

Efeito de distintas épocas de aplicação e concentrações de 6-BA+GA₄₊₇ em macieiras ‘Galaxy’ sob tela antigranizo no Sul do Brasil

Effect of different application times and concentrations of 6-BA+GA₄₊₇ on ‘Galaxy’ apple trees grown under hail nets in Southern Brazil

Efecto de distintas épocas de aplicación y concentraciones de 6-BA+GA₄₊₇ en manzanos ‘Galaxy’ cultivados bajo malla antigranizo en el sur de Brasil

Mauricio Borges de Vargas

Graduado em Agronomia

Instituição: Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS)

Endereço: Vacaria - Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: mauriciov761@gmail.com

Fernando José Hawerth

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Endereço: Vacaria - Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: fernando.hawerth@embrapa.br

Gilmar Arduino Bettio Marodin

Ph.D. em Fitotecnia

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Endereço: Porto Alegre - Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: marodin@ufrgs.br

Lorenzo da Silva Tissot

Graduado em Agronomia

Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS)

Endereço: Vacaria - Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: lorenzotissot@gmail.com

Brenda Reis Ferreira

Mestre em Fitotecnia

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Endereço: Vacaria - Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: brendareisferreira@gmail.com

RESUMO

O cultivo da macieira no Brasil constitui uma atividade agrícola de elevada relevância econômica e social, cuja sustentabilidade produtiva e qualitativa depende do contínuo aprimoramento tecnológico. Nesse contexto, a utilização de fitorreguladores no manejo cultural tem se tornado uma prática cada vez mais frequente e indispensável nos sistemas de produção, especialmente para a otimização da frutificação e da qualidade dos frutos. Assim, o presente estudo teve como

objetivo avaliar e aperfeiçoar o uso da 6-benziladenina (6-BA) e do ácido giberélico (GA_{4+7}) no desenvolvimento dos frutos e na regulação da frutificação de macieiras ‘Galaxy’ cultivadas sob tela antigranizo. Para tanto, o experimento foi conduzido em um pomar comercial localizado no município de Monte Alegre dos Campos, RS, sob tela antigranizo branca, utilizando-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições. Foram avaliadas diferentes doses e épocas de aplicação de 6-BA e da combinação 6-BA+ GA_{4+7} durante a floração e o início do desenvolvimento dos frutos de macieiras ‘Galaxy’ enxertadas sobre o porta-enxerto ‘M9’. Foram analisados parâmetros de frutificação efetiva, produção e qualidade de frutos na safra 2022/2023. Os resultados mostraram que as aplicações sequenciais de $4,75 \text{ g ha}^{-1}$ de 6-BA+ GA_{4+7} realizadas em plena floração e aos 7, 14 e 21 dias após a floração proporcionaram o maior número de inflorescências com frutos e o maior número total de frutos, diferindo significativamente das aplicações únicas em doses elevadas, como $9,5 \text{ g ha}^{-1}$. O número médio de frutos por inflorescência não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. A maior frutificação observada com doses moderadas e aplicações múltiplas sugere melhor sincronia com o desenvolvimento floral, favorecendo o balanço hormonal e a fixação de frutos. Por outro lado, doses altas aplicadas uma única vez podem causar desequilíbrios hormonais e reduzir a eficiência reprodutiva. As condições meteorológicas, marcadas por menor precipitação e restrição hídrica durante o ciclo, influenciaram a eficiência dos tratamentos e o crescimento dos frutos. Além disso, o cultivo sob tela antigranizo, embora proteja contra granizo, altera o microclima, aumentando o sombreamento e a umidade, o que pode afetar a coloração e a queda natural dos frutos. De modo geral, conclui-se que a aplicação de 6-BA+ GA_{4+7} em doses moderadas e de forma sequencial é mais eficiente na frutificação e no potencial produtivo da cultivar ‘Galaxy’ sob tela antigranizo, sendo preferível a aplicações únicas em doses elevadas.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh., 6-benziladenina, giberelinas, tela antigranizo, qualidade de frutos.

ABSTRACT

Apple cultivation in Brazil is an agricultural activity of high economic and social importance, whose productive and qualitative sustainability depends on continuous technological improvement. In this context, the use of plant growth regulators in crop management has become an increasingly frequent and indispensable practice in production systems, especially for optimizing fruit set and fruit quality. Thus, the present study aimed to evaluate and improve the use of 6-benzyladenine (6-BA) and gibberellic acid (GA_{4+7}) in fruit development and regulation of fruit set in ‘Galaxy’ apple trees grown under hail netting protection. To this end, the experiment was conducted in a commercial orchard located in the municipality of Monte Alegre dos Campos, RS, under white hail protection netting, using a randomized block design with seven treatments and four replications. Different doses and application times of 6-BA and the combination 6-BA+ GA_{4+7} were evaluated during flowering and the beginning of fruit development of ‘Galaxy’ apple trees grafted onto the ‘M9’ rootstock. Parameters of effective fruit set, yield, and fruit quality were analyzed in the 2022/2023 season. The results showed that sequential applications of 4.75 g ha^{-1} of 6-BA+ GA_{4+7} at full bloom and at 7, 14, and 21 days after bloom resulted in the highest number of fruiting inflorescences and the highest total number of fruits, differing significantly from single applications at high doses, such as 9.5 g ha^{-1} . The average number of fruits per inflorescence did not differ significantly among treatments. The higher fruit set observed with moderate doses and multiple applications suggests better synchrony with floral development, favoring hormonal balance and fruit retention. Conversely,

high doses applied only once may cause hormonal imbalances and reduce reproductive efficiency. Meteorological conditions, characterized by lower rainfall and water restriction during the cycle, influenced treatment efficiency and fruit growth. In addition, cultivation under anti-hail netting, although it protects against hail, alters the microclimate by increasing shading and humidity, which can affect coloration and natural fruit drop. Overall, it is concluded that sequential applications of 6-BA+GA₄₊₇ at moderate doses are more efficient for fruit set and the productive potential of the 'Galaxy' cultivar under anti-hail netting, and are preferable to single applications at high doses.

Keywords: *Malus domestica* Borkh., 6-benzyladenine, gibberellins, hail-protection netting, fruit quality.

