

ÁCIDO GIBERÉLICO NA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO FRUTÍFERA

Data de aceite: 01/08/2024

Francisco José Domingues Neto

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônomicas,
Botucatu

Marco Antonio Tecchio

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônomicas,
Botucatu

João Domingos Rodrigues

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Instituto de Biociências, Botucatu.

RESUMO: O ácido giberélico (GA) é um hormônio vegetal crucial no crescimento e desenvolvimento das plantas, promovendo alongação celular, germinação de sementes e indução de floração. Descoberto inicialmente no Japão, o GA é amplamente utilizado na agricultura para melhorar o desempenho das culturas. Na produção de mudas frutíferas, o GA se destaca por acelerar a germinação, aumentar a uniformidade das plântulas e promover o crescimento radicular e da parte aérea. Sua aplicação é particularmente benéfica em condições adversas, como baixas temperaturas e baixa disponibilidade de

água, facilitando a emergência e vigor das plântulas. Além de melhorar a fisiologia das plantas, o GA contribui para a redução do ciclo produtivo e dos custos operacionais, aumentando a eficiência e a lucratividade das operações agrícolas. Em frutíferas, o GA é utilizado em diferentes concentrações e métodos de aplicação, variando conforme a espécie e o objetivo específico, como aumentar o tamanho dos frutos em uvas e prolongar a vida útil pós-colheita em citros. A pesquisa contínua sobre dosagem e técnicas de aplicação é essencial para maximizar os benefícios do GA, tornando-o um componente essencial para a sustentabilidade e produtividade agrícola.

INTRODUÇÃO

Na produção agrícola, a saúde e a qualidade das plantas são cruciais, influenciando diretamente o desempenho final tanto do ponto de vista nutricional quanto produtivo. Plantas bem desenvolvidas podem aumentar a produção, enquanto plantas mal formadas podem prolongar o ciclo da cultura e causar prejuízos ao produtor (CAMPANHARO et

al., 2006; DOMINGUES NETO et al., 2017; GUIMARÃES et al., 2002). A uniformidade e a qualidade fisiológica das plantas são fatores determinantes para o sucesso do cultivo de frutíferas.

A obtenção de plantas vigorosas pode ser desafiadora devido à desuniformidade de germinação e aos longos períodos de desenvolvimento inicial (SOUSA et al., 2002). Reguladores vegetais, como o ácido giberélico (GA), têm se mostrado eficazes em superar esses obstáculos, promovendo a germinação e o desenvolvimento inicial (RODRIGUES et al., 2010). Esses reguladores estão envolvidos nos processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, podendo ser utilizados para acelerar e uniformizar a germinação das sementes (SALISBURY; ROSS, 1991; TAIZ; ZEIGER, 2013).

O ácido giberélico também desempenha um papel crucial na quebra da dormência e na promoção da hidrólise de reservas durante a germinação, facilitando a expansão celular e o crescimento (BORGHETTI, 2004; SILVA et al., 2005; MARCOS FILHO, 2005). Além disso, está associado ao aumento da altura das plantas, à melhoria da fotossíntese e ao avanço do ciclo de vida das culturas. A aplicação de GA pode atenuar os efeitos adversos de fatores externos, como temperatura, umidade e qualidade do substrato, proporcionando um ambiente mais favorável para o desenvolvimento das plantas.

O crescimento e desenvolvimento das frutíferas é particularmente sensível a fatores externos. A aplicação de reguladores vegetais pode atenuar os efeitos adversos desses fatores, proporcionando um ambiente mais favorável para a germinação, crescimento, desenvolvimento e produção das plantas. Por exemplo, as giberelinas não apenas promovem a germinação, mas também ajudam na adaptação das plantas a condições desfavoráveis, aumentando a capacidade de recuperação durante as fases iniciais de desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Além dos benefícios fisiológicos, o uso de GA pode trazer vantagens econômicas significativas. Reduzir o tempo necessário para a formação das plantas pode diminuir os custos operacionais e aumentar a eficiência do ciclo produtivo. Isso é especialmente relevante em cultivos comerciais de grande escala, onde a uniformidade e a rapidez na formação das plantas podem impactar diretamente a produtividade e a lucratividade. Portanto, a aplicação de GA melhora a qualidade das plantas e contribui para a sustentabilidade econômica das operações agrícolas.

