DOI: 10.55905/rdelosv18.n63-159
ISSN: 1988-5245

Originals received: 12/20/2024
Acceptance for publication: 01/14/2025

Reguladores de crescimento na nogueira-pecã: uma revisão

Growth regulators in pecan: a review

Reguladores de crecimiento en nuez pecana: una revisión

Claudia Farela Crosa de Marco
Mestre em Ciências, Doutoranda em Ciências
Instituição: Universidade Federal de Pelotas
Endereço: Capão Leão – Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: crosa_claudia@yahoo.com.br

Rudinei de Marco
Doutor em Ciências
Instituição: Universidade Federal de Pelotas
Endereço: Capão Leão – Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: rudineidemarco@hotmail.com

Carlos Roberto Martins
Doutor em Agronomia
Instituição: Embrapa Centro de Pesquisas Agropecuárias de Clima Temperado, Estação Experimental Cascata
Endereço: Pelotas – Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: carlos.r.martins@embrapa.br

Marcelo Barbosa Malgarim
Doutor em Agronomia
Instituição: Universidade Federal de Pelotas
Endereço: Capão Leão – Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: malgarim@yahoo.com.br

Marcelo Couto
Doutor em Agronomia
Instituição: Epagri, Estação Experimental de Caçador "José Oscar Kurtz"
Endereço: Caçador – Santa Catarina, Brasil
E-mail: marcelocouto@epagri.sc.gov.br

RESUMO
A nogueira-pecã é uma frutífera de clima temperado que está em sua plena ascensão, onde a produtividade com qualidade de nozes se tornam objetivos a serem alcançados na condução do pomar. A utilização de reguladores que possibilitem o alcance destas premissas vêm sendo estudados e empregados com sucesso em outras frutíferas de clima temperado, porém para a cultura da nogueira-pecã as pesquisas de uso e propósitos ainda são consideradas insipientes. Por meio desta revisão bibliográfica, busca-se apresentar os avanços obtidos e as possibilidades de interação com as práticas de manejo de pomar, otimizar sua produção e qualidade viabilizando a eficiência produtiva. Pôde-se averiguar que para as demais frutíferas já se tem esclarecido e

evoluído o uso dos principais hormônios e fitorreguladores. Como por exemplo, induzir a brotação, antecipar ou atrasar a maturação, melhorar a qualidade dos frutos, resistência a estresses, aumentar tamanho dos frutos, dentre outros. Para a nogueira-pecã ainda falta elucidar o uso dos principais hormônios e fitoreguladores, bem como definir e estabelecer doses e épocas nos quais podem ser aplicados. Com isso, fica cada vez mais claro a necessidade de mais pesquisas e ensaios experimentais.

Palavras-chave: *Carya illinoinensis*, fitorreguladores, hormônios, nozes.

ABSTRACT

The pecan tree is a temperate fruit tree that is on the rise, where productivity with nut quality becomes goals to be achieved in the management of the orchard. The use of regulators that make it possible to reach these premises has been studied and successfully used in other fruit trees in temperate climates, but for the pecan tree culture, research on use and purposes is still considered incipient. Through this bibliographic review, we seek to present the advances obtained and the possibilities of interaction with orchard management practices, optimizing production and quality, enabling productive efficiency. It could be verified that for the other fruit trees the use of the main hormones and phytoregulators has already been clarified and evolved. For example, inducing sprouting, anticipating or delaying maturation, improving fruit quality, resistance to stress, increasing fruit size, among others. For the pecan tree, the use of the main hormones and phytoregulators still needs to be elucidated, as well as to define and establish doses and times in which they can be applied. With this, the need for more research and experimental tests becomes increasingly clear.

Keywords: *Carya illinoinensis*, phytoregulators, hormones, nuts**.**

RESUMEN

El nogal es un frutal de zonas templadas que está en auge, donde la productividad y la calidad de la nuez se convierten en objetivos a alcanzar en el manejo del huerto. El uso de reguladores que permitan alcanzar estas premisas ha sido estudiado y utilizado con éxito en otros frutales de clima templado, sin embargo, para el cultivo del nogal las investigaciones sobre su uso y finalidades aún se consideran incipientes. A través de esta revisión bibliográfica buscamos presentar los avances alcanzados y las posibilidades de interacción con las prácticas de manejo de los huertos, optimizando su producción y calidad, posibilitando la eficiencia productiva. Se pudo constatar que el uso de las principales hormonas y fitorreguladores ya ha sido clarificado y evolucionado para otros frutales. Por ejemplo, inducir la brotación, anticipar o retrasar la maduración, mejorar la calidad del fruto, resistencia al estrés, aumentar el tamaño del fruto, entre otros. Para el nogal aún queda por dilucidar el uso de las principales hormonas y fitorreguladores, así como definir y establecer dosis y horarios en los que se pueden aplicar. Como resultado, la necesidad de realizar más investigaciones y ensayos experimentales se vuelve cada vez más clara.