RESUMEN

El cultivo de manzanas en Brasil es una actividad agrícola de gran importancia económica y social, cuya sostenibilidad productiva y cualitativa depende de la mejora tecnológica continua. En este contexto, el uso de reguladores de crecimiento vegetal en el manejo de cultivos se ha convertido en una práctica cada vez más frecuente e indispensable en los sistemas de producción, especialmente para optimizar el cuajado y la calidad de los frutos. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar y mejorar el uso de 6-benciladenina (6-BA) y ácido giberélico (GA₄₊₇) en el desarrollo de frutos y la regulación del cuajado de frutos en manzanos 'Galaxy' cultivados bajo malla antigranizo. Para ello, el experimento se llevó a cabo en un huerto comercial ubicado en el municipio de Monte Alegre dos Campos, RS, bajo malla antigranizo blanca, utilizando un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y cuatro réplicas. Se evaluaron diferentes dosis y momentos de aplicación de 6-BA y la combinación 6-BA+GA₄₊₇ durante la floración y el inicio del desarrollo de los frutos de manzanos 'Galaxy' injertados en el portainjerto 'M9'. Se analizaron parámetros de cuajado efectivo, producción y calidad de frutos en la campaña 2022/2023. Los resultados mostraron que las aplicaciones secuenciales de 4,75 g ha⁻¹ de 6-BA+GA₄₊₇ realizadas en plena floración y a los 7, 14 y 21 días después de la floración proporcionaron el mayor número de inflorescencias con frutos y el mayor número total de frutos, diferenciándose significativamente de las aplicaciones únicas con dosis elevadas, como 9,5 g ha⁻¹. El número medio de frutos por inflorescencia no presentó diferencias significativas entre los tratamientos. La mayor fructificación observada con dosis moderadas y aplicaciones múltiples sugiere una mejor sincronía con el desarrollo floral, favoreciendo el balance hormonal y la fijación de frutos. Por otro lado, las dosis altas aplicadas una sola vez pueden causar desequilibrios hormonales y reducir la eficiencia reproductiva. Las condiciones meteorológicas, marcadas por menor precipitación y restricción hídrica durante el ciclo, influyeron en la eficiencia de los tratamientos y en el crecimiento de los frutos. Además, el cultivo bajo malla antigranizo, aunque protege contra el granizo, altera el microclima, incrementando el sombreado y la humedad, lo que puede afectar la coloración y la caída natural de los frutos. En general, se concluye que la aplicación de 6-BA+GA₄₊₇ en dosis moderadas y de forma secuencial es más eficiente en el cuajado y en el potencial productivo del cultivar 'Galaxy' bajo malla antigranizo, siendo preferible a aplicaciones únicas con dosis elevadas.

Palabras clave: *Malus domestica* Borkh., 6-benciladenina, giberelinas, malla antigranizo, calidad de frutos.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da macieira destaca-se como uma das cadeias frutícolas de maior êxito no Brasil, uma vez que o país deixou a condição de importador, predominante entre as décadas de 1960 e 1980, para consolidar-se como exportador a partir da década de 1990 (Liz, 2023). Atualmente, a macieira possui elevada relevância no cenário agrícola nacional, ocupando uma área superior a 33 mil hectares e apresentando produção de aproximadamente um milhão de toneladas na safra 2023/2024 (FAO, 2026). Os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina concentram cerca de 97% da produção nacional de maçãs, com destaque para as regiões do Planalto Serrano (SC) e dos Campos de Cima da Serra (RS) (IBGE, 2025). A partir do início da década de 1990, a cultivar Gala (Klanovicz, 2012) e, posteriormente, novas seleções e mutações somáticas pertencentes a esse grupo passaram a ser amplamente recomendadas para plantio nessas regiões, em função da elevada qualidade físico-química e comercial dos frutos, destacando-se cultivares como ‘Castel Gala’ e ‘Galaxy’, introduzidas no início dos anos 2000 (Faoro, 2022).

A adoção de práticas de manejo adequadas, associadas à correta definição do momento de intervenção, é fundamental para a obtenção de frutos com elevada qualidade. Nesse contexto, o uso de fitorreguladores de crescimento constitui uma importante ferramenta no manejo de pomares, auxiliando os produtores na modulação do ciclo produtivo, na uniformização do desenvolvimento vegetativo e no incremento da qualidade dos frutos (Petri, 2018). Esses reguladores atuam por meio da estimulação de processos fisiológicos e metabólicos, favorecendo a absorção e redistribuição de nutrientes e exercendo efeitos análogos aos fitohormônios endógenos, o que contribui para a melhoria do desempenho produtivo das plantas (Hawerth, 2022).

Estudos conduzidos por Petri *et al.* (2017), em pomares manejados a pleno sol, demonstram efeitos positivos na qualidade dos frutos decorrentes da utilização de fitorreguladores com ação análoga às giberelinas e citocininas, aplicados durante a floração e o início do desenvolvimento dos frutos. Esses reguladores atuam em diferentes fases do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da macieira, sendo particularmente relevantes no raleio de flores e frutos em anos caracterizados por elevada carga floral, contribuindo para a manutenção da qualidade final da produção e para a mitigação da alternância produtiva. Estima-

se que taxas de fecundação entre 5 e 10% das flores sejam suficientes para assegurar níveis produtivos adequados. Na ausência de práticas de raleio, esse percentual de fecundação tende a ser significativamente superior, resultando em excesso de carga frutal e comprometimento do calibre e da qualidade dos frutos.

A eficácia do raleio o estágio vegetal e a interação entre genótipo x ambiente x bioestimulante (Rodrigues *et al.*, 2020). Embora a região Sul do Brasil apresente as características necessárias para a produção de maçãs, também possui recorrentes precipitações de granizo, principalmente no período de primavera (Martins *et al.*, 2017). A ocorrência deste fenômeno climático causa danos a frutos em formação e a estruturas vegetativas, ocasionando perdas econômicas pela depreciação de frutos e facilitação da entrada de doenças nas plantas. Dentre as opções para minimização dos danos de granizo, o uso de tela antigranizo, tem sido o método de maior adesão por parte de produtores para evitar a mitigação destes impactos (Mupambi *et al.*, 2018). Entretanto, sua utilização modifica as condições microclimáticas da área de produção em relação a pomares conduzidos em pleno sol (Boini *et al.*, 2019). Estudos conduzidos por Bosco *et al.* (2017) e Mauta (2018), indicam que ocorre alteração nos valores de umidade relativa do ar, velocidade do vento, temperatura e incidência de radiação fotossinteticamente ativa.

Com a expansão deste novo ambiente de produção é necessário entender como a instalação de telas antigranizo influenciam as práticas de manejo comumente utilizadas em pomares conduzidos a pleno sol. Estudos mostram que o efeito do sombreamento resulta em incremento do crescimento vegetativo e consequentemente a redução na coloração de frutos (Hawerroth e Nachtigall, 2019). Ainda, Marchioretto, Rossi e Marodin (2022) observaram incremento de 41 e 64% na queda natural de frutos com a utilização de telas antigranizo para as safras 2019/20 e 2020/21, respectivamente.