O GA também desempenha um papel importante na fisiologia pós-colheita de frutíferas. A aplicação de GA pode atrasar o amadurecimento, prolongar a vida útil dos frutos e melhorar sua qualidade durante o armazenamento. Além disso, o GA pode reduzir a incidência de desordens fisiológicas e aumentar a resistência dos frutos a danos mecânicos e patógenos durante o transporte e armazenamento (YADAV et al., 2022).

A pesquisa contínua sobre o uso de reguladores vegetais em diferentes espécies de frutíferas é essencial para otimizar práticas agrônômicas e promover inovações no campo. Estudos focados na dosagem, tempo de aplicação e combinação de reguladores vegetais

podem oferecer informações valiosas para maximizar os benefícios dessas substâncias. Diante disso, o uso de reguladores vegetais na produção frutífera pode otimizar os processos de germinação, crescimento e desenvolvimento, resultando em plantas mais uniformes e vigorosas.

Diante disso, o uso de GA na produção frutífera pode otimizar os processos de germinação, crescimento e desenvolvimento, resultando em plantas mais uniformes, vigorosas e produtivas. Este capítulo aborda os efeitos do ácido giberélico na germinação, crescimento e desenvolvimento, bem como na fisiologia e pós-colheita, na otimização da produção frutífera.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo sobre o ácido giberélico na produção frutífera foi elaborado mediante levantamento de boletins técnicos, artigos científicos e livros que abordam os principais aspectos relacionados ao uso desse regulador na fruticultura, como a síntese e o modo de ação e os principais benefícios fisiológicos.

ÁCIDO GIBERÉLICO E SEU MECANISMO DE AÇÃO

O ácido giberélico (GA) é um hormônio vegetal que desempenha um papel crucial no crescimento e desenvolvimento das plantas. Descoberto inicialmente no Japão em 1938 durante estudos sobre a doença “bakanae” no arroz, causada pelo fungo *Gibberella fujikuroi* (TAIZ; ZEIGER, 2013), o GA é conhecido por promover a alongação celular, estimular a germinação de sementes e induzir a floração em diversas espécies (SALISBURY; ROSS, 1991). Estruturalmente, o GA pertence à classe das diterpenoides e é amplamente utilizado na agricultura para melhorar o desempenho das culturas.

Além de seu papel na promoção do crescimento, o GA influencia uma série de processos fisiológicos nas plantas, incluindo a síntese de enzimas hidrolíticas durante a germinação e a mobilização de reservas nutritivas nas sementes (BORGHETTI, 2004). Sua aplicação pode ser particularmente benéfica em condições onde a germinação é dificultada por fatores ambientais adversos, como baixa temperatura e disponibilidade limitada de água. Dessa forma, o GA se estabelece como um componente essencial para a otimização da produção agrícola, especialmente na formação de plantas vigorosas e saudáveis (DOMINGUES NETO et al., 2017).

Existem diversas giberelinas, sendo que mais de 136 tipos diferentes foram identificados até o momento. Essas giberelinas são numeradas de GA₁ até GA₁₃₆, variando em suas estruturas químicas e efeitos fisiológicos. As giberelinas mais utilizadas na agricultura incluem o GA₁, GA₃, GA₄ e GA₇, com o GA₃ sendo a mais comum devido à sua eficácia na promoção do crescimento e desenvolvimento das plantas. Cada uma dessas

giberelinas possui características específicas que podem ser aproveitadas de acordo com as necessidades das culturas e condições ambientais (SALISBURY; ROSS, 1991; TAIZ; ZEIGER, 2013).

O ácido giberélico exerce seus efeitos fisiológicos nas plantas ao promover a síntese de enzimas que degradam o endosperma das sementes, liberando nutrientes essenciais para o crescimento do embrião (BORGHETTI, 2004; MARCOS FILHO, 2005). Além disso, o GA interage com outros hormônios vegetais, como citocininas e etileno, para coordenar processos de crescimento e desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2013). A sinalização do GA envolve a ligação a receptores específicos, ativando cascatas de transdução de sinal que regulam a expressão gênica (SILVA et al., 2005).

