is effective postbloom. **HortScience**, v. 29, p.850-853, 1994.

GONZALES-ROSSIA, D.; JUAN, M.; REIG, C.; AGUSTÍ, M. The inhibition of flowering by means of gibberellic acid application reduces the cost of hand thinning in Japanese plums (*Prunus salicina* Lindl.). **Scientia Horticulturae**, v. 110, p.319-323. 2006.

GREENE, D. Chemicals, Timing, and Environmental Factors Involved in Thinner Efficacy on Apple. **HortScience**, v. 37, n.3, p.477-481. 2002.

GREENE, D. W. Endogenous hormones and biogulators use on apple. In.: **Apples botany, productions use**. Edited by D. C. Ferre and J. J. Warrington. Cabi publishing, Wallinford. UK, p. 660. 2003.

GREENE, D. W. Reducing floral initiation and return bloom in pome fruit trees—applications and implications. **HortTechnology**, v. 10, p.740-743. 1989.

GREENE, D. W. Time of aminoethoxyvinylglycine application influences preharvest drop and fruit quality of 'McIntosh' apples. **HortScience**, v. 40, p. 2056-2060. 2005.

GREENE, D.W. A review of the use of benzyladenine (BA) as a chemical thinner for apples. **Acta Horticulturae**, v. 329, p.231-236. 1993.

GREENE, D.W. Effect of auxin inhibitors on fruit growth and fruit set of 'McIntosh', 'Delicious' and 'Golden Delicious' apples. **Acta Horticulturae**, v.727, p.255-262. 2006.

HUDINA, M.; ŠTAMPAR, F. Effect of Chemical and Hand Thinning on Quality and Quantity of Pear Fruits (*Pyrus communis* L.) cv. Williams. **Acta Horticulturae**, v. 800, p.211-214. 2008.

JAKOB, H.B. Fruit regulation in plums, prunes and damsons. **Acta Horticulturae**, v. 478, p.127-136. 1998.

KNIGHT, J.N. AND J.E. SPENCER. Timing of application of carbaryl used as an apple fruitlet thinner. **J. Hort. Sci.** 62:11–16. 1987.

LAKSO, A.N., BEBETE, M., GOFFINET, M.C.; GRAPPADELLI, L.C. Aspects of carbon supply and demand in apple fruits. **Acta Horticulturae**, v. 466, p.13-18. 1998.

LAKSO, A.N.; GOFFINET, M.C. Apple Fruit Growth. **New York Fruit Quality**, v. 21, n.1, p.11-14. 2013.

LAKSO, A.N.; ROBINSON, T.L.; GOFFINET, M.C.; WHITE, M.D. Apple fruit growth response to varying thinning methods. **Acta Horticulturae**, v. 557, p. 407-412. 2001.

LINK, H. Significance of flower and fruit thinning on fruit quality. **Plant Growth Regulation**, v. 31, p.17-26. 2000.

MAAS, F. "Thinning and Alternate Bearing - Thinning 'Elstar' Apple with Benzyladenine." **Acta Horticulturae**.(727): p.415. 2006.

MELAND, M. Response of 'Victoria' Plums to Chemical Bloom Thinning. **Acta Horticulturae**, v. 636, p.275-281. 2004.

MILLER, S.S. Thinning the pillar peach tree growth habit with a spiked-drum shaker or chemical bloom thinners. **Annual Cumberland Shenandoah Fruit Workers Conference Proceedings**, v. 81, p. 187-192, 2006.

OSBORNE, J.L.; ROBINSON, T. Chemical Peach Thinning: Understanding the relationship between crop load and crop value. **New York Fruit Quarterly**, v. 16, n. 4, p.19-23. 2008.

OSBORNE, J.L.; ROBINSON, T.L.; PARRA-QUEZADA, R. Chemical blossom thinning agents reduce crop load of 'Rising Star' peach in New York. **Acta Horticulturae**, v. 727, p.423-428. 2006.