Estudos que avaliam a atuação desses fitorreguladores em pomares conduzidos sob tela antigranizo ainda são escassos, especialmente no que se refere às interações entre os reguladores de crescimento e as alterações microclimáticas promovidas por esse sistema de cultivo. Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo contribuir para o entendimento da ação da 6-benziladenina (6-BA) e da combinação 6-BA + GA₄₊₇ sobre a produção e a qualidade dos frutos de macieiras ‘Galaxy/M9’, por meio da avaliação de aplicações sequenciais e isoladas desses reguladores em pomar conduzido sob tela antigranizo branca, no município de Monte

Alegre dos Campos, RS, nas condições meteorológicas da safra 2022/2023.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em pomar comercial localizado em Monte Alegre dos Campos, RS, Brasil, (28°35'52.2"S, 50°45'59.3"W, 968m) durante a safra 2022/2023. O clima no local está descrito conforme classificação de Köppen-Geiger (1928) como “Cfb”, temperado úmido com verão ameno. O material vegetal utilizado foi macieiras da cv. Galaxy/M9 sob tela antigranizo branca, espaçamento de 0,51 m x 3,3 m e densidade de 5.888 plantas ha⁻¹, em sistema de condução em líder central.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com sete tratamentos e quatro repetições. As unidades experimentais estavam compostas por duas plantas. Os tratamentos utilizados foram: 1) Testemunha; 2) 3,8 g ha⁻¹ de 6-BA + GA₄₊₇ em PF e aos 7, 14, 21 e 28 DAPF; 3) 4,75 g ha⁻¹ de 6-BA + GA₄₊₇ em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF; 4) 4,75 g ha⁻¹ de 6-BA + GA₄₊₇ em PF e aos 10, 20 e 30 DAPF; 5) 9,5 g ha⁻¹ de 6-BA + GA₄₊₇ em PF; 6) 0,5 g ha⁻¹ de 6-BA em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF; 7) 20 g ha⁻¹ de 6-BA em PF. A primeira aplicação para todos os tratamentos foi realizada em plena floração, momento que se caracteriza quando aproximadamente 80% das flores atingem estágio fenológico F2 – flor aberta (IUCHI, 2006), em 08/10/2022.

Como fonte de 6-BA + GA₄₊₇ foi utilizado o produto comercial Perlan[®] (com 19 g L⁻¹ de 6-BA + 19 g L⁻¹ de GA₄₊₇) e como fonte de 6-BA, Exilis[®] (20 g L⁻¹ de 6-BA). Todos os tratamentos receberam adição de 0,2 mL L⁻¹ do espalhante adesivo Breakthru[®]. As aplicações foram realizadas com auxílio de um pulverizador costal motorizado modificado e o volume de calda utilizado foi de 1000 L ha⁻¹.

A avaliação do efeito das aplicações na frutificação efetiva foi definida por meio da contagem do número de inflorescências por planta e o número de frutos por inflorescência, obtendo-se então, o número total de frutos por planta em 03/12/2022, 55 dias após a primeira aplicação. Considerando a densidade de plantas do local de realização do experimento, a carga de frutos foi ajustada por meio de repasse manual de raleio para que atingisse uma expectativa média de 50 t.ha⁻¹ de produção. Esta medida é necessária para evitar uma produção excessivamente elevada de frutos e comprometer a resposta de safras seguintes.

A colheita dos frutos foi realizada em duas etapas, respeitando a programação definida pela empresa cedente da área, em 17/02/2023 e 11/03/2023. A variação de produção foi estimada pela colheita e contagem de todos os frutos das plantas e da massa total de frutos colhidos, obtendo-se assim a massa fresca média de frutos. A qualidade de frutos foi quantificada através da avaliação de amostras representativas de 100 frutos por planta.

Para determinar o estágio de maturação, foram comparados índices que avaliam as características maturação dos frutos. Sendo elas, a firmeza de polpa (N), teor de sólidos solúveis (°Brix) e degradação de amido pelo teste de iodo amido (escala de 1 a 9), a partir de amostras representativas contendo 20 frutos por repetição. Também foi avaliada a influência na formação de sementes nos frutos por meio da contagem do número de sementes por fruto e número de frutos com ausência de sementes.

Para determinação do índice de degradação de amido, foi retirada uma fatia da região equatorial dos frutos e posteriormente exposta ao contato com solução de iodeto de potássio/iodo metálico, a qual permaneceu em reação por tempo superior a um minuto. Para a definição do valor, foi utilizada a escala proposta por Bender e Ebert (1985), na qual a evolução da degradação de amido parte de 1 (fruto imaturo, sem degradação, presença de escurecimento total da polpa) até 9 (maturação avançada, amido altamente degradado, polpa sem escurecimento).

Os dados coletados foram analisados estatisticamente com auxílio do programa estatístico Sisvar, realizada a análise de variância e comparação de médias por meio do Teste de Tukey, com significância de 5%. Variáveis expressas em porcentagem passaram por transformação utilizando a fórmula $\arcseno \sqrt{x/100}$. Para atender as pressuposições da análise de variância, os dados expressos em porcentagem foram transformados pela equação “arco seno de ($\sqrt{x/100}$)”.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância e as variáveis cujos resultados revelaram significância ($p < 0,05$) tiveram as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para a comparação entre tratamentos específicos foi realizada análise de contrastes ortogonais ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação de 6-benziladenina (6-BA) associada ao ácido giberélico (GA_{4+7}) em macieiras ‘Galaxy’ promoveu alterações significativas na frutificação efetiva, refletidas no

número de inflorescências com frutos e no número total de frutos por planta (Tabela 1). O tratamento com 4,75 mg L⁻¹ de 6-BA + GA₄₊₇, aplicado de forma sequencial (em plena floração e aos 7, 14 e 21 DAPF) apresentou o desempenho superior, com 121,38 inflorescências e 175,00 frutos por planta, diferindo estatisticamente da aplicação única de dose elevada (9,5 mg L⁻¹), que obteve os menores valores. O número médio de frutos por inflorescência não foi afetado pelos tratamentos, mantendo-se em torno de três, o que indica que os reguladores atuaram na retenção de frutos entre as inflorescências e não dentro de cada unidade reprodutiva. Devido à maior fixação inicial, os tratamentos mais eficientes exigiram um ajuste de carga (raleio manual) mais intenso, chegando a 37,69% de remoção de frutos média para o tratamento 6-BA + GA₄₊₇ (4,75 mg L⁻¹ + 4,75 mg L⁻¹) em PF e aos 7, 14 e 21 DAP para garantir o equilíbrio fisiológico da planta. (Tabela 1).

Esses resultados corroboram à literatura ao destacar que a sincronia, frequência e dosagem de citocininas e giberelinas são cruciais para o manejo reprodutivo, especialmente em cultivares como a 'Galaxy'. Enquanto Petri *et al.* (2023) observaram que concentrações elevadas de 6-BA (80 a 240 g ha⁻¹) são mais efetivas para o raleio químico em 'Fuji Suprema'. Além disso, a eficiência desses programas de manejo pode ter sido influenciada pelas condições meteorológicas da safra 2022/23, que apresentou um volume de chuva 44% inferior à média histórica e períodos de balanço hídrico negativo, o que, segundo Naor *et al.* (2008) e Hawerroth e Nachtigall (2023), restringe o crescimento vegetativo e o potencial produtivo.

A fisiologia da fixação de frutos também está intrinsecamente ligada à disponibilidade de fotoassimilados e às condições de temperatura e radiação. Estudos de Zibordi *et al.* (2009) e Lakso e Goffinet (2013) indicam que a divisão celular e a capacidade da planta de reter frutos dependem de reservas energéticas e do suprimento de sacarose. Condições de baixa radiação solar e temperaturas elevadas estão associadas a maiores picos de abscisão, enquanto temperaturas noturnas amenas e alta radiação favorecem a frutificação efetiva. Adicionalmente, o cultivo sob tela antigranizo, mencionado por Marchioreto *et al.* (2022) e De Rossi (2022), pode aumentar a queda natural de frutos em até 64%, tornando fundamental o início do raleio químico já na floração e a realização de aplicações sequenciais para otimizar os resultados em cada safra específica.