O GA é fundamental na quebra de dormência das sementes, um processo essencial para a germinação. Ele promove a hidrólise das reservas de amido no endosperma, liberando açúcares que são utilizados pelo embrião em crescimento (BORGHETTI, 2004; SILVA et al., 2005). A aplicação de GA pode acelerar significativamente a emergência das plântulas, reduzindo o tempo necessário para a formação de mudas vigorosas (DOMINGUES NETO et al., 2017). Ele também ativa a expressão de genes associados à germinação, aumentando a produção de enzimas como amilases, que hidrolisam o amido armazenado em açúcares simples, fornecendo energia para o embrião em crescimento (MARCOS FILHO, 2005). Além disso, o GA pode modular a plasticidade celular, permitindo uma expansão mais eficiente das células vegetais e facilitando o crescimento das plântulas sob condições de estresse (BORGHETTI, 2004).

Além de acelerar a germinação, o GA pode melhorar a uniformidade das plântulas emergentes, resultando em um desenvolvimento mais homogêneo no campo (RODRIGUES et al., 2010). Essa uniformidade é crucial para a gestão eficiente das lavouras, facilitando práticas de manejo como a irrigação e a aplicação de fertilizantes. Em suma, o GA desempenha diversas ações fisiológicas na promoção de um início vigoroso para as culturas frutíferas.

O GA não apenas facilita a germinação, mas também promove o crescimento radicular e da parte aérea das mudas. Ele aumenta a taxa de alongação celular, resultando em plantas mais altas e robustas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Além disso, o GA melhora a eficiência da fotossíntese e a absorção de nutrientes, contribuindo para um desenvolvimento mais saudável das plantas (MARCOS FILHO, 2005). Estudos indicam que plantas tratadas com GA apresentam uma maior capacidade de absorção de água e nutrientes, o que se traduz em um crescimento mais rápido e eficiente (SILVA et al., 2005). Isso é particularmente vantajoso em condições de campo onde os recursos podem ser limitados. O impacto positivo do GA no crescimento das mudas reflete-se diretamente na produtividade das plantas adultas, fazendo deste hormônio um aliado valioso na agricultura moderna.

O GA exerce sua ação fisiológica principalmente através da modulação da expressão gênica em células-alvo. Um dos mecanismos centrais envolve a interação do GA com

receptores específicos na célula, que desencadeia uma série de eventos bioquímicos que culminam na degradação de repressoras de crescimento conhecidas como DELLA proteins. As proteínas DELLA atuam como inibidores do crescimento ao suprimir a transcrição de genes responsáveis pela alongação celular. A presença do GA promove a ubiquitinação e subsequente degradação dessas proteínas repressoras via sistema proteassoma, permitindo assim a ativação dos genes que promovem o crescimento e desenvolvimento celular (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Além de facilitar a alongação celular, o GA também desempenha um papel crucial na mobilização de reservas energéticas durante a germinação das sementes. Após a imbibição da água, o GA é sintetizado no embrião da semente e transportado para o tecido aleurona, onde induz a síntese de enzimas hidrolíticas como amilases, proteases e lipases. Essas enzimas degradam as reservas nutritivas armazenadas no endosperma, liberando açúcares, aminoácidos e ácidos graxos que são utilizados pelo embrião em crescimento. Esse processo é essencial para a germinação eficiente e o estabelecimento inicial da plântula, especialmente em condições ambientais adversas (SALISBURY; ROSS, 1991).

APLICAÇÕES DO ÁCIDO GIBERÉLICO NA FRUTICULTURA

O GA é amplamente utilizado em diversas culturas frutíferas para otimizar a germinação e o crescimento inicial das mudas. Estudos mostram que o GA pode aumentar significativamente a taxa de germinação de sementes de citros, maracujá, uvas e outras frutíferas, promovendo uma emergência mais rápida e uniforme das plântulas (RODRIGUES et al., 2010). Além disso, o GA é utilizado para melhorar a qualidade dos frutos e aumentar a produtividade das plantas (CAMPANHARO et al., 2006).

