



Influência da Citocinina na qualidade dos frutos de *Carya Illinoensis* em pomares jovens e adensados

Influence of Cytokinin on the fruit quality of *Carya Illinoensis* in young high-density orchards

Fabiana Cristiana Lasch¹, Gerâne Silva Wertonge¹, Júlia Finkler¹, Mylena da Silva Brum¹, Matheus Antônio Lencina Panosso¹, Luciane Almeri Tabaldi¹

RESUMO

A *Carya illinoensis* (nogueira-pecã) tem ganhado um espaço significativo no mercado brasileiro, especialmente na região Sul, e o Brasil busca valorizar esse setor promissor. Contudo, a falta de uniformidade dos frutos, quanto ao calibre e à amêndoa, ainda representa um desafio pelos produtores. Diante da escassez de estudos sobre práticas de manejo, este trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes fitorreguladores à base de citocininas na produção e nas características dos frutos de sete cultivares de noqueira-pecã cultivadas em pomar adensado (2 x 5 m), no RS, entre setembro de 2023 a maio de 2024. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com 4 repetições. Foram avaliadas as cultivares ‘Barton’, ‘Imperial’, ‘Success’, ‘Pawnee’, ‘Kiowa’, ‘Sumner’ e ‘Forkert’, no quarto ano após plantio. Aplicou-se 1 litro planta⁻¹ de solução contendo Fruit BR®, Stimulate®, Cinetina® e Benzilaminapurina®, além da testemunha. Avaliaram-se a produção, características dos frutos e a influência das variáveis climáticas. A cultivar ‘Forkert’, apresentou resultados significativos com BAP®. ‘Success’ destacou-se com Cinetina®, ‘Imperial’ com Fruit BR®. ‘Barton’ e ‘Kiowa’ com Stimulate®. As cultivares ‘Sumner’ e ‘Pawnee’ não apresentaram resultados significativos. Os fitorreguladores favorecem o aumento do número e o calibre dos frutos, mesmo sob condições de precipitação elevada.

Palavras-chave: Calibre; Fitorregulador; Nogueira-pecã; Produtividade; Superadensamento.

ABSTRACT

Carya illinoensis (pecan) has gained significant importance in the Brazilian market, especially in the Southern region, and Brazil seeks to strengthen this promising sector. However, the lack of uniformity in fruit size and kernel development still represents a challenge for growers. Given the scarcity of studies on management practices, this study aimed to evaluate the effect of different cytokinin-based plant growth regulators on the production and fruit characteristics of seven pecan cultivars grown in a high-density orchard (2 x 5 m) in Rio Grande do Sul, from September 2023 to May 2024. The experiment was conducted in a randomized block design, in a bifactorial scheme (7 cultivars x 5 formulations) with four replications. The cultivars ‘Barton’, ‘Imperial’, ‘Success’, ‘Pawnee’, ‘Kiowa’, ‘Sumner’, and ‘Forkert’ were evaluated in the fourth year after planting. One liter plant⁻¹ of solution containing Fruit BR®, Stimulate®, Kinetin®, and Benzylaminopurine®, in addition to the control treatment, was applied. Production, fruit characteristics, and the influence of climatic variables were evaluated. The cultivar ‘Forkert’ showed significant results with BAP®. ‘Success’ stood out with Kinetin®, ‘Imperial’ with Fruit BR®, and ‘Barton’ and ‘Kiowa’ with Stimulate®. The cultivars ‘Sumner’ and ‘Pawnee’ did not show significant results. The plant growth regulators promoted increases in fruit number and size, even in the initial years of production and under conditions of high rainfall.

Keywords: Fruit size; High-density planting; Pecan tree; Productivity; Plant growth regulator.

¹ Universidade Federal de Santa Maria;

Autor correspondente Fabiana Cristiana Lasch: fabiana.lasch@acad.ufsm.br

Recebido em: 30/05/2025. Aceito em: 11/06/2026.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

A *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch, conhecida como nogueira-pecã, é uma espécie nativa dos Estados Unidos e do México, atualmente cultivada em diversos países, incluindo o Brasil. Introduzida em 1870 no estado de São Paulo, a cultura só passou a ser explorada comercialmente em maior escala a partir da década de 1970. A nogueira-pecã tem ganhado destaque no cenário agrícola devido ao alto valor nutricional de suas amêndoas, que são fontes de lipídios, proteínas, fibras, vitaminas e compostos antioxidantes. Esses atributos têm impulsionado a valorização comercial da cultura, despertando o interesse de produtores e contribuindo para a expansão do seu cultivo em diversas regiões (Rani *et al.*, 2022). O avanço das pesquisas tem favorecido a introdução de novas cultivares adaptadas, tornando a nogueira-pecã uma excelente alternativa para a diversificação agrícola em pequenas propriedades (Hamann *et al.*, 2018). Desde 2019, o Brasil se destaca como o quarto maior produtor mundial de nozes, com cerca de 70% da produção nacional concentrada no estado do Rio Grande do Sul (RS) (INC, 2023; SEAPDR/RS, 2023).

Alguns fatores limitantes para a produtividade nesta espécie são as condições climáticas e a alternância natural de produção, com ciclos de alta e baixa produtividade. As mudanças climáticas vêm se consolidando como um dos principais desafios para a agricultura, especialmente na produção de frutas e demais cultivos. Alterações no regime de chuvas, invernos mais amenos e variações bruscas de temperatura podem comprometer o desenvolvimento adequado das plantas e, consequentemente, a produtividade dos pomares (Wang *et al.*, 2022, Yu *et al.*, 2024).

A cultura da nogueira-pecã necessita de um número determinado de horas de frio (HF) no outono-inverno para que ocorra o processo da dormência (Kaur *et al.*, 2024). As exigências de HF, abaixo de 7,2 °C, variam de acordo com as características genéticas de cada cultivar, sendo que cultivares adaptadas às condições climáticas com número de HF abaixo de 300, entre 400-600 e acima de 600 HF acumulado (Worff *et al.*, 2017). De acordo com Bilharva *et al.* (2018), em locais onde os invernos atingem HF acima de 7,2°C, ocorre variabilidade nas gemas, floração desuniforme, folhas menores e menor calibre do fruto. A produção de frutos se concentra nas brotações laterais e nos ramilhos, e ao reduzir as HF, o crescimento apical vai ser afetado significativamente, limitando a produção de frutos (Bilharva *et al.*, 2018; Hawerth *et al.*, 2010).

Os frutos da nogueira-pecã são classificados como drupas, com formato oval e casca espessa que protege a amêndoa. Para obter frutos com maior calibre e melhor rendimento, é necessário o uso de boas práticas agronômicas desde a implantação do pomar (Raseira, 1990; Sparks, 2005). Adicionalmente, as exigências do mercado por frutos maiores e com melhor rendimento da amêndoa aumentam os desafios no manejo da cultura, exigindo manejos que favoreçam maior uniformidade e qualidade dos frutos (Fronza *et al.*, 2018; Kaur *et al.*, 2024).