Tabela 1. Número de inflorescências com frutos, número médio de frutos por inflorescência, número total de frutos por planta e frutos removidos no ajuste de carga em macieiras ‘Galaxy’ em resposta a diferentes aplicações sequenciais de 6-Benziladenina + GA₄₊₇. Monte Alegre dos Campos, RS.

Manejo de fitorregulador	Inflorescências com frutos (n.planta ⁻¹)	Número de frutos por planta	Número médio de frutos por inflorescência	Frutos removidos no ajuste de carga (%)
1. Testemunha (sem aplicação de raleantes)	94,25 ab	136,75 ab	3,00 ^{ns}	20,15 ab
2. 6-BA GA ₄₊₇ (3,8 mg L ⁻¹ + 3,8 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14, 21 e 28 DAPF	103,00 ab	144,13 ab	2,87	28,82 ab
3. 6-BA + GA ₄₊₇ (4,75 mg L ⁻¹ + 4,75 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF;	121,38 a	175,00 a	2,91	37,69 a
4. 6-BA + GA ₄₊₇ (4,75 mg L ⁻¹ + 4,75 mg L ⁻¹) em PF e aos 10, 20 e 30 DAPF	114,25 ab	171,00 ab	3,04	35,63 ab
5. 6-BA + GA ₄₊₇ (9,5 mg L ⁻¹ + 9,5 mg L ⁻¹) em PF	88,88 b	128,50 b	2,99	20,12 b
6. 6-BA (5 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF	113,38 ab	158,38 ab	2,85	34,49 ab
7. 6-BA (20 mg L ⁻¹) em PF.	114,50 ab	162,75 ab	2,90	34,70 ab
Média	107,09	153,79	2,94	30,23
Contrastes ortogonais		Prob>F		
Contraste 1 – T3 versus T4	0,4521	0,7709	0,1697	0,7628
Contraste 2 – (T2, T3 e T4) versus T5	0,0053**	0,0055**	0,4747	0,0026
Contraste 3 – T5 versus T7	0,0128*	0,0209*	0,3222	0,0087
Contraste 4 – T6 versus T7	0,9048	0,7501	0,6075	0,8636

6-BA + GA₄₊₇ – 6-benziladenina + giberelina₄₊₇ (19 g L⁻¹ de 6-BA + 19 g L⁻¹ de GA₄₊₇ de ingrediente ativo - fonte produto comercial Perlan®, Gowan); 6-BA – 6-benziladenina (20 g L⁻¹ de 6-BA de ingrediente ativo – fonte produto comercial Exilis®, Gowan).; PF – plena floração; DAPF – dias após plena floração. ^{ns}Não significativo pelo teste F (p>0.05). Letras distintas na coluna representam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p≤0.05).

A análise comparativa entre os resultados de produtividade e qualidade de frutos de macieira ‘Galaxy’ (Tabelas 2 e 3) e a literatura anexa revela tanto convergências quanto divergências nos efeitos da aplicação de 6-Benziladenina (6-BA) e 6-BA + GA₄₊₇ (Perlan®). No tocante à produtividade e ao raleio, o estudo de ‘Galaxy’ demonstrou que as aplicações sequenciais do fitorregulador resultaram em maior número total de frutos e massa total de frutos na safra total, quando comparadas à aplicação única e concentrada (Contraste 2 na Tabela 3), indicando que a estratégia de parcelamento é crucial para a retenção de carga. Este resultado se alinha com o uso de raleantes hormonais em pós-floração para ajustar a carga e aumentar a produção (Petri *et al.*, 2017). Entretanto, outros trabalhos, como o de Fioravanço, Almeida e Silva (2010) e Leite, Petri e Basso (2006), frequentemente relataram que a aplicação de Promalina (GA₄₊₇ + 6-BA) em plena floração (PF) ou botão rosado (E2) pode induzir forte raleio

e reduzir a produção total em cultivares como ‘Royal Gala’ e ‘Imperial Gala’ (Fioravanço; Almeida; Silva, 2010; Leite; Petri; Basso, 2006). A redução significativa no Número Total de Frutos observada na primeira colheita para a sequência de cinco aplicações da combinação hormonal (T2 na Tabela 2) confirma o potencial raleante desses produtos, como também observado em ‘McIntosh’ (Yuan; Greene, 2000).

Em termos de qualidade, a massa fresca média dos frutos (MMF) na safra total aumentou significativamente com os tratamentos sequenciais de 6-BA + GA₄₊₇ (Tabela 3), em concordância com a função primária da citocinina (BA) de estimular a divisão e alongação celular, o que é fundamental para o aumento do tamanho do fruto (Burac & Buyuklymaz, 1997; Yuan & Greene, 2000). O aumento da massa fresca média dos frutos é um resultado esperado do raleio químico, que melhora a competição por fotoassimilados em favor dos frutos remanescentes (Link, 2000; Ruffato *et al.*, 2017). O Contraste 1 (T3 *versus* T4) revelou diferença significativa na MMF (Tabela 3), o que sugere que o momento mais precoce das aplicações sequenciais (7, 14 e 21 DAPF) foi superior no ganho de calibre em comparação com o esquema com maior intervalo entre aplicações, enfatizando que o momento de aplicação é mais importante do que a dose para o desenvolvimento do fruto (Fioravanço; Almeida; Silva, 2010; Leite; Petri; Basso, 2006). Esta eficácia do parcelamento se estendeu ao 6-BA isolado (Contraste 4), onde a aplicação sequencial superou a aplicação única, confirmando que as aplicações múltiplas são mais eficientes para promover o calibre.

Por fim, a condução das macieiras ‘Galaxy’ sob tela antigranizo branca deve ser considerado, visto que a tela, por si só, pode influenciar positivamente o peso médio dos frutos, devido a alterações microclimáticas (Amarante; Steffens; Argenta, 2011; Tassara; Battaglia, 1992), o que pode ter potencializado os resultados de MMF obtidos com os fitorreguladores (Tabela 3). A superioridade da combinação 6-BA + GA₄₊₇ em relação ao 6-BA isolado na dose única (Contraste 3 na Tabela 3) está em linha com a função conjunta das giberelinas e citocininas em aumentar o formato e o tamanho do fruto, especialmente em regiões de clima ameno (Leite; Petri e Basso, 2006; Miller, 1979). Além disso, a aplicação de 6-BA é conhecida por reduzir o número de sementes (Yuan e Greene, 2000; Dal’Sant, 2013), o que, por sua vez, afeta a distribuição hormonal e a forma do fruto (Liu *et al.*, 2022), tornando o raleio químico uma ferramenta multifuncional no manejo da ‘Galaxy’.