Na fruticultura, o GA é aplicado de diferentes formas dependendo da cultura e do objetivo específico. Para promover a germinação, as sementes são frequentemente embebidas em soluções de GA antes da semeadura. Em culturas como a uva, o GA é aplicado via pulverização foliar para melhorar o tamanho dos frutos e uniformizar a maturação (KAPLAN et al, 2019; LI et al., 2024). Em citros, o GA pode ser utilizado para reduzir a queda precoce de frutos, aumentando assim o rendimento da colheita (DAVENPORT, 1990).

No maracujá doce e no maracujá amarelo, o GA tem demonstrado ser eficaz na promoção do crescimento vegetativo e na melhoria da frutificação. A aplicação do GA pode aumentar o número de flores e frutos por planta, resultando em colheitas mais abundantes e uniformes. Em particular, a pulverização foliar de GA tem sido utilizada para sincronizar a floração e melhorar a qualidade dos frutos, tornando-os mais atrativos comercialmente (RODRIGUES et al., 2010). O GA também melhora a germinação das sementes de maracujás, acelerando o processo e aumentando a uniformidade das plântulas, o que é crucial para a produção eficiente de mudas (CONEGLIAN et al., 2000; ROSSETTO et al., 2000; FERREIRA et al., 2001; FOGAÇA et al., 2001).

Na produção de estacas de uvas, o GA é utilizado para promover o enraizamento e o desenvolvimento inicial das plantas. A imersão das estacas em soluções de GA antes do plantio tem mostrado aumentar significativamente a taxa de enraizamento e a qualidade das mudas. Isso é particularmente importante em programas de propagação vegetativa, onde a uniformidade e a saúde das mudas são cruciais para o sucesso da plantação (KAPLAN et al, 2019; LI et al., 2024). Além disso, o GA também pode melhorar a germinação das sementes de uva, promovendo uma emergência mais rápida e vigorosa das plântulas, importante para o melhoramento genético.

Para o pêssego, a aplicação de GA pode ser usada para afinar frutos, promovendo a queda dos frutos menores e aumentando o tamanho dos frutos remanescentes. Isso resulta em frutos maiores e de melhor qualidade, que são mais valorizados no mercado. Além disso, o GA pode ser aplicado para melhorar a firmeza dos frutos, prolongando sua vida útil durante o armazenamento e transporte (DAVENPORT, 1990). A germinação das sementes de pêssego também se beneficia do GA, que promove uma emergência mais rápida e uniforme das plântulas.

Em goiabas, o GA é aplicado para melhorar a frutificação e a qualidade dos frutos. A pulverização de GA durante a fase de desenvolvimento dos frutos pode aumentar o tamanho e a uniformidade dos frutos, além de melhorar suas características organolépticas. Isso não só aumenta a produtividade, mas também a aceitação dos frutos no mercado, beneficiando economicamente os produtores (VALERO; SERRANO, 2010). O GA também é eficaz na germinação das sementes de goiaba, acelerando o processo e melhorando a uniformidade das mudas.

No limão cravo, o uso de GA é benéfico tanto na germinação das sementes quanto na produção de mudas de alta qualidade. A imersão das sementes em soluções de GA antes da semeadura pode aumentar a taxa de germinação e promover uma emergência mais rápida e uniforme das plântulas. Além disso, a aplicação de GA nas mudas pode estimular o crescimento vegetativo, resultando em plantas mais vigorosas e com maior potencial produtivo. Isso é particularmente importante para garantir a produção de limões cravo de alta qualidade e melhorar a rentabilidade dos produtores (DAVENPORT, 1990).

A aplicação do GA também é relevante em práticas de manejo pós-colheita, onde pode retardar o amadurecimento e prolongar a vida útil dos frutos (SALISBURY; ROSS, 1991). Isso é particularmente importante para culturas de exportação, onde a manutenção da qualidade durante o transporte é crucial. Em frutas como maçãs e pêras, a aplicação de GA após a colheita ajuda a manter a firmeza dos frutos e a reduzir a incidência de distúrbios fisiológicos durante o armazenamento (VALERO; SERRANO, 2010).