Nesse contexto, os hormônios vegetais, também conhecidos como fitormônios, desempenham papel essencial no crescimento, desenvolvimento e defesa das plantas.

Dentre eles, as citocininas se destacam por sua ação na divisão celular e desenvolvimento de gemas laterais (Taiz *et al.*, 2017). Quando aplicadas exogenamente, as citocininas aumentam a quantidade disponível desses compostos nos órgãos de crescimento, promovendo o aumento do calibre dos frutos e a uniformização da frutificação (Fagan, 2015). No entanto, ainda há escassez de estudos voltados ao uso de reguladores vegetais na cultura da nogueira-pecã no Brasil, especialmente em relação à padronização dos frutos e ao incremento da produtividade.

Devido à irregularidade das condições inverniais em muitas regiões produtoras do país, estratégias como o uso de citocininas sintéticas têm sido exploradas com o intuito de promover a brotação e aumentar a eficiência reprodutiva. Embora práticas similares já sejam adotadas em outras frutíferas de clima temperado, como a cultura da macieira e a videira, sua aplicação na nogueira-pecã ainda é incipiente e carece de validação científica (De Marco, 2020; Camilo, 2006).

O uso de produtos como o Fruit BR[®], substância ativa do fabricante Innovak Global, considerado um produto hormonal pertencente à classe dos bioestimulantes, tem apresentado resultados propícios no que diz respeito à redução da queda e padronização de frutos em diferentes culturas (Souza, 2022). Segundo Roper (2005), a Benzilaminapurina[®] (6-Benziladenina) é utilizada como agente de raleio, que aumenta o tamanho dos frutos. Esse crescimento ocorre devido a redução da competição entre os frutos, bem como a estimulação da divisão celular, proporcionando uniformidade na frutificação. A Cinetina[®] é classificada como regulador de crescimento vegetal altamente eficiente para o aumento da produtividade. Substância sintética derivada da citocinina, sua principal função é a divisão celular. Além disso, promove outros efeitos como controlar o envelhecimento e fornecer nutrientes às plantas, germinação de sementes, desenvolvimento floral, dentre outros (Godinho, 2019). Da mesma forma, o Stimulate[®] auxilia na formação de frutos, enchimento de grãos e no desenvolvimento do sistema radicular, proporcionando um aumento na produtividade (Stoller, 2025).

Dessa forma, o presente estudo visa avaliar o efeito de diferentes composições contendo citocininas na produção e no calibre dos frutos em cultivares de nogueira-pecã cultivadas em pomar jovem e superadensado no estado do Rio Grande do Sul. A aplicação desses compostos durante o período reprodutivo busca otimizar o crescimento, a frutificação e a qualidade dos frutos, contribuindo com informações relevantes para o aprimoramento do manejo da cultura em regiões subtropicais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido em uma Área experimental de Nogueira-pecã do Núcleo de Fruticultura Irrigada, pertencente ao Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (29°43'40" S, -53°43'27" W), localizado na região de Santa Maria, no

estado do Rio Grande do Sul - RS. A região caracteriza-se por clima subtropical úmido (Cfa), conforme a classificação climática de Köppen (Alvarez *et al.*, 2013).

Foram avaliadas sete cultivares de nogueira-pecã: 'Barton', 'Imperial', 'Success', 'Pawnee', 'Kiowa', 'Sumner' e 'Forkert'. Os indivíduos estavam no seu quarto ano após o plantio, com aproximadamente 3,5 m de altura, com espaçamento 2m entre plantas e de 5m entre linhas, onde cada linha era composta por 50 indivíduos da mesma cultivar.

A escolha de cada cultivar na implantação do pomar tem relação com a utilização de cultivares mais adaptadas ao clima local, a produtividade individual e a polinização que ocorre entre elas, utilizando cultivares produtoras e polinizadoras, precoces e tardias. A cultivar 'Barton' é a mais plantada na região e uma das mais produtivas, em geral, entre as espécies no pomar, e a cultivar 'Forkert' se caracteriza pela melhor polinização em relação a cultivar 'Barton'.

A poda de inverno foi realizada entre julho e agosto de 2023. Nos meses de outubro, novembro e dezembro do mesmo ano, iniciaram-se as primeiras aplicações de fitoreguladores, totalizando três aplicações durante o processo de florescimento. A colheita e as avaliações dos frutos ocorreram em abril de 2024.

2.2 APLICAÇÕES DOS REGULADORES A BASE DE CITOCININA E VARIÁVEIS ANALISADAS

A pesquisa foi realizada mediante a aplicação de quatro diferentes produtos (Fruit BR[®], Benzilaminopurina[®], Cinetina[®] e Stimulate[®]) que contém citocinina na composição, e a testemunha (sem aplicação de citocinina). O experimento foi conduzido através do Modelo de Delineamento Blocos ao Acaso, em esquema bifatorial, sendo o fator 1: cultivares e o fator 2: produtos, resultando numa interação de 7 (cultivares) e 5 tratamentos (Testemunha, Fruit BR[®], Benzilaminopurina[®], Cinetina[®] e Stimulate[®]), com 4 repetições cada. Os blocos foram sorteados dentro de cada linha, totalizando 5 árvores por bloco. Em cada linha/cultivar foram utilizadas 20 plantas, totalizando 140 árvores utilizadas na área experimental.

As aplicações de Fruit BR[®], Benzilaminopurina[®], Cinetina[®] e Stimulate[®] ocorreram no período entre 20 de outubro à 18 de dezembro de 2023, totalizando três aplicações para cada tratamento. Com base na escala fenológica, os períodos definidos para aplicação foram: 60 (P) – início da floração feminina, 65 (P) - plena flor feminina, e 69 (P) – final da floração feminina (De Marco, 2020). As datas das aplicações diferiram para cada cultivar pois as mesmas diferem na sua fenologia. Os produtos foram pulverizados em diferentes concentrações, através de um pulverizador manual do tipo costal com capacidade de 12L, utilizando-se 1L de solução por planta (Tabela 1). A diluição dos produtos Benzilaminopurina[®] e Cinetina[®], ambos em pó, foram realizadas em etanol com 15 dias de antecedência ao início das aplicações. As datas de aplicações variam para cada cultivar, pois cada uma tem o seu ciclo de florescimento. Assim, teve um controle diário no pomar para ter precisão na época adequada de aplicação até a colheita.

Tabela 1: Concentração dos diferentes produtos comerciais a base de citocinina aplicados em *Carya illinoensis*.