Tabela 2. Número de frutos, massa de frutos (kg.planta⁻¹) e massa fresca média (g.fruto⁻¹) de frutos de macieiras ‘Galaxy’, em função de diferentes aplicações sequenciais de 6-Benziladenina + GA₄₊₇, em dois momentos de colheita. Monte Alegre dos Campos, RS, safra 2022/2023.

Manejo de fitorregulador	1ª colheita			2ª colheita		
	Massa total de frutos (kg.planta ⁻¹)	Número total de frutos (n.planta ⁻¹)	Massa fresca média dos frutos (g.fruto ⁻¹)	Massa total de frutos (kg.planta ⁻¹)	Número total de frutos (n.planta ⁻¹)	Massa fresca média dos frutos (g.fruto ⁻¹)
1. Testemunha (sem aplicação de raleantes)	9,58	80,88ab	120,00	4,05	35,88	114,14
2. 6-BA GA ₄₊₇ (3,8 mg L ⁻¹ + 3,8 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14, 21 e 28 DAPF	9,35	70,75b	131,73	3,98	33,25	119,35
3. 6-BA + GA ₄₊₇ (4,75 mg L ⁻¹ + 4,75 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF;	14,75	123,63a	117,10	2,22	18,25	116,76
4. 6-BA + GA ₄₊₇ (4,75 mg L ⁻¹ + 4,75 mg L ⁻¹) em PF e aos 10, 20 e 30 DAPF	13,57	109,75ab	122,94	4,57	42,25	111,25
5. 6-BA + GA ₄₊₇ (9,5 mg L ⁻¹ + 9,5 mg L ⁻¹) em PF	10,10	84,13ab	121,89	2,84	24,17	110,16
6. 6-BA (5 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF	12,73	97,25ab	129,51	4,52	38,88	115,06
7. 6-BA (20 mg L ⁻¹) em PF.	12,58	97,88ab	129,51	2,91	24,50	116,95
Média	11,81	94,89	124,67	3,58	31,02	114,81
Contrastes ortogonais	Prob>F					
Contraste 1 – T3 versus T4	0,5759	0,3113	0,6076	0,0764	0,0395*	0,3939
Contraste 2 – (T2, T3 e T4) versus T5	0,1667	0,1301	0,8258	0,4752	0,4329	0,2884
Contraste 3 – T5 versus T7	0,2505	0,3156	0,5044	0,9591	0,9758	0,2955
Contraste 4 – T6 versus T7	0,9434	0,9631	0,9998	0,2126	0,2003	0,7675

6-BA + GA₄₊₇ – 6-benziladenina + giberelina₄₊₇ (19 g L⁻¹ de 6-BA + 19 g L⁻¹ de GA₄₊₇ de ingrediente ativo - fonte produto comercial Perlan[®], Gowan); 6-BA – 6-benziladenina (20 g L⁻¹ de 6-BA de ingrediente ativo – fonte produto comercial Exilis[®], Gowan).; PF – plena floração; DAPF – dias após plena floração. ^{ns}Não significativo pelo teste F (p>0.05). Letras distintas na coluna representam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p≤0.05).

Tabela 3. Número de frutos, massa de frutos (kg.planta⁻¹), massa fresca média (g.fruto⁻¹), contribuição relativa de colheita de frutos da colheita 1 (%) e contribuição relativa da colheita 2 (%) de frutos de macieiras ‘Galaxy’, em função de diferentes aplicações sequenciais de 6-Benziladenina + GA₄₊₇, em dois momentos de colheita. Monte Alegre dos Campos, RS, safra 2022/2023.

Safra 2022/2023					
Manejo de fitorregulador	Massa total de frutos (kg.planta ⁻¹)	Número total de frutos (n.planta ⁻¹)	Massa fresca média dos frutos (g.fruto ⁻¹)	Contribuição relativa da colheita 1 %	Contribuição relativa da colheita 2 %
1. Testemunha (sem aplicação de raleantes)	13,63	116,75ab	118,37bc	67,93	32,07
2. 6-BA GA ₄₊₇ (3,8 mg L ⁻¹ + 3,8 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14, 21 e 28 DAPF	13,33	104,00ab	130,05ab	67,57	32,43
3. 6-BA + GA ₄₊₇ (4,75 mg L ⁻¹ + 4,75 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF;	16,97	141,88ab	137,64a	87,26	12,74
4. 6-BA + GA ₄₊₇ (4,75 mg L ⁻¹ + 4,75 mg L ⁻¹) em PF e aos 10, 20 e 30 DAPF	18,14	152,00a	122,89abc	73,40	26,60
5. 6-BA + GA ₄₊₇ (9,5 mg L ⁻¹ + 9,5 mg L ⁻¹) em PF	12,24	102,25b	123,57abc	84,35	15,65
6. 6-BA (5 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF	17,25	136,13ab	129,85ab	72,20	27,80
7. 6-BA (20 mg L ⁻¹) em PF.	15,49	122,38ab	113,66c	79,64	20,36
Média	15,29	125,05	125,15	76,05	23,95
Contrastes ortogonais			Prob>F		
Contraste 1 – T3 versus T4	0,6139	0,5019	0,0049**	0,1563	0,1563
Contraste 2 – (T2, T3 e T4) versus T5	0,0491*	0,0215*	0,0943	0,1081	0,1081
Contraste 3 – T5 versus T7	0,1689	0,1900	0,0450*	0,3302	0,3302
Contraste 4 – T6 versus T7	0,4474	0,3644	0,0024**	0,3963	0,3963

6-BA + GA₄₊₇ – 6-benziladenina + giberelina₄₊₇ (19 g L⁻¹ de 6-BA + 19 g L⁻¹ de GA₄₊₇ de ingrediente ativo - fonte produto comercial Perlan®, Gowan); 6-BA – 6-benziladenina (20 g L⁻¹ de 6-BA de ingrediente ativo – fonte produto comercial Exilis®, Gowan).; PF – plena floração; DAPF – dias após plena floração. ^{ns}Não significativo pelo teste F (p>0.05). Letras distintas na coluna representam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p≤0.05).

Fonte: Elaborada pelos Autores

Os resultados referentes à firmeza de polpa e ao índice de maturação de Streif, que indicaram maior retenção de firmeza na aplicação única de $9,5 \text{ g ha}^{-1}$ de 6-Benziladenina + GA_{4+7} em plena floração, corroboram as observações de Bregoli *et al.* (2006), que associaram o uso de 6-Benziladenina ao incremento da firmeza de polpa e dos parâmetros internos de qualidade em cultivares do grupo ‘Gala’. Esse efeito é atribuído à estimulação da citocinese e à expansão de um maior número de células, o que aumenta a resistência mecânica do tecido. Adicionalmente, Amarante *et al.* (2021) destacam que o uso de giberelinas (GA_{4+7}) pode influenciar a maturação, embora aplicações próximas à colheita tendam a retardar esse processo em comparação com aplicações precoces, explicando a variação estatística observada entre as doses únicas e o parcelamento sequencial. O estágio avançado de degradação de amido observado em todos os tratamentos (valor 9,00) pode ser reflexo do microclima sob a tela branca; conforme Solomakhin e Blanke (2010), o cultivo sob telas altera a incidência de radiação fotossinteticamente ativa e a temperatura, o que pode acelerar ou desuniformizar a hidrólise do amido em relação ao cultivo a pleno sol.