PETRI, J. L., G. B. LEITE AND C. BASSO. "Thinning and Alternate Bearing - Chemical Thinning of 'Fuji' Apples Growing in a Mild winter Climate." **Acta Horticulturae**. (727): p.429. 2006.

PETRI, J.L. Alternativas para o raleio químico da macieira. In: Encontro Nacional sobre Fruticultura

de Clima Temperado, 10, 2007, Fraiburgo, SC, **Anais...Caçador**: Epagri, v.1 (Palestras), 2007. p.89-99.

PETRI, J.L. LEITE, G.B. Excesso Descartado. **Revista Cultivar Hortalças e Frutas**, Florianópolis, v. 10, p.2-6. 2005.

PRETORIUS, J.J.B.; WAND, S.J.E.; THERON, K.I. Fruit and Shoot Growth Following Combined Girdling and Thinning of 'Royal Gala' Apple Trees. **Acta Horticulturae**, v. 636, p.401-407. 2004.

QUINLAN, J.D. AND A.P. PRESTON. Effects of thinning blossoms and fruitlets on growth and cropping of Sunset apple. **J. Hort. Sci.** 43:373-381. 1968.

REIGHARD, G.L.; OUELLETTE, D.R.; BROCK, K.H. Pre-bloom thinning of peach flower buds with soybean oil in South Carolina. **Acta Horticulturae**, v.727, p.345-351. 2006.

ROBINSON, T. L. "Interaction of Benzyladenine and Naphtaleneacetic Acid on Fruit Set, Fruit Size and Crop Value of Twelve Apple Cultivars." **Acta Horticulturae** (727): p.283-290. 2006.

ROBINSON, T.L.; LAKSO, A.N. Between Year and Within Year Variation in Chemical Fruit Thinning Efficacy of Apple during Cool Springs. **Acta Horticulturae**, v. 636, p.283-294. 2004.

SANZOL, J. AND M. HERRERO. "The "effective pollination period" in fruit trees." **Scientia Horticulturae** 90(1-2): p.1-17. 2001.

STOPAR, M., BLACK, B.L.; BUKOVAC, M.J. The effect of NAA and BA on carbon dioxide assimilation by shoot leaves of spur-type Delicious and Empire apples trees. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 122, p.837-840. 1997.

STOVER, E.; FARGIONE, M.; RISIO, R.; YANG, X.; ROBINSON, T. Fruit weight, cropload, and return bloom of 'Empire' apple following thinning with 6- Benzyladenine and NAA at several phenological stages. **HortScience**, v. 36,p.1077-1081. 2001.

TROMP, J.; WERTHEIM, S.J. Fruit growth and development. In: TROMP, J.;WEBSTER, A.D.; WERTHEIM, S.J. Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production. **Backhuys Publishers Leiden**. The Netherlands, 2005. p.240-266. 2005.

WARD, D.L.; BEERS, E.P.; BYERS, R.E., MARINI, R.P. Cutting apple fruits induces cellulase activity in the abscission zone. **HortScience**, Alexandria, v.34, n.4, p.601-603. 1999.

WEIRTHEIM, S. J.; WEBSTER, A. D. Manipulation of growth and development by plant bioregulators. In: FUNDAMENTALS of temperate zone tree fruit production. **Leiden: Backhuys**, p.267-294. 2005.

WERTHEIM, S.J. Chemical thinning of deciduous fruit trees. **Acta Horticulturae**, v. 463, p.445-462. 1997.

YUAN, R.; GREENE, D.W. Benzyladenine as a chemical thinner for McIntosh apples. I. Fruit thinning effects and associated relationships with photosynthesis, assimilate translocation, and nonstructural carbohydrates. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.125, p.169–176. 2000a.

YUAN, R.; GREENE, D.W. Benzyladenine as a chemical thinner for McIntosh apples. II. Effects of benzyladenine, bourse shoot tip removal, and leaf number on fruit retention. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.125, p.177-182. 2000b.



www.epagri.sc.gov.br



www.youtube.com/epagritv



www.facebook.com/epagri



www.twitter.com/epagrio oficial



www.instagram.com/epagri