PRODUTO	CONCENTRAÇÃO	QUAN./PLANTA
Fruit BR® (Inovak)	1 L ha ⁻¹	1 mL planta ⁻¹
Benzilaminopurina®	20 g ha ⁻¹ (dissolvido em etanol)	2 mL planta ⁻¹
Cinetina®	20 g ha ⁻¹ (dissolvido em etanol)	2 mL planta ⁻¹
Stimulate® (Stoller)	20 g ha ⁻¹	1 mL planta ⁻¹

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

2.3 VARIÁVEIS ANALISADAS

Após a colheita manual dos frutos, realizada em abril de 2024, foram avaliados o número de frutos produzidos por planta (unidade), peso dos frutos (g), largura (mm), diâmetro (mm) e rendimento da amêndoa (%). Para isso, foi utilizada uma amostra de 10 frutos para cada tratamento que foi seca ao ar por 3 meses antes das avaliações. O peso foi determinado em balança digital de precisão. A largura e o diâmetro dos frutos foram mensurados com paquímetro digital, sendo a largura obtido no eixo longitudinal e o diâmetro no eixo transversal. Após a quebra dos frutos, as amêndoas foram separadas e pesadas para determinação do rendimento de amêndoa, calculado pela relação entre a massa da amêndoa e a massa total do fruto, expressa em porcentagem.

As variáveis climatológicas temperatura (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%) e dados de HF no período de 1º de julho de 2023 a 30 de abril de 2024, foram obtidas através do Banco de dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2025), utilizando a Estação Meteorológica de Santa Maria, localizada no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Após a coleta dos dados, os mesmos foram relacionados com os resultados de produção desta pesquisa.

As condições climáticas do período experimental foram avaliadas com base na comparação entre os dados registrados e os valores médios históricos da estação meteorológica. Do mesmo modo, foi estimado o acúmulo de HF (NHF) entre maio e setembro de 2023, considerando-se o número de horas em que a temperatura do ar esteve abaixo ou igual a 7,2 °C, conforme o método descrito por Weinberger (1950). A interpretação desses dados é essencial, já que a espécie cultivada depende de uma quantidade mínima de HF e apresenta sensibilidade à disponibilidade hídrica.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados obtidos foram submetidos à análise dos pressupostos de Normalidade dos erros e Homogeneidade de Variâncias. Após atendimento dos pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de diferenciação de médias Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Para estas análises estatísticas foi utilizado o *software* estatístico Sisvar 4.3.

3 RESULTADOS

Segundo os dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2025), o mês de maio de 2023 registrou um acúmulo de precipitação superior à média, alcançando cerca de 600 mm, com temperaturas em torno de 20°C. Do mesmo modo, o mês de setembro apresentou o maior volume de chuvas, com aproximadamente 500 mm, acompanhado de temperaturas superiores a 10°C, o que indica que o período de inverno foi menos severo (Tabela 2). No período do inverno de 2023, foi registrado um acúmulo de 211 HF, e no ano anterior houve um acúmulo de 340 HF.

O fenômeno El Niño é caracterizado pelo aquecimento anormal e prolongado da superfície do Oceano Pacífico Equatorial. Desde junho de 2023, sua influência tem gerado impactos em várias regiões do Brasil, promovendo mudanças climáticas e afetando diversos setores, incluindo a agricultura. Em 2023, na região Sul do Brasil, os volumes de precipitação ultrapassaram os 2.000 mm, representando um aumento de cerca de três vezes em relação à média histórica anual. Essas alterações climáticas podem interferir diretamente na produção de frutos da noqueira-pecã.

Tabela 2: Precipitação acumulada, temperatura máxima, média, mínima e umidade relativa do ar em Santa Maria, RS, Brasil no período de julho de 2023 a abril de 2024.

Mês	N DC	PT (mm)	PTM (mm) - NH	TM (°C)	TM (°C) - HN	TMax (°C)	TMax (°C) - NH	TMin (°C)	TMin (°C) - NH	UR (%)	UR (%) - NH
JULHO 2023	9	185,5	147,3	14,7	12,4	19,6	19,2	11,3	9,4	85,3	82,5
AGOSTO 2023	8	62,6	114,4	16,2	13,9	23,4	21,8	11,1	10,8	79,3	79,0
SETEMBRO 2023	15	482,1	155,3	18,4	15,3	23,4	22,5	14,7	12,3	84,2	79,1
OUTUBRO 2023	12	220,9	203,2	18,7	17,7	23,6	25,3	14,7	15	82,8	76,7
NOVEMBRO 2023	14	234,3	136	21,7	19,2	26,8	28	17,4	16,5	80,4	70,5
DEZEMBRO 2023	15	226,7	161,5	24,3	21,2	29,8	30,4	19,6	18,7	77,3	69,8
JANEIRO 2024	5	62,5	166,1	24,2	22,4	30,1	31	19,7	20,1	76,0	78,1
FEVEREIRO 2024	13	181,2	131,7	25,3	22,2	31,3	30,2	21,5	19,7	82,0	73,8
MARÇO 2024	10	156,2	142	23,4	21	29,5	29,1	19,2	18,3	83,7	77,3
ABRIL 2024	17	408,2	151,1	21,2	18,4	25,9	26	18,2	15,2	86,8	78,9

¹Legenda: **NDC:** NÚMERO DE DIAS COM CHUVA, MENSAL; **PT:** PRECIPITAÇÃO TOTAL, MENSAL (mm); **PT (mm) - NH:** PT: PRECIPITAÇÃO TOTAL, MENSAL (mm) registrados entre 1991 e 2020 (NORMAIS HISTÓRICAS); **TM (°C):** TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C); **TM (°C) - NH:** TEMPERATURA MÉDIA, MENSAL (°C) registrados entre 1991 e 2020 (NORMAIS HISTÓRICAS); **TMax**

(°C): TEMPERATURA MÁXIMA, MÉDIA MENSAL (°C); **TMax (°C) - NH:** TEMPERATURA MÁXIMA, MÉDIA MENSAL (°C) registrados entre 1991 e 2020 (NORMAIS HISTÓRICAS); **TMin (°C):** TEMPERATURA MÍNIMA, MÉDIA MENSAL (°C); **TMin (°C) - NH:** TEMPERATURA MÍNIMA, MÉDIA MENSAL registrados entre 1991 e 2020 (NORMAIS HISTÓRICAS); **UR (%):** UMIDADE RELATIVA DO AR, MENSAL (%); **UR (%) - NH:** UMIDADE RELATIVA DO AR, MENSAL (%) registrada entre 1991 e 2020.

Fonte dos dados: INMET – Santa Maria – RS – Elaborado pelos autores (2025).

3.1 FRUTIFICAÇÃO

Os dados de produção total de frutos, peso dos frutos (g), largura (mm), diâmetro (mm) e rendimento da amêndoa (%) são apresentados nas tabelas 3 a 7. Quanto à produção de frutos, houve interação significativa entre cultivares e produtos à base de citocinina para o número de frutos por planta (Tabela 3). Para a cultivar 'Forkert', os diferentes tratamentos apresentaram interações distintas com as características avaliadas, refletindo os efeitos específicos de cada intervenção sobre os parâmetros produtivos e qualidade dos frutos. Entre os tratamentos testados, o tratamento com BAP® teve efeitos expressivos na produção, destacando-se como o mais eficaz no aumento do total de frutos por árvore, alcançando 33,25 frutos planta⁻¹, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 3). Esse valor é consideravelmente superior ao controle, que apresentou apenas 2,25 frutos, e aos demais tratamentos, como Fruit BR® (7,5 frutos planta⁻¹), Cinetina® (3,5 frutos planta⁻¹) e Stimulate® que foi nulo na produção de frutos. Esse resultado indica que a BAP® tem um grande potencial em estimular a frutificação, devido ao seu efeito promotor no metabolismo celular e na divisão celular durante as fases iniciais de desenvolvimento do fruto.