Palabras clave: *Carya illinoinensis*, fitorreguladores, hormonas, frutos secos.

1 INTRODUÇÃO

A nogueira-pecã [*Carya illinoinensis* (Wangenh) K. Koch] pertence à família Juglandaceae, conhecida como a família das nozes (MCWILLIAMS, 2013). Ocorre naturalmente em extensas áreas nas regiões temperadas do Hemisfério Norte, mais precisamente no Sul dos Estados Unidos até o Norte do México (WELLS, 2017).

O plantio comercial vem crescendo anualmente em todos os continentes, apesar disso, os países de origem continuam sendo os maiores produtores mundiais do fruto (BILHARVA *et al*., 2018; CROSA *et al*., 2021). O México atualmente é o principal produtor da cultura (145,5 mil toneladas com aproximadamente 112 mil hectares). Os Estados Unidos ocupam a segunda posição (126,5 mil toneladas com 159 mil hectares), sendo também um dos principais consumidores (COMENUEZ, 2020). Na América do Sul, o Peru conta com cerca de 3.000ha, e o Uruguai com uma área de aproximadamente 600ha. A Argentina possui cerca de 6.000ha, sendo 1.500ha em plena produção (MARTINS *et al*., 2018).

O Brasil registra uma média de mil novos hectares cultivados por ano, o que sustenta o crescimento da cultura no país, que hoje é o quarto maior produtor mundial de noz-pecã. O Rio Grande do Sul é o maior produtor do fruto no país, onde os municípios de Cachoeira do Sul e Anta Gorda se destacam como polos produtivos. Além do mais, em Cachoeira do Sul encontra-se a maior área em produção da América do Sul. Outro fator que está sustentando este crescimento é o aumento na tecnificação, com novas fábricas de máquinas para colheita e o surgimento de novas agroindústrias para fazer o beneficiamento das noz-pecã e o descasque delas (MARTINS *et al*., 2018; CROSA *et al*., 2020).

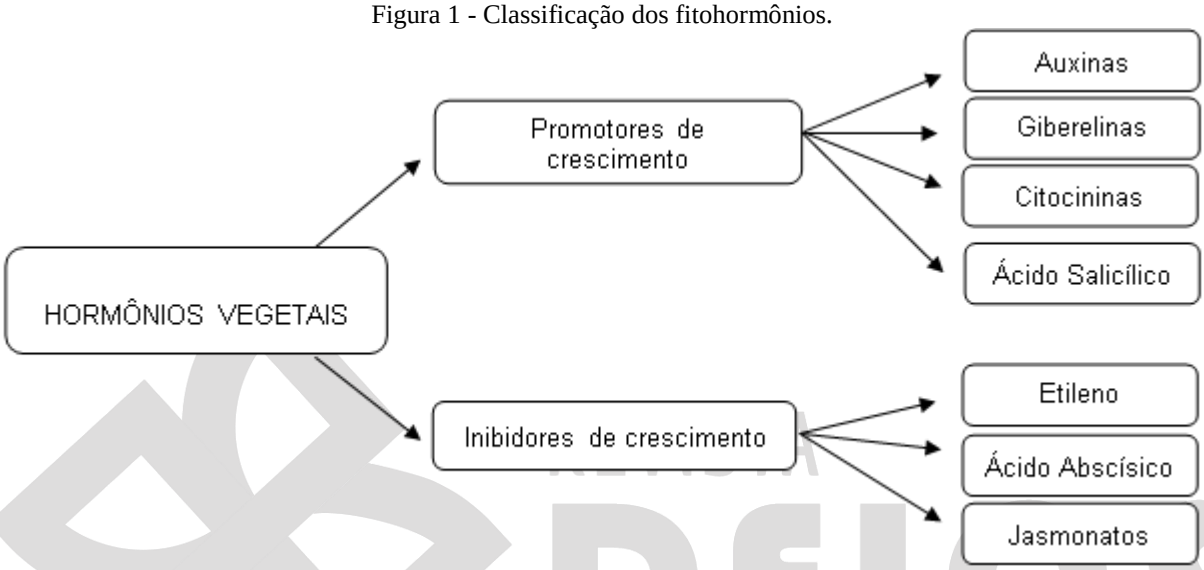
Diante disso, o objetivo desta revisão é buscar e englobar informações sobre a nogueira-pecã relacionadas a utilização ou não de reguladores de crescimento, visando melhorias na cultura e na construção de pomares, levando essas informações até os produtores.