No que se refere aos teores de sólidos solúveis totais (SST), a superioridade do tratamento com aplicação sequencial de $4,75 \text{ g ha}^{-1}$ de 6-benziladenina associada à giberelina GA_{4+7} , realizada em plena floração e aos 7, 14 e 21 dias após a floração, em comparação à aplicação única no período de floração, diverge de resultados reportados em estudos que não observaram variações significativas nos SST com o uso de 6-BA + GA_{4+7} (Promalin[®]) em maçãs do grupo ‘Gala’. Entretanto, Bregoli *et al.* (2006) sugerem que o incremento nos SST promovido pela citocinina 6-BA pode estar associado ao estímulo no transporte de sorbitol das folhas para os frutos. Evidências da literatura indicam que o parcelamento da dose tende a ser mais eficiente para o acúmulo de açúcares, uma vez que mantém o estímulo metabólico durante a fase crítica de divisão celular. Essa resposta fisiológica é complexa e, conforme destacado por Petri (2018), a eficácia dos fitorreguladores está fortemente condicionada à interação entre o momento de aplicação e o vigor das plantas, sendo que aplicações sequenciais tendem a promover maior uniformidade na qualidade dos frutos em cultivares caracterizadas por elevada frutificação efetiva.

Quanto à formação de sementes, a redução observada no tratamento 3,8 g ha⁻¹ de 6-Benziladenina + GA₄₊₇ em plena floração e aos 7, 14, 21 e 28 dias após a plena floração e o maior número médio de frutos sem sementes viáveis no tratamento 4,75 g ha⁻¹ de 6-Benziladenina + GA₄₊₇ em plena floração e aos 7, 14 e 21 dias após a plena floração estão em plena conformidade com Dal'Sant (2013), que verificou que a mistura de 6-BA e GA₄₊₇ reduz significativamente o número de sementes por fruto em macieiras 'Imperial Gala'. Burak e Büyükyılmaz (1998) também relataram que aplicações repetidas desse fitorregulador apresentam uma tendência a induzir a formação de frutos partenocárpicos, o que explica a presença de frutos de bom calibre, mas com baixa viabilidade seminal. A causa fisiológica descrita é a substituição dos hormônios endógenos produzidos pelas sementes por promotores de crescimento exógenos, permitindo o desenvolvimento do receptáculo mesmo sem a fecundação completa.

A variabilidade observada no índice de maturação de Streif e na firmeza de polpa entre os manejos com aplicações sequenciais e a aplicação isolada pode ser atribuída à heterogeneidade de maturação intracopa, fator especialmente relevante em sistemas de cultivo protegidos e em condições de clima ameno em que as florações tendem a ser mais longas e heterogêneas. Argenta e Bartnick (2022) destacam que, mesmo em clones de maior potencial de coloração, como a 'Galaxy', a variabilidade nos índices de firmeza e degradação de amido é elevada em função das variações microclimáticas de temperatura e luminosidade ao longo do dossel. Em ambientes sob tela antigranizo, como no presente estudo, a menor interceptação de radiação solar tende a intensificar essas diferenças, sobretudo quando a frequência das aplicações hormonais altera a hierarquização e a dominância dos drenos de carboidratos. O fato de o tratamento com aplicação sequencial de 0,5 g ha⁻¹ de 6-benziladenina, realizado em plena floração e aos 7, 14 e 21 dias após a floração, ter apresentado índice de maturação distinto reforça a hipótese de que a citocinina aplicada de forma isolada exerce papel regulador nos processos de senescência e na manutenção da integridade da parede celular, retardando a degradação estrutural do tecido do fruto.

Tabela 4. Firmeza de polpa (N), Teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix), Índice de degradação de amido pelo teste de iodo (escala de 1 a 9), Índice de maturação de Streif, Número médio de sementes por fruto e número médio de frutos sem semente viáveis em frutos de macieiras ‘Galaxy’, removidos na colheita 1, em resposta a diferentes aplicações sequenciais de 6-Benziladenina + GA₄₊₇. Monte Alegre dos Campos, RS, safra 2022/2023.

Manejo de fitorregulador	Firmeza de polpa (N)	Teor de sólidos solúveis (°Brix)	Índice de degradação de amido (Escala de 1 a 9)	Índice de Maturação de Streif	Número médio de sementes por fruto	Número médio de frutos sem sementes viáveis
1. Testemunha (sem aplicação de raleantes)	60,34	11,78	9,00	0,57	3,33	12,57
2. 6-BA GA ₄₊₇ (3,8 mg L ⁻¹ + 3,8 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14, 21 e 28 DAPF	54,85	11,50	9,00	0,53	3,09	16,97
3. 6-BA + GA ₄₊₇ (4,75 mg L ⁻¹ + 4,75 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF;	57,37	11,53	9,00	0,55	3,00	22,50
4. 6-BA + GA ₄₊₇ (4,75 mg L ⁻¹ + 4,75 mg L ⁻¹) em PF e aos 10, 20 e 30 DAPF	57,22	11,63	9,00	0,55	2,83	16,51
5. 6-BA + GA ₄₊₇ (9,5 mg L ⁻¹ + 9,5 mg L ⁻¹) em PF	61,47	11,73	9,00	0,58	2,91	13,75
6. 6-BA (5 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF	60,27	11,34	9,00	0,59	3,45	14,58
7. 6-BA (20 mg L ⁻¹) em PF.	57,71	11,67	9,00	0,55	3,50	7,77
Média	58,46	11,60	9,00	0,56	3,16	14,95
Contrastes ortogonais			Prob>F			
Contraste 1 – T3 versus T4	0,9449	0,8342	-	0,9159	0,6363	0,4748
Contraste 2 – (T2, T3 e T4) versus T5	0,0129*	0,6575	-	0,0355*	0,8310	0,4512
Contraste 3 – T5 versus T7	0,1070	0,8917	-	0,1038	0,1138	0,3107
Contraste 4 – T6 versus T7	0,2630	0,4956	-	0,0853	0,8891	0,2487

6-BA + GA₄₊₇ – 6-benziladenina + giberelina₄₊₇ (19 g L⁻¹ de 6-BA + 19 g L⁻¹ de GA₄₊₇ de ingrediente ativo - fonte produto comercial Perlan[®], Gowan); 6-BA – 6-benziladenina (20 g L⁻¹ de 6-BA de ingrediente ativo – fonte produto comercial Exilis[®], Gowan).; PF – plena floração; DAPF – dias após plena floração. ^{ns}Não significativo pelo teste F (p>0.05). Letras distintas na coluna representam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p≤0.05).

Tabela 4. Firmeza de polpa (N), Teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix), Índice de degradação de amido pelo teste de iodo (escala de 1 a 9), Índice de maturação de Streif, Número médio de sementes por fruto e número médio de frutos sem semente viáveis em frutos de macieiras ‘Galaxy’, removidos na colheita 2, em resposta a diferentes aplicações sequenciais de 6-Benziladenina + GA₄₊₇. Monte Alegre dos Campos, RS, safra 2022/2023.