Na cultivar 'Kiowa', os maiores valores foram observados nos tratamentos Controle (28,33 frutos planta⁻¹) e Stimulate® (16,12 frutos planta⁻¹). Para a cultivar 'Success', o tratamento com Cinetina® resultou no maior número de frutos (10,75 frutos planta⁻¹), enquanto para 'Imperial', o Fruit BR® proporcionou maior produção (14,66 frutos planta⁻¹). Já na cultivar 'Barton', os maiores valores foram observados nos tratamentos controle (18,00 frutos planta⁻¹) e Stimulate® (13,25 frutos planta⁻¹). Mesmo assim, a quantidade de frutos por planta foi baixa, variando significativamente as respostas das cultivares em relação aos tratamentos.

Quanto ao efeito dos produtos na frutificação das cultivares 'Pawnee' e 'Sumner', a frutificação variou de 0 a 2 frutos, e não houve diferença significativa entre as demais cultivares e produtos testados devido a inexistência e/ou baixa produção de frutos (Tabela 3). Essas cultivares possuem um ciclo produtivo mais tardio, demoram cerca de um ano a mais para iniciar a produção de frutos, e, em relação as demais, são as últimas a iniciar a brotação. Essas são consideradas cultivares polinizadoras no pomar e podem apresentar maior exigência em HF e menor adaptação as condições climáticas da região, o que indicaria uma sensibilidade acentuada a fatores ambientais, dependendo exclusivamente de condições específicas para apresentar produtividade.

Houve efeito significativo dos tratamentos na cultivar ‘Imperial’, destacando-se como uma das cultivares que respondeu de maneira mais consistente a interação entre os tratamentos, demonstrando resultados significativos principalmente com a utilização dos tratamentos com Fruit BR® e Cinetina®. O tratamento com Fruit BR® proporcionou maior quantidade média de frutos por árvore, atingindo cerca de 14,66 frutos planta⁻¹, o que representou um aumento expressivo em relação ao controle, que registrou apenas 5,92 frutos planta⁻¹ (Tabela 3). Logo após, o tratamento com Cinetina® também se destacou com um total de 9,75 frutos planta⁻¹, indicando que este fitorregulador é igualmente capaz de proporcionar uma maior produção (Tabela 3).

Tabela 3: Número médio de frutos por planta produzidos por cultivar nas árvores de Nogueira-pecã com aplicação de diferentes fitorreguladores a base de citocinina, em Santa Maria, RS, Brasil

CULTIVAR	CONTROLE	FRUIT BR®	STIMULATE®	CINETINA®	BAP®
FORKERT	2,25±0,50 cD	7,50±1,29 bB	0,00±0,00 cB	3,50±1,29 cB	33,25±2,99 aA
SUMNER	0,00±0,00 aD 28,33±10,4	0,00±0,00 aC	2,00±0,81 aB	0,00±0,00 aC	0,00±0,00 aD
KIOWA	0 aA	5,66±1,70 cB	16,12±1,75 bA	5,25±1,70 cB	15,33±1,24 bB
PAWNNE	0,00±0,00 aD	0,00±0,00 aC	1,50±0,57 aB	1,00±0,00 aC	1,25±0,50 aD
SUCCESS	1,33±0,47 cD	6,50±1,30 bB	2,25±1,50 cB	10,75±1,25 aA	6,5±1,30 bC
IMPERIAL	5,6 ±1,25 cC	14,66±2,86 aA	5,25±2,21 cB	9,75±9,21 bA	4,75±1,70 cC
BARTON	18,00±4,90 aB	8,00±1,41 cB	13,25±2,62 bA	8,5±3,10 cA	5,66±0,94 cC

¹Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna e médias seguidas por letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

Fonte: Os autores (2025).

Isso se deve a vários fatores, entre eles plantas jovens, falta de HF, e chuva excessiva na época de floração e enchimento de frutos (Tabela 2), o que ocasionou mais doenças no pomar, aborto de frutos ou até mesmo estresse por conta da oscilação da temperatura. Segundo Martins (2021), o período de primavera e verão é considerado relevante para o desenvolvimento de doenças, uma vez que concentra dias com maior umidade relativa do ar e temperaturas mais elevadas, condições ideais para a propagação e reprodução de fungos.

Quanto ao peso de frutos, além de proporcionar maior produção, o BAP® também aumentou o peso dos frutos em ‘Forkert’. A cultivar ‘Sumner’, produziu somente uma média de 2 frutos planta⁻¹ com a aplicação de Stimulate®, e o peso foi um dos mais baixos (4,5 g). Na cultivar ‘Kiowa’, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, com valores variando de 5,93 a 6,98 g, considerados baixos. Na cultivar ‘Pawnee’, a qual teve uma produção inexpressiva (variando de 0 a 1,5 frutos planta⁻¹), o maior peso de fruto foi obtido com Stimulate® (8,33 g), seguido pelos tratamentos Cinetina® (6,50 g) e BAP® (5,12 g). Na cultivar ‘Success’, os tratamentos não diferenciaram entre si, variando de 7,8 a 9,41 g. Para a cultivar ‘Imperial’, os maiores pesos foram observados nos tratamentos Fruit BR®, Cinetina® e BAP®, com valores entre 7,61 e 8,08 g. Já na cultivar ‘Barton’, os

tratamentos Fruit BR® e Stimulate® resultaram nos maiores pesos médios dos frutos, com 6,93 e 6,73 g, respectivamente (Tabela 4). De forma geral, observa-se que 'Success' apresentou os maiores pesos de frutos na maioria dos reguladores avaliados, enquanto 'Sumner' e 'Pawnee' apresentaram valores nulos em alguns tratamentos devido à ausência de produção. De maneira geral, os produtos à base de citocinina promoveram incrementos no peso dos frutos em comparação ao controle para a maioria das cultivares, indicando potencial efeito positivo desses reguladores sobre o desenvolvimento e enchimento dos frutos.