Além disso, o GA é utilizado em programas de melhoramento genético para selecionar plantas com características desejáveis. Por exemplo, em programas de seleção de porta-enxertos de citros, o GA pode ser usado para induzir a floração precoce, permitindo avaliações mais rápidas das características de frutificação. Assim, o uso de GA

não só melhora o desempenho das plantas durante o crescimento, mas também contribui para a sustentabilidade econômica ao reduzir perdas pós-colheita e acelerar programas de melhoramento genético.

TÉCNICAS DE APLICAÇÃO DO ÁCIDO GIBERÉLICO

Existem várias técnicas para aplicar o GA nas culturas frutíferas. A embebição de sementes em soluções de GA é uma prática comum para promover a germinação (SOUSA et al., 2002; SILVA et al., 2005). Pulverizações foliares de GA durante as fases iniciais de desenvolvimento também são eficazes para melhorar o crescimento das mudas (RODRIGUES et al., 2010; TAIZ; ZEIGER, 2013). A dosagem e a frequência de aplicação variam conforme a espécie e as condições de cultivo (DOMINGUES NETO et al., 2017; YADAV et al., 2022).

Para otimizar os efeitos do GA, é importante ajustar a concentração e o método de aplicação de acordo com as necessidades específicas de cada cultura. Experimentos controlados podem ajudar a determinar as doses mais eficazes e os melhores momentos para a aplicação, maximizando os benefícios do GA sem causar efeitos adversos (CAMPANHARO et al., 2006; GUIMARÃES et al., 2002). O uso de tecnologias avançadas, como sistemas de liberação controlada, pode ainda melhorar a eficiência da aplicação de reguladores vegetais.

Existem várias técnicas para aplicar o GA nas culturas frutíferas, cada uma adaptada às necessidades específicas de diferentes espécies e objetivos agrônômicos. A embebição de sementes em soluções de GA é uma prática comum para promover a germinação. Por exemplo, em uvas (*Vitis vinifera*), o GA é usado para aumentar o tamanho das bagas. A aplicação típica é de 40-60 ppm de GA₃ em pulverização foliar, realizada quando as bagas atingem 7-10 mm de diâmetro e repetida após 7-10 dias (KAPLAN et al, 2019; LI et al., 2024). Em citros (*Citrus spp.*), o GA é aplicado para atrasar o amadurecimento e prolongar a vida útil pós-colheita. A dose recomendada é de 20-50 ppm de GA₃ em pulverização foliar, aplicada 3-4 semanas antes do pico de maturação dos frutos (GARMENDIA et al, 2019) ou a imersão de sementes em uma solução de GA₃ a 50 ppm durante 24 horas pode quebrar a dormência e acelerar a germinação (SOUSA et al., 2002; SILVA et al., 2005; RODRIGUES et al., 2010). Já em sementes de maracujá (*Passiflora alata*), a embebição em GA₃ à 500 ppm tem mostrado aumentar significativamente a taxa de germinação (FERREIRA et al., 2001).

No caso das maçãs (*Malus domestica*), o GA é utilizado para melhorar a frutificação e reduzir a queda de frutos. A aplicação envolve 25-50 ppm de GA₄₊₇ em pulverização foliar, realizada no período de pré-florescimento e repetida após a queda das pétalas (MCARTNEY et al., 2014).

Para cerejas (*Prunus avium*), o objetivo é promover a floração e uniformizar o amadurecimento. A dose recomendada é de 30-50 ppm de GA₃ em pulverização foliar, aplicada no início da floração e repetida durante o desenvolvimento dos frutos (KUHN et al., 2020).

Por fim, em pêssegos (*Prunus persica*), o GA é aplicado para melhorar o tamanho e a qualidade dos frutos. A dosagem varia de 25-75 ppm de GA₃ em pulverização foliar, aplicada após a queda das pétalas e repetida no estágio de crescimento do fruto (SHIN et al., 2023).

A eficiência do GA pode ser maximizada ajustando-se a concentração e o método de aplicação conforme as necessidades específicas de cada cultura e as condições ambientais. Por exemplo, em condições de alta umidade, a aplicação de doses menores em intervalos mais frequentes pode ser mais eficaz. Além disso, a utilização de sistemas de liberação controlada pode permitir uma liberação gradual e uniforme do GA, reduzindo o risco de fitotoxicidade e aumentando a eficácia do tratamento.

BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DA UTILIZAÇÃO DO ÁCIDO GIBERÉLICO

O uso de GA na produção frutífera oferece benefícios econômicos significativos. A redução do tempo necessário para a formação das mudas, crescimento e desenvolvimento e produção das plantas pode diminuir os custos operacionais e aumentar a eficiência do ciclo produtivo (GUIMARÃES et al., 2002). Em cultivos comerciais de grande escala, a uniformidade e rapidez na formação e produção das plantas a campo podem impactar diretamente a produtividade e a lucratividade das operações agrícolas (DOMINGUES NETO et al., 2017).

Além de reduzir os custos, o GA pode aumentar a rentabilidade ao melhorar a qualidade dos produtos finais (CAMPANHARO et al., 2006). Frutos maiores, de melhor qualidade e com maior “shelf-life” podem alcançar preços mais altos no mercado, beneficiando economicamente os produtores. A aplicação de GA pode aumentar o tamanho dos frutos em até 20 %, resultando em um incremento de preço de até 30 % no mercado.

Outro benefício econômico importante é a redução da necessidade de tratamentos pós-colheita, que podem ser custosos e impactar a margem de lucro dos produtores. A melhoria na qualidade dos frutos e a uniformidade proporcionada pelo GA contribuem para a diminuição de perdas durante o transporte e armazenamento, aumentando a eficiência da cadeia de suprimentos.

Ademais, o GA pode contribuir para a sustentabilidade econômica das operações agrícolas ao promover práticas de cultivo mais eficientes e produtivas. A aplicação de GA em vinhedos, por exemplo, pode reduzir o ciclo de produção em até 10 dias, permitindo uma colheita mais rápida e eficiente. Essa redução no ciclo produtivo pode resultar em uma economia de custos de mão de obra e insumos agrícolas, além de possibilitar a implementação de estratégias de colheita e comercialização mais ágeis e lucrativas.

Assim, a aplicação de GA se mostra não apenas uma técnica agrônômica eficiente, mas também uma estratégia economicamente vantajosa, promovendo a sustentabilidade e a rentabilidade das operações agrícolas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do ácido giberélico na otimização da produção frutífera apresenta uma série de benefícios, incluindo a promoção da germinação, o aumento da altura das plantas e eficiência fotossintética e a melhoria da produção e qualidade dos frutos. Para maximizar esses benefícios, é essencial seguir práticas de aplicação adequadas e considerar os desafios associados. Recomendações práticas para produtores incluem a otimização da dosagem, das formas e frequência de aplicação, bem como a integração de novas tecnologias para monitorar e melhorar a eficiência do uso de GA. A pesquisa contínua é fundamental para desenvolver abordagens mais sustentáveis e inovadoras na utilização de reguladores vegetais na agricultura.

Em resumo, o GA é uma ferramenta promissora para a otimização da produção frutífera, proporcionando vantagens econômicas tanto em termos de rendimento quanto de qualidade. A implementação de técnicas baseadas em evidências e a consideração cuidadosa dos fatores ambientais e fisiológicos garantirão que os benefícios do GA sejam plenamente realizados, promovendo práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p. 209-222, 2004.

CAMPANHARO, M.; RODRIGUES, J. J. V.; LIRA JUNIOR, M. A.; ESPINDULA, M. C.; COSTA, J. V. T. Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. **Caatinga**, v. 19, n. 02, p. 140-145, 2006.

CONEGLIAN, R. C. C.; ROSSETTO, C. A. V.; SHIMIZU, M. K.; VASCONCELLOS, M. A. S. Efeitos de métodos de extração e de ácido giberélico na qualidade de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryand). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, p. 463-467, 2000.

DAVENPORT, T. L. Citrus flowering. **Horticultural Reviews**, v. 12, 1990.

DOMINGUES NETO, F. J.; DALANHOL, S. J.; MACHRY, M.; PIMENTEL JUNIOR, A.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Effects of plant growth regulators on eggplant seed germination and seedling growth. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, p. 1277-1282, 2017.

FERREIRA, G.; FOGAÇA, L. A.; MORO, E. Germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander (maracujá doce) submetidas a diferentes tempos de embebição e doses de ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 23: 160-163, 2001.