Manejo de fitorregulador	Firmeza de polpa (N)	Teor de sólidos solúveis (°Brix)	Índice de degradação de amido (Escala de 1 a 9)	Índice de Maturação de Streif	Número médio de sementes por fruto	Número médio de frutos sem sementes viáveis
1. Testemunha (sem aplicação de raleantes)	53,64	10,16ab	9,00	0,59	3,21ab	12,63
2. 6-BA GA ₄₊₇ (3,8 mg L ⁻¹ + 3,8 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14, 21 e 28 DAPF	50,25	10,90ab	9,00	0,51	2,30b	28,68
3. 6-BA + GA ₄₊₇ (4,75 mg L ⁻¹ + 4,75 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF;	52,62	11,05a	9,00	0,53	2,57ab	37,47
4. 6-BA + GA ₄₊₇ (4,75 mg L ⁻¹ + 4,75 mg L ⁻¹) em PF e aos 10, 20 e 30 DAPF	52,20	10,74ab	9,00	0,54	2,63ab	22,08
5. 6-BA + GA ₄₊₇ (9,5 mg L ⁻¹ + 9,5 mg L ⁻¹) em PF	50,02	9,74b	9,00	0,57	3,78a	7,50
6. 6-BA (5 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF	52,50	9,88ab	9,00	0,59	3,33ab	11,25
7. 6-BA (20 mg L ⁻¹) em PF.	53,28	10,50ab	9,00	0,56	3,58ab	10,94
Média	52,07	10,43	9,00	0,56	3,06	18,65
Contrastes ortogonais			Prob>F			
Contraste 1 – T3 versus T4	0,7998	0,4373	-	0,5113	0,8821	0,1579
Contraste 2 – (T2, T3 e T4) versus T5	0,2261	0,0019**	-	0,0664	0,0010	0,0081**
Contraste 3 – T5 versus T7	0,0607	0,0681	-	0,8503	0,6179	0,8926
Contraste 4 – T6 versus T7	0,6384	0,1310	-	0,3511	0,5387	0,9661

6-BA + GA₄₊₇ – 6-benziladenina + giberelina₄₊₇ (19 g L⁻¹ de 6-BA + 19 g L⁻¹ de GA₄₊₇ de ingrediente ativo - fonte produto comercial Perlan®, Gowan); 6-BA – 6-benziladenina (20 g L⁻¹ de 6-BA de ingrediente ativo – fonte produto comercial Exilis®, Gowan).; PF – plena floração; DAPF – dias após plena floração. **Não significativo pelo teste F (p>0.05). Letras distintas na coluna representam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p≤0.05).

Tabela 5. Firmeza de polpa (N), Teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix), Índice de degradação de amido pelo teste de iodo (escala de 1 a 9), Índice de maturação de Streif, Número médio de sementes por fruto e número médio de frutos sem semente viáveis em frutos de macieiras 'Galaxy', em resposta a diferentes aplicações sequenciais de 6-Benziladenina + GA₄₊₇. Monte Alegre dos Campos, RS, safra 2022/2023.

Manejo de fitorregulador ¹	Firmeza de polpa (N)	Teor de sólidos solúveis (°Brix)	Índice de degradação de amido (Escala de 1 a 9)	Índice de Maturação de Streif	Número médio de sementes por fruto	Número médio de frutos sem sementes viáveis
1. Testemunha (sem aplicação de raleantes)	56,99	10,97	9,00	0,58ab	3,27	0,31ab
2. 6-BA GA ₄₊₇ (3,8 mg L ⁻¹ + 3,8 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14, 21 e 28 DAPF	52,55	11,20	9,00	0,52b	2,70	0,48ab
3. 6-BA + GA ₄₊₇ (4,75 mg L ⁻¹ + 4,75 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF;	55,00	11,29	9,00	0,54ab	2,79	0,57a
4. 6-BA + GA ₄₊₇ (4,75 mg L ⁻¹ + 4,75 mg L ⁻¹) em PF e aos 10, 20 e 30 DAPF	54,71	11,19	9,00	0,55ab	2,73	0,45ab
5. 6-BA + GA ₄₊₇ (9,5 mg L ⁻¹ + 9,5 mg L ⁻¹) em PF	55,74	10,74	9,00	0,58ab	3,09	0,26b
6. 6-BA (5 mg L ⁻¹) em PF e aos 7, 14 e 21 DAPF	56,39	10,61	9,00	0,59a	3,39	0,34ab
7. 6-BA (20 mg L ⁻¹) em PF.	55,50	11,08	9,00	0,56ab	3,54	0,29ab
Média	55,27	11,01	9,00	0,56	3,07	0,38
Contrastes ortogonais			Prob>F			
Contraste 1 – T3 versus T4	0,8431	0,7549	-	0,6838	0,8430	0,2443
Contraste 2 – (T2, T3 e T4) versus T5	0,1755	0,0958	-	0,0184*	0,1295	0,0024**
Contraste 3 – T5 versus T7	0,8645	0,3225	-	0,3468	0,1213	0,7399
Contraste 4 – T6 versus T7	0,5453	0,1805	-	0,0693	0,5842	0,4842

6-BA + GA₄₊₇ – 6-benziladenina + giberelina₄₊₇ (19 g L⁻¹ de 6-BA + 19 g L⁻¹ de GA₄₊₇ de ingrediente ativo - fonte produto comercial Perlan[®], Gowan); 6-BA – 6-benziladenina (20 g L⁻¹ de 6-BA de ingrediente ativo – fonte produto comercial Exilis[®], Gowan).; PF – plena floração; DAPF – dias após plena floração. ^{ns}Não significativo pelo teste F (p>0.05). Letras distintas na coluna representam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p≤0.05).

4 CONCLUSÃO

A aplicação sequencial de 6-benziladenina (6-BA) associada à giberelina GA₄₊₇, na dose de 4,75 mg L⁻¹, realizada em plena floração e aos 7, 14 e 21 dias após esse estágio fenológico, demonstrou ser a estratégia mais eficiente para maximizar a produtividade e a retenção de frutos em macieiras ‘Galaxy’ cultivadas sob tela antigranizo. Esse manejo parcelado apresentou desempenho superior às aplicações únicas em doses elevadas, proporcionando maior número de frutos e maior massa total de frutos por planta.