Tabela 4: Peso dos frutos (g) de Nogueira-pecã com aplicação de diferentes fitorreguladores a base de citocinina, em Santa Maria, RS, Brasil

CULTIVAR	CONTROLE		FRUIT BR®		STIMULATE®		CINETINA®		BAP®	
FORKERT	4,66±1,08	cC	8,00±0,81	aA	0,00±0,00	dD	6,5±0,63	bB	8,12±0,83	aA
SUMNER	0,00±0,00	bD	0,00±0,00	bC	4,5±2,64	aC	0,00±0,00	bC	0,00±0,00	bC
KIOWA	6,41±1,60	aB	6,43±1,23	aB	6,98±0,76	aB	5,93±1,47	aB	6,36±0,51	aB
PAWNEE	0,00±0,00	dD	0,00±0,00	dC	8,33±1,27	aA	6,5±0,71	bB	5,12±1,43	cB
SUCCESS	7,97±0,20	bA	8,75±0,51	aA	9,41±0,06	aA	8,5±0,75	aA	7,80±0,62	bA
IMPERIAL	6,33±0,27	bB	7,75±0,50	aA	7,04±0,51	bB	8,08±0,16	aA	7,61±0,28	aA
BARTON	5,58±0,50	bC	6,93±0,31	aB	6,73±0,43	aB	6,20±0,15	bB	5,58±0,42	bB

¹Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna; e médias seguidas por letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Na cultivar 'Forkert', assim como para o peso, os maiores diâmetros foram observados nos tratamentos Fruit BR® e BAP® (23,88 mm) (Tabela 5). Para a cultivar 'Sumner', apenas o tratamento com Stimulate® promoveu produção de frutos, devido a produção ser nula com os outros produtos (Tabela 3). Nas cultivares 'Kiowa' e 'Pawnee', Stimulate®, além de aumentar o peso, proporcionou o maior diâmetro médio de frutos, comparado aos demais tratamentos. A cultivar 'Success' apresentou os maiores diâmetros de frutos comparada as outras cultivares em todos os tratamentos, com valores variando de 24,13 a 25,16 mm. Na cultivar 'Imperial', não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, sendo os valores compreendidos entre 21,03 e 21,77 mm. De forma semelhante, a cultivar 'Barton' não apresentou resposta aos reguladores avaliados, com diâmetros variando de 22,00 a 22,83 mm (Tabela 5).

Tabela 5: Diâmetro dos frutos (mm) de Nogueira-pecã com aplicação de diferentes fitorreguladores a base de citocinina, em Santa Maria, RS, Brasil.

CULTIVAR	CONTROLE		FRUIT BR®		STIMULATE®		CINETINA®		BAP®	
FORKERT	23,70±0,40	aB	23,73±0,46	aA	0,00±0,00	cE	22,00±1,05	bB	23,88±0,74	aB
SUMNER	0,00±0,00	bE	0,00±0,00	bD	21,76±2,26	aD	0,00±0,00	bD	0,00±0,00	bD

KIOWA	22,10±0,79	bC	22,55±0,81	bB	23,79±0,09	aB	22,13±0,66	bB	21,94±0,32	bC
PAWNNE	0,00±0,00	cE	0,00±0,00	cD	24,04±1,53	aB	21,09±0,44	bC	21,17±0,39	bC
SUCCESS	24,79±0,21	aA	24,13±0,23	aA	24,84±0,18	aA	24,89±0,71	aA	25,16±0,79	aA
IMPERIAL	21,03±0,30	aD	21,08±0,67	aC	21,43±0,33	aD	21,77±0,66	aB	21,71±0,16	aC
BARTON	22,22±1,31	aC	22,00±1,69	aB	22,83±0,28	aC	22,41±0,71	aB	22,46±0,30	aC

¹Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna; e médias seguidas por letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Em relação aos resultados, para ‘Kiowa’, o controle proporcionou 28,33% frutos, seguido por Stimulate® com 16,12% de frutos que superou os demais tratamentos (Tabela 3). Além disso, Stimulate® se diferenciou dos demais tratamentos, apresentando um desempenho eficaz em relação a largura com 44,74 mm e no diâmetro chegando a 23,79 mm, sendo maior que o controle (Tabelas 7 e 5). Esses dados indicam que embora ‘Kiowa’ não tenha resultados significativos aos tratamentos, o Stimulate® é uma alternativa para complementar a qualidade do fruto, contribuindo para um maior diâmetro.

A cultivar ‘Success’ destaca-se por sua versatilidade e consistência nos resultados obtidos. Essa cultivar respondeu de forma eficiente, tanto em termos de produção total de frutos quanto na qualidade física dos mesmos. O tratamento com Cinetina® foi o que apresentou dados significativos para o aumento do total de frutos por árvore, registrando 10,75 frutos planta⁻¹, maior valor entre os tratamentos (Tabela 3). Além disso, a Cinetina® e Fruit BR® apresentaram desempenho superior em relação ao parâmetro físico, com largura de 46,70 mm para Cinetina e Fruit BR® com 46,40 mm, valores que indicam frutos maiores (Tabela 6). O tratamento com Stimulate® foi notável pelo efeito no peso dos frutos, com aproximadamente 9,41 g, demonstrando potencial de favorecer a produção de frutos mais pesados, além de apresentar características físicas consistentes, como valor aproximado entre diâmetro e largura. Todavia, o controle mostrou resultados inferiores aos demais tratamentos. Os dados apresentados destacam-se como uma base para comparação, mostrando que os tratamentos, de maneira geral, agregam melhorias importantes para a frutificação.

Em relação ao peso de frutos na cultivar ‘Forkert’ (Tabela 4), BAP® manteve um desempenho elevado, alcançando 8,12 g, seguido por Fruit BR® com 8,00 g, demonstrando que estes produtos podem ser capazes de produzir frutos pesados, ou seja, indicativo de sua ação na acumulação de biomassa nos frutos. A largura dos frutos (Tabela 6) também teve resultados positivos para o tratamento com BAP® com 49,49 mm, seguido por Fruit BR® com 48,80 mm, sugerindo que estes tratamentos atuam de forma mais direta no crescimento lateral dos frutos, promovendo maior expansão das células. Esse resultado sugere que este tratamento não só aumenta a quantidade de frutos, mas também contribui para o desenvolvimento do fruto.

Da mesma forma, para ‘Imperial’, observou-se maiores valores para a variável largura quando as plantas foram tratadas com Fruit BR®, com a largura de 44,74 mm, e também com Cinetina® com 43,98 mm (Tabela 6). Em comparação ao controle, estes tratamentos apresentaram valor superior de 2,89 mm. Assim, os produtos comerciais

Fruit BR® e Cinetina® proporcionaram um incremento na produção de frutos e, conseqüentemente, houve um aumento no peso e largura, o que pode proporcionar efeitos positivos na produtividade.

Tabela 6: Largura dos frutos (mm) de Nogueira-pecã com aplicação de diferentes fitorreguladores a base de citocinina, em Santa Maria, RS, Brasil.