FOGAÇA, L. A.; FERREIRA, G.; BLOEDORN, M. Efeito do ácido giberélico (GA₃) aplicado em sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryander) para a produção de mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.152-155. 2001.

GARMENDIA, A.; BELTRÁN, R.; ZORNOZA, C.; GARCÍA-BREIJO, F. J.; REIG, J.; MERLE, H. Gibberellic acid in *Citrus* spp. flowering and fruiting: A systematic review. **PLoSOne**, v. 14, p. 1-24, 2019.

GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; MINAMI, K. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca e produtividade de plantas de beterraba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 03, p. 505-509, 2002.

KAPLAN, M.; NAJDA, A.; KLIMEK, K.; BOROWY, A. Effect of gibberellic acid (GA₃) inflorescence application on content of bioactive compounds and antioxidant potential of grape (*Vitis* L.) 'Einset Seedless' berries. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 40, p.1-10, 2019.

KUHN, N.; PONCE, C.; ARELLANO, M.; TIME, A.; SAGREDO, B.; DONOSO, J. M.; MEISEL, L. A. Gibberellic acid modifies the transcript abundance of ABA pathway orthologs and modulates sweet cherry (*Prunus avium*) fruit ripening in early-and mid-season varieties. **Plants**, v. 9, p. 1796-1810, 2020.

LI, X.; CAI, Z.; LIU, X.; WU, Y.; HAN, Z.; YANG, G.; LI, S.; XIE, Z.; LIU, L.; LI, B. Effects of gibberellic acid on soluble sugar content, organic acid composition, endogenous hormone levels, and carbon sink strength in Shine Muscat grapes during berry development stage. **Horticulturae**, v. 10, p. 346-360, 2024.

MARCOS FILHO J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 495 pp, 2005.

MCARTNEY, S.; GREENE, D.; ROBINSON, T.; WARGO, J. Evaluation of GA₄₊₇ plus 6-Benzyladenine as a frost-rescue treatment for apple. **HortTechnology**, v. 24, p. 171-176, 2014.

RODRIGUES, F. A.; FREITAS, G. F.; MOREIRA, R. A.; PASQUAL, M. Caracterização dos frutos e germinação de sementes dos porta-enxertos trifoliata flyingdragon e citrumelo 'Swingle'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1180-1188, 2010.

ROSSETTO, C. A. V.; CONEGLIAN, R. C. C.; NAKAGAWA, J.; SHIMIZU, M. K.; MARIN, V. A. Germinação de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryand) em função de tratamento pré germinativo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, p.247-252, 2000.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. 1991. **Plant Physiology**. Wadsworth, Belmont, USA, 759pp.

SHIN, J. S.; PARK, H. S.; LEE, K. W.; SONG, J. S.; HAN, H. Y.; KIM, H. W.; CHO, T. J. Advances in the strategic approaches of pre- and post-harvest treatment technologies for peach fruits (*Prunus persica*). **Horticulturae**, v. 9, p. 315-355, 2023.

SILVA, E. A. A.; TOOROP, P. E.; NIJSSE, J.; BEWLEY, J. D.; HILHORST, W.M. Exogenous gibberellins inhibit coffee (*Coffea arabica* cv. Rubi) seed germination and cause cell death in the embryo. **Journal of Experimental Botany**, Columbus, v. 56, n. 413, p. 1029-1038, 2005.

SOUSA, H. U.; RAMOS, J. D.; PASQUAL, M.; FERREIRA, E. A. Efeito do ácido giberélico sobre a germinação de sementes de porta enxertos cítricos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 496-499, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. Ed. Porto Alegre: Artmed. 2013, 918 p.

VALERO, D.; SERRANO, M. **Postharvest biology and technology for preserving fruit quality**. CRC Press, 2010.

YADAV, S.; YADAV, S. P. S.; ADHIKARI, N.; SAH, R. K.; GUPTA, S. Effects of gibberellic acid (GA₃) on shelf life and physiochemical properties of mango (*Mangifera indica* L. var Bombay green). **Archives of Agriculture and Environmental Science**, v. 7, p. 541-548, 2022.