No que se refere aos atributos de qualidade, o parcelamento precoce dos fitoreguladores promoveu incremento significativo na massa fresca média e nos teores de sólidos solúveis dos frutos, além de favorecer a formação de frutos com menor número de sementes viáveis, em decorrência da indução de partenocarpia. Conclui-se que o uso estratégico desses reguladores de crescimento é fundamental para mitigar os efeitos do sombreamento imposto pelas telas antigranizo e otimizar o padrão comercial da produção, assegurando frutos de maior calibre e com maturação mais uniforme.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, C. V. T. do *et al.* Fruit quality of 'Braeburn' apple trees sprayed at post-bloom and preharvest with prohexadione-calcium and GA4+7. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 43, n. 3, e-653, 2021.
- AMARANTE, C. V. T. do; STEFFENS, C. A.; ARGENTA, L. C. Yield and fruit quality of 'Gala' and 'Fuji' apple trees protected by white anti-hail net. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 129, p. 79–85, 2011.
- ARGENTA, L. C.; BARTNICK, V. A. Variabilidade da maturação de maçãs na copa de macieira 'Gala' nas condições do Sul do Brasil. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 35, n. 3, p. 42-47, 2022.
- BENDER, R. J.; EBERT, A. Determinação do ponto de colheita de cultivares de macieira: teste iodo amido. Florianópolis: EMPASC, 1985. 6p.
- BOINI, A. *et al.* Photo selective nets impact apple sap flow and fruit growth. **Agricultural Water Management**, v.226, art.105738, 2019.
DOI:<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105738>
- BOSCO, L. C. *et al.* Microclimate alterations caused by agricultural hail net coverage and effects on apple tree yield in subtropical climate of Southern Brazil. **Bragantia**, Campinas, v. 77, n. 1, p.181-192, jan. -mar. 2018.
- BREGOLI, A. M. *et al.* Results obtained on the efficacy of 6-BA alone, and in combination with other thinning agents from different apple producing areas of Northern Italy. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 14, p. 23-38, 2006.
- BURAK, M.; BUYUKYLMAZ, M. Effect of Promalin on fruit shade and quality of starking delicious apple cultivars. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 463, p. 365-369, 1997.
- DAL'SANT, S. R. **Reguladores vegetais na frutificação e produção da macieira 'Imperial Gala'**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- DE ROSSI, A. *et al.* O raleio químico de floração e pós-floração na cultura da macieira. **Jornal da Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã (AGAPOMI)**, Vacaria, v. 341, p. 6-7, out. 2022.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. [Base de dados FAOSTAT]. Rome: **FAO**, 2026. Disponível em:
<http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 01 mar. 2026.
- FAORO, I.D. (Org.) **Maçãs do grupo 'Gala' no Brasil**. Florianópolis: Epagri, 2022. 304p.
- FIORAVANÇO, J. C.; ALMEIDA, G. K. de; SILVA, V. C. da. Efeito da Promalina® (GA₄₊₇ + 6BA) na produção e desenvolvimento dos frutos da macieira cv. Royal Gala. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 9, n. 2, p. 143-149, 2010.

HAWERROTH, F. J. Considerações sobre a brotação e manejo de frutificação em macieiras – ciclo 2021-2022. **Jornal da Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã (AGAPOMI)**, Vacaria, v. 328, p. 6-7, set. 2021.

HAWERROTH, F. J.; NACHTIGALL, G. R. Maçãs: o cultivo sob tela antigranizo. **Revista Campo & Negócios - HF**, n. 170, p. 114-115, ago. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/205904/1/Cultivo-sob-telas-antogranizo.pdf>.

HAWERROTH, F. J.; NACHTIGALL, G. R. Condições climáticas e seus efeitos sobre a colheita da maçã. **Jornal da Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã (AGAPOMI)**, v. 346, p. 6-7, mar., 2023.

IBGE. **Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE de Recuperação de Automática – SIDRA**. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/> >. Acesso: em 30 set. 2025.

IUCHI, V. L. Botânica e fisiologia. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri, 2006. cap. 3, p. 59-102.

KLANOVICZ, J. Corrigir os erros da natureza: húbriis, conhecimento agrônômico e produção de maçãs no sul do Brasil. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 131-145, 2012.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klima der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

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

LEITE, G. B.; PETRI, J. L.; BASSO, C. Promalin effect on ‘Imperial Gala’ and ‘Fuji’ apple trees fructification. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 727, p. 269-277, 2006.

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

LIU, C. *et al.* Exogenous gibberellin treatment improves fruit quality in self-pollinated apple. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 174, p. 11–21, 2022.

LIZ, M. C. Indicação geográfica com denominação de origem da cultivar Fuji da região São Joaquim. **Jornal da Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã (AGAPOMI)**, Vacaria, v. 348, p. 4-5, mai., 2023.

MARCHIORETTO, L. R.; DE ROSSI, A.; MARODIN, G. A. B. Queda natural de frutos de macieira ‘Galaxy’ em função da presença de tela antigranizo. **Jornal da Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã (AGAPOMI)**, Vacaria, v. 334, p. 6-7, mar., 2022.

MARTINS, J. A. *et al.* Climatology of destructive hailstorms in Brazil. **Atmospheric Research**, v. 184, n. 1, p. 126-138, fev. 2017.

MAUTA, D. S. **Aspectos vegetativos, produtivos e de qualidade de frutos em macieiras cobertas com telas fotoseletivas na Região Dos Campos De Cima Da Serra - RS.** 2018. 111p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2018.

MILLER, S. S. Effect of Promalin on the physical characteristics of ‘Delicious’ apple grown in two geographic locations. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 104, n. 6, p. 857-860, 1979.

MUPAMBI, G. *et al.* The influence of protective netting on tree physiology and fruit quality of apple: A review. **Scientia Horticulturae**, v. 236, n. 16, p. 60-72, jun. 2018.

NAOR, A. *et al.* Temperature effects on dormancy completion of vegetative buds in apple. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, VA, v. 128, n. 5, p. 636-641, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21273/jashs.128.5.0636>.

PETRI, J. L. *et al.* Raleio químico em macieiras ‘Fuji Suprema’ e ‘Lisgala’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 170-182, 2013.

PETRI, J.L. *et al.* Raleio de frutos na cultura da macieira. Florianópolis, SC: Epagri, 2017. 61p. (Epagri. **Boletim Técnico**, 179).

PETRI, J. L. *et al.* Alternativas de raleio químico da macieira ‘Fuji Suprema’. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 31, n. 2, p. 74-79, 2018.

RODRIGUES, M. *et al.* Organic Plant Bioestimulants and Fruit Quality – A review. **Agronomy**. 2020; 10 (7): 988.

SOLOMAKHIN, A.; BLANKE, M. M. Can coloured hailnets improve taste (sugar, sugar: acid ratio), consumer appeal (colouration) and nutritional value (anthocyanin, vitamin C) of apple fruit? **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 43, n. 7, p. 1277-1284, 2010.

TASSARA, M.A.; BATTAGLIA, M. Ensayo de una red plastica antigranizo en manzanos en el Alto Valle de Rio Negro. **Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale**, Firenze, v.86, p.375-384, 1992.

YUAN, R.; GREENE, D. W. ‘McIntosh’ apple fruit thinning by benzyladenine in relation to seed number and endogenous cytokinin levels in fruit and leaves. **Scientia Horticulturae**, v. 86, p. 127–134, 2000.

ZIBORDI, M.; DOMINGOS, S.; CORELLI–GRAPPADELLI, L. Thinning apples by shading: an appraisal under field conditions. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, (ISAFRUIT special issue), v. 84, p.138-144, Sept. 2009.