CULTIVAR	CONTROLE		FRUIT BR®		STIMULATE®		CINETINA®		BAP®	
FORKERT	45,04±0,43	bA	48,80±1,70	aA	0,00±0,00	cD	46,23±1,54	bA	49,49±1,48	aA
SUMNER	0,00±0,00	bD	0,00±0,00	bF	40,12±1,71	aC	0,00±0,00	bD	0,00±0,00	bE
KIOWA	44,13±2,00	aA	42,81±0,72	bD	44,74±0,45	aA	43,36±0,50	bB	42,90±0,80	bC
PAWNNE	0,00±0,00	bD	0,00±0,00	bF	42,25±1,77	aB	43,20±2,19	aB	43,03±0,68	aC
SUCCESS	44,82±0,16	bA	46,40±1,16	aB	41,88±0,38	cB	46,70±0,90	aA	44,90±1,22	bB
IMPERIAL	41,85±0,37	bB	44,74±1,01	aC	41,53±1,84	bB	43,98±0,78	aB	42,80±0,80	bC
BARTON	38,71±3,52	bC	39,01±2,26	bE	42,42±0,96	aB	41,62±0,56	aC	39,78±0,50	bD

¹Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna; e médias seguidas por letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Em relação ao parâmetro do rendimento da amêndoa, para a cultivar ‘Forkert’, o tratamento controle apresentou o maior valor com 59,62%. Para ‘Imperial’, o maior valor foi registrado com Fruit BR®, onde a aplicação deste fitorregulador favoreceu a concentração de biomassa elevada, com registro de 53,98%, enfatizando que o controle apresentou valor inferior aos demais tratamentos com cerca de 48,25%. Para as cultivares ‘Sumner’ e ‘Pawne’, observou-se um valor significativo para os tratamentos com Stimualte® e Cinetina®, mas isso pode ser justificativo pela pouca produção de frutos, o que favoreceu o incremento do rendimento da amêndoa (Tabela 7).

Para ‘Pawne’, os tratamentos com Cinetina® e BAP® apresentaram desempenho positivo em relação ao rendimento da amêndoa, onde com a aplicação de Cinetina® alcançou 58,38% do rendimento da amêndoa, enquanto com os tratamentos controle e Fruit BR®, a produção de frutos foi nula (Tabelas 7 e 4). Para Sumner, apenas Stimulate® apresentou resultados com características aceitáveis. Já para as cultivares ‘Kiowa’, ‘Success’ e ‘Barton’, os valores não apresentaram diferença significativa.

Tabela 7: Rendimento da amêndoa em frutos (%) de diferentes cultivares de Nogueira-pecã com aplicação de diferentes fitorreguladores a base de citocinina, em Santa Maria, RS, Brasil.

CULTIVAR	CONTROLE		FRUIT BR®		STIMULATE®		CINETINA®		BAP®	
FORKERT	59,62±0,20	aA	55,83±1,32	bA	0,00±0,00	cD	56,98±3,50	bA	56,58±2,35	bA
SUMNER	0,00±0,00	bE	0,00±0,00	bB	54,10±0,00	aA	0,00±0,00	bE	0,00±0,00	bD
KIOWA	55,75±0,89	aB	54,84±2,10	aA	55,11±2,44	aA	53,90±2,01	aB	53,68±1,80	aB
PAWNNE	0,00±0,00	dE	0,00±0,00	bB	54,84±3,23	bA	58,38±6,34	aA	51,14±4,47	cC
SUCCESS	53,56±1,52	aC	54,87±1,75	aA	55,55±0,35	aA	55,70±1,69	aB	54,48±1,24	aB
IMPERIAL	48,25±3,49	bD	53,98±1,02	aA	49,07±0,12	bC	48,84±0,55	bD	50,03±0,02	bC
BARTON	52,82±0,87	aC	52,89±1,50	aA	52,02±1,81	aB	52,18±1,42	aC	50,30±0,71	aC

¹Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna; e médias seguidas por letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

4 DISCUSSÃO

A noqueira-pecã apresenta dormência e precisa de um acúmulo mínimo de horas de frio (HF) para desencadear os processos fisiológicos que levam a superação de dormência, promovendo brotação e floração mais uniformes (Raseira, 1990). No inverno de 2023, foi registrado um acúmulo de apenas 211 HF. Entretanto, há pouco conhecimento da exigência específica de HF para cada cultivar. A complexidade em determinar essa variável está relacionada à influência direta das condições climáticas sobre o acúmulo de reservas, variabilidade genética e à irregularidade na brotação entre os anos. Embora algumas cultivares possam iniciar a brotação com aproximadamente 100 HF, esse acúmulo pode não ser suficiente para garantir uniformidade de brotação e polinização, prejudicando a produção de frutos (Melke, 2015). Em estudo conduzido por Crosa (2023), observou-se que, para algumas variedades, a demanda por HF necessária para atingir 50% de brotação variou entre 167 e 369 HF, dependendo das condições do ano. Entre as cultivares avaliadas, ‘Success’ apresentou necessidade média de 250 HF, enquanto ‘Barton’ exigiu até 750 HF. Além disso, a autora destacou que períodos de seca durante o crescimento vegetativo comprometeram o acúmulo de reservas, resultando em menor brotação e maior exigência de HF no ciclo seguinte.

O elevado volume de precipitação registrados nos meses de setembro à novembro, época correspondente à floração das cultivares avaliadas, pode ter impactado negativamente a produção dos frutos. Nesse período, foram registrados aproximadamente 200 mm de precipitação em cada mês, condição que favoreceu a ocorrência de aborto de flores e frutos (dados observados a campo). No entanto, em janeiro ocorreu mudança nas condições climáticas, caracterizada por temperaturas altas, superiores a 20°C e com precipitação inferior a 50 mm. Esse período coincide com a época de enchimento do grão, fase em que a demanda energética da planta aumenta significativamente devido à intensas mobilização de fotoassimilados para o desenvolvimento uniforme dos frutos, especialmente para a formação da amêndoa, que requer um acúmulo maior de carboidratos. Além disso, durante o inverno, as temperaturas permaneceram próximas de 10°C, resultando em acúmulo insuficiente de HF para a superação de dormência (Tabela 2), o que pode comprometer o desenvolvimento vegetativo da planta.

A variação observada na produtividade entre as cultivares pode ser atribuída ao fenômeno de alternância de produção. Esse comportamento é atribuído para as frutíferas do clima temperado, ocorrendo quando a planta direciona grande parte de suas reservas energéticas para a frutificação em um ciclo, resultando em um maior investimento na produção de metabólitos no ano seguinte (De Marco, 2020).

Embora não tenham sido realizadas avaliações específicas de crescimento vegetativo, observou-se que os fitorreguladores à base de citocinina promoveram maior alongação dos ramos laterais e aumento da área foliar nas cultivares de noqueira-pecã. Esse comportamento pode estar relacionado à ação das citocininas sobre a atividade do meristema e a divisão celular, favorecendo o crescimento vegetativo e o desenvolvimento da copa. No entanto, estudos específicos são necessários para confirmar esse efeito na cultura da noqueira-pecã.

As cultivares ‘Sumner’ e ‘Pawnee’ exibiram uma baixa produtividade, quase nula, em comparação com as demais cultivares. Esse resultado reflete não apenas as características genéticas das cultivares, mas principalmente sugere a influência das condições ambientais no desempenho da planta e na condição da própria enxertia. Além disso, para as cultivares ‘Pawnee’, ‘Oconne’, ‘Sumner’ e ‘Kiowa’, o material de propagação utilizado foi composto por brotos jovens nas estaquias com aproximadamente dois anos de idade, condição que possivelmente influenciou o vigor vegetativo e a precocidade produtiva dessas cultivares.

Para a cultivar ‘Barton’, os tratamentos Fruit BR® e Stimulate® promoveram maior qualidade física, mantendo rendimento competitivo em relação ao tratamento controle (Tabela 7). Em frutíferas, elevadas produções nem sempre estão associadas com a qualidade do fruto, uma vez que o aumento excessivo de frutos pode resultar em redução do tamanho e peso de frutos (Gonzalez *et al.*, 2025; Kviklys *et al.*, 2025). Dessa forma, os resultados sugerem que os reguladores vegetais podem ter contribuído para um melhor equilíbrio entre quantidade e qualidade dos frutos. Os produtos foram aplicados durante a floração, fase determinante para a definição do potencial produtivo da cultura. Assim, esses tratamentos sugerem alternativas de manejo para a noqueira-pecã, dependendo do objetivo de produção adotado, ou seja, em relação a maior produção de frutos em termos de quantidade ou maior produção de frutos com melhores características físicas.

Para a cultivar ‘Imperial’, os tratamentos com Fruit BR® e Cinetina® promoveram um aumento significativo no desenvolvimento e na qualidade física dos frutos. Os resultados sugerem que esses produtos atuam nos processos fisiológicos associados a frutificação e ao desenvolvimento da amêndoa. O Fruit BR® apresentou maior eficiência no incremento do número total de frutos e da largura dos frutos, enquanto a Cinetina® favoreceu principalmente o aumento de peso e da largura, características que podem ser exploradas para os mercados que valorizam frutos maiores e mais vistosos. Resultados semelhantes foram observados em outras culturas. Em Manga ‘Osteen’, a aplicação de Fruit BR® possibilitou um incremento maior no pegamento de panículas, ou seja, diminuiu a taxa de abortos de frutos, e principalmente em relação ao calibre total de frutos, apresentando maior percentual de frutos, o que possibilitou maior padronização do calibre entre 6-8 cm (Souza, 2022). Para a soja, a cinetina® possibilitou o aumento no número de legumes fixados em 27,4%. Em relação à produtividade de grãos e o peso de 1.000 sementes, houve um acréscimo entre 2,7% e 32,3% (Passos, 2008).

O comportamento observado para a cultivar ‘Forkert’ pode estar relacionado ao menor número de frutos produzidos, reduzindo a competição interna por

fotoassimilados e nutrientes. Nesse contexto, a planta tende a direcionar maior quantidade de recursos para o desenvolvimento dos frutos, favorecendo o enchimento e a formação da amêndoa (De Marco, 2020). Consequentemente, o tratamento com BAP® mostrou eficiência para o aumento total de frutos e melhores características físicas, como largura e diâmetro, indicando potencial para incremento da produtividade e a qualidade comercial dos frutos dessa cultivar.

Segundo Roper (2005), a BAP® atua no crescimento e enchimento dos frutos. Além disso, essa formulação pode influenciar processos relacionados à abscisão de flores e frutos, à formação de gemas floríferas e ao desenvolvimento de ramos do ano (Petri, 2013). Quando aplicado após a floração, pode promover aumento no tamanho dos frutos, como observados na cultura da tangerina (Ferrer, 2017). Greene (2005) destaca que a 6-Benziladenina ou 6-Benzilaminopurina pode favorecer o alongamento dos frutos, mesmo na carência de raleio. Esse efeito raleante contribui para a redução da competição entre frutos por nutrientes e, consequentemente, aumentar o tamanho e a qualidade do fruto.

Para as cultivares ‘Kiowa’ e ‘Barton’, observou-se maior produção de frutos no tratamento controle em comparação aos demais tratamentos, o que indica que essas cultivares possuem uma alta capacidade produtiva independente do uso de fitorreguladores. A ausência de respostas significativas ao uso de citocinina em diferentes condições pode indicar que as concentrações utilizadas não foram adequadas, possibilitando ter causado efeito reverso ou até mesmo fitotóxico nas plantas, necessitando de mais estudos futuros para compreender esses efeitos (Souza, 2022).

O rendimento é uma característica de grande relevância comercial, uma vez que frutos maiores, mais pesados e com amêndoas bem formadas tendem a apresentar maior valor comercial (Martins *et al.*, 2023). O peso dos frutos (g) (Tabela 4) pode indicar resultados significativos dos tratamentos em promover o crescimento e o desenvolvimento completo da amêndoa. As características observadas entre cultivares e tratamentos evidenciam os fatores genéticos e fisiológicos induzidos pelos reguladores vegetais, resultando em respostas distintas para cada cultivar.

Entretanto, o principal fator responsável pela redução da produção observada nesse estudo pode ter sido influenciado pelo fenômeno El Nino, onde as condições climáticas registradas durante o ciclo produtivo resultaram em menor acúmulo de HF e precipitação acima da média histórica. Além disso, o excesso de chuvas durante o período de floração favoreceu a proliferação de pragas e doenças, além de dificultar a dispersão de pólen. Como resultado, a floração ocorreu de forma desuniforme e teve aumento significativo na abscisão de flores e frutos, comprometendo a produtividade da cultura.

4 CONCLUSÕES

A cultivar ‘Forkert’ apresentou resultados significativos para as variáveis analisadas, onde o tratamento com BAP® mostrou eficiência para o aumento total de

frutos e melhores características físicas, como largura e diâmetro. As cultivares ‘Sumner’ e ‘Pawnee’ não apresentaram respostas produtivas consistente nas condições experimentais. A cultivar ‘Success’ foi responsiva de forma positiva para a aplicação de Cinetina®, demonstrando potencial deste produto para melhorar a produção e qualidade de frutos. A cultivar ‘Imperial’, por sua vez, apresentou maiores resultados com Fruit BR®, que promoveu aumento no total de frutos por árvores. As cultivares ‘Kiowa’ e ‘Barton’ mostraram um resultado equilibrado, destacando a utilização do Stimulate® como complemento para melhorias tanto para o peso do fruto quanto na largura. Assim, os fitorreguladores mostraram-se eficientes para aumentar o número e o calibre dos frutos nestas cultivares, em anos iniciais de produção e sob condições de precipitação elevada.

5 AGRADECIMENTO

Agradecemos à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pelo suporte institucional; ao Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, pela cessão da área experimental destinada ao cultivo da Nogueira-pecã; ao Professor Diniz Fronza pela colaboração e apoio no desenvolvimento do estudo; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- BILHARVA, G.; MARTINS, M. C. R.; HAMANN, J. J.; FRONZA, D.; DE MARCO, R; MALGARIM, M. B. Pecan: From Research to the Brazilian Reality”. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 23 (6), p. 1-16, 2018. DOI: <https://doi.org/10.9734/JEAI/2018/41899>.
- CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Cultivares: Descrição e comportamento no sul do Brasil. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EMPAGRI, v. 2, p. 113-168, 2006.
- CROSA, C. F. R.; DE MARCO, R.; BARRETO, C. F.; YAMAMOTO, R. R.; MALGARIM, M. B.; MARTINS, C. R. Overcoming dormancy of pecan trees in mild winter conditions. **Scientia Plena**. v. 19, p. 1-7, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2023.090205>.

DE MARCO, R. **Fenologia, xenia e irrigação na produção de frutos de noqueira-pecã**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Agronomia: Fruticultura de Clima Temperado. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, p.88, 2020.

FAGAN, E. B. et al. **Fisiologia vegetal: reguladores vegetais**. Andrei Editora, p.300, 2015.

FERRER, C.; MARTIZ, J. SAA, S.; RICARDO C. Increase in final fruit size of tangor (Citrus reticulata × C. sinensis) cv W. Murcott by application of benzyladenine to flowers. **Scientia Horticulturae**, v. 223, p. 38-45, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.030>

FRONZA, D.; HAMANN, J.; BOTH, J.; ANESE, V.; MEYER, E. Pecan cultivation: general aspects. **Ciência Rural**, v. 48, p. 1-7, 2018. DOI: 10.1590/0103-8478cr20170179.

GODINHO, S. H. M. **Doses de cinetina em cultivares de soja**. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, p. 43, 2019.

GONZALEZ N., L., EINHORN, T., KON, T. M., MUSACCHI, S., SERRA, S., ROBINSON, T. L. Impact of Crop Load on Fruit Size, Color and Return Bloom of ‘Honeycrisp’ Apple across Four US Locations. **HortScience**, v.61(1), p. 1–13, 2025.
GREENE, D. W. Effects of repeated yearly application of chemical thinners on ‘McIntosh’ Apples. *HortScience*, v. 40, n. 2, p. 401-403, 2005. DOI: 10.21273/HORTSCI.40.2.401

HAMANN, J. J. et al. **Determinação do período de floração e viabilidade do pólen de diferentes cultivares de noqueira peca Carya illinoensis (Wang) K.Koch**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), p. 52, 2018.

INTERNATIONAL NUT AND DRIED FRUIT COUNCIL FOUNDATION (INC). **Nuts and Dried Fruits Global Statistical Review 2021/2022**. Disponível em: <https://www.nutfruit.org/>. Acesso em: 26 jan. 2025

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). **Histórico de Dados Meteorológicos**. Brasília, DF; INMET. 2025. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 14 janeiro de 2025.

KAUR, A.; ZHANG, L.; MANESS, N. O.; FERGUSON, L.; GRAHAM C. J.; SUN, Y.; PANTA, S.; POKHREL, N.; YANG M.; J. Q. **Dormant carbohydrate reserves enhance pecan tree spring freeze tolerance: controlled environment observations**. *Front. Plant Sci.*, v. 15, p.1-10, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1393305>

GONZALEZ, D.; MARTINUSSEN I. Crop Load Affects Yield, Fruit Size, and Return Bloom of the New Apple Cultivar Fryd® ('Wuranda'). **Horticulturae**. v. 11(6), p:597, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae11060597>

WOLFF, L. F.; MEDEIROS, C. A. B. **Alternativas para a diversificação da agricultura familiar de base ecológica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p.65-81, 2017.

MARTINS, C. R. et al. **Práticas Básicas do Plantio à Colheita de Noz-pecã**. Embrapa Clima Temperado, p. 19, 2021.

MARTINS, C. R.; FARIAS BARRETO, C.; DE MELLO FARIAS, R.; DOS SANTOS DUARTE, C.; GEREMIAS HELLWIG, C.; VAZ LIMA, A. D.; BARBOSA M. M. Quality of pecan grown in orchards with the use of different levels of technology. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 24(1), p. 1-9, 2023.

MELKE, A. The Physiology of Chilling Temperature Requirements for Dormancy Release and Bud-break in Temperate Fruit Trees Grown at Mild Winter Tropical Climate. **Journal of Plant Studies**, v. 4, n. 2, p. 110-156, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5539/jps.v4n2p110>

PASSOS, A. M. A.; REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. A.; SAVELLI R. A. M. **Cinetina e nitrato de potássio em características agrônômicas de soja**. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura, v. 43, p.926-927, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000700018>

HAWERROTH, F. J.; HERTER, F. G.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; PEREIRA, J. F. M. **Dormência em frutíferas de clima temperado**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, n. 310, p.56, 2010.

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B.; COUTO, M. Raleio químico em macieiras 'Fuji Suprema' e 'Lisgala'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n.1, p. 170-182, 2013. DOI: [10.1590/S0100-29452013000100020](https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000100020)

RANI, S. et al. Selection of seedling pecan [*Carya illinoensis* (Wang) K. Koch.] trees for better nut and kernel quality characters. **The Pharma Innovation Journal**, v. 11, n. 6, p. 1464-1467, 2022.

RASEIRA, A. **A cultura da noqueira-pecã (*Carya illinoensis*)**. Embrapa Clima Temperado, n.63, p.3, 1990.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR/RS). Nota Técnica nº 32, de agosto de 2023. **Noz-pecã: aspectos técnicos**

e de manejo para a produção. Porto Alegre, 2023. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202308/14143903-nt-32-noz-peca.pdf>. Acesso em: 28 abril. 2025.

ROPER, T. R. **Plant growth regulator use in apples.** University of Wiscosin-extension, p. 1-8, 2005.

SOUZA, E. A. **Eficiência do bioestimulante Fruit BR® sobre pegamento e uniformidade de manga Osteen.** TCC (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina, p. 25, 2022

SPARKS, D. Adaptabilidade da noz-pecã como espécie. **Hortscience**, v. 40, n. 5, p. 1175-1189, 2005.

STOLLER. **Stimulate: melhore o desenvolvimento da sua cultura com produtos fisiológicos.** Disponível em: <https://www.stoller.com.br/produtos/fisiologicos/stimulate/bula-stimulate/>. Acesso em: 14/02/2025.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6.ed. Porto Alegre: Artmed, p.888, 2017.

WANG, Z.; ZHOU, M.; LIU H.; HUANG, C.; MA, Y.; GE, H.X.; GE, X.; FU, S. **Pecan agroforestry systems improve soil quality by stimulating enzyme activity.** PeerJ, v. 12663, p. 1-2, 2022. DOI: 10.7717/peerj.12663

WEIBERGER, J. Prolonged dormancy of peaches. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Alexandria**, v. 56, p. 129-133, 1950.

YU, S. et al. Editorial: Building climate resilient deciduous tree crops by deciphering winter dormancy. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, p. 1463405, 2024. DOI: 10.3389/fpls