2 FITOHORMÔNIOS E REGULADORES DE CRESCIMENTO

Os hormônios vegetais ou fitohôrmonios são compostos naturais ou sintéticos (hormônio sintético ou regulador sintético), sendo que em pequenas quantidades irão promover, modificar ou inibir processos fisiológicos e exercem sua ação localmente ou em locais distantes. Os

reguladores de crescimento nada mais do que, replicam a ação dos fitohormônios. São comumente divididos em dois grupos (Figura 1) – Promotores de crescimento, onde estão contidas as auxinas, giberelinas, citocininas e o ácido salicílico; – Inibidores de crescimento, no qual estão presentes o etileno, ácido abscícico e os jasmonatos (NEUMANN *et al*., 2009; FAHAD *et al*., 2015; ASAMI & NAKAGAWA, 2018; ASIF *et al*., 2022).

Figura 1 - Classificação dos fitohormônios.



FONTE: ADAPTADO DE ASIF (2022).

A constante necessidade de se aumentar os índices produtivos como forma de manter a viabilidade econômica da atividade frutícola, ante o permanente aumento dos custos de produção, exige que os produtores aumentem a eficiência produtiva do manejo cultural para condução adequada de seus pomares. A utilização de boas práticas agrícolas aliada ao uso adequado de reguladores de crescimento pode resultar na obtenção de melhorias na produtividade, qualidade e eficiência produtiva no manejo dos pomares. Algumas vantagens da sua utilização: retardo do envelhecimento da planta; estímulo na formação de flores e frutos; aumento da resistência ao estresse hídrico induzido por seca, frio, calor intenso etc.; frequentemente, também aumenta a resistência contra algumas doenças (TEJACAL, 2020; MELÉNDEZ *et al*., 2021).

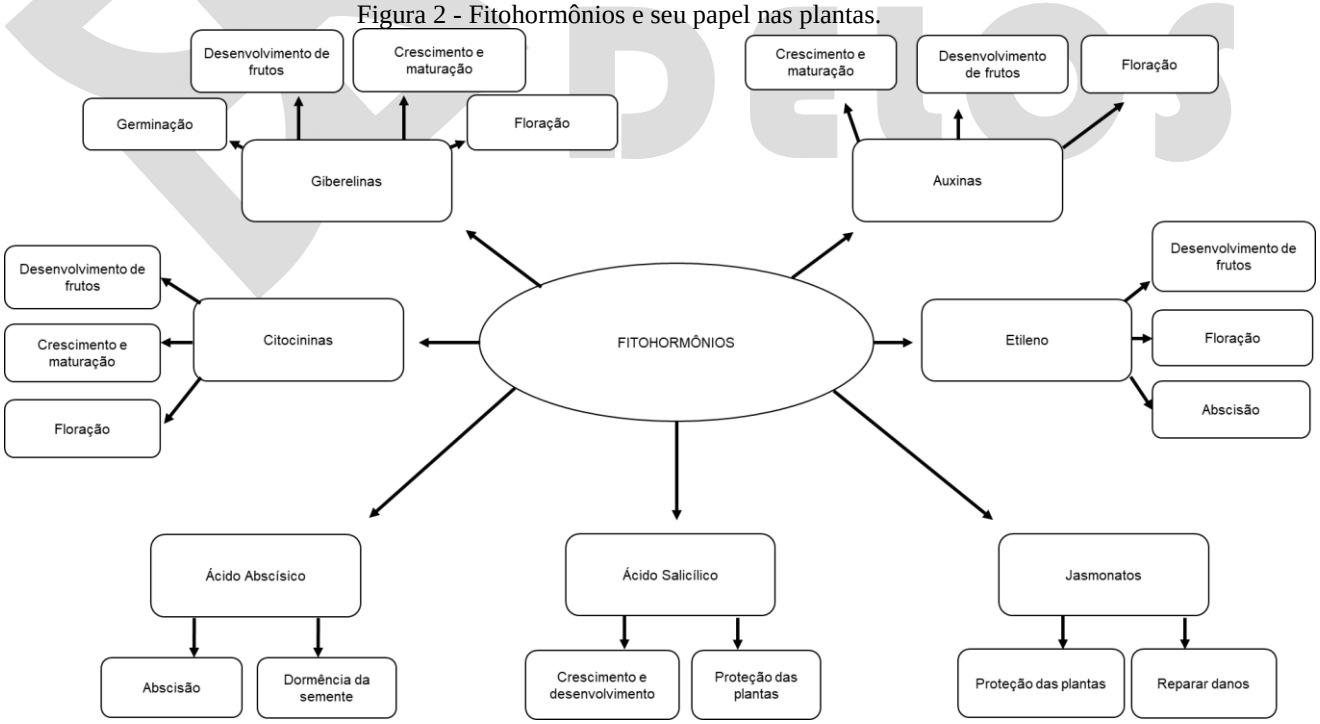
Sua utilização, em nível mundial, é cada vez mais intensa na fruticultura como uma ferramenta utilizada para ampliação das áreas de cultivo, para melhoria da qualidade, para o incremento de produtividade além de possibilitar a regularidade produtiva e a uniformização da época de colheita. Hoje em dia, existem vários usos para os reguladores de crescimento na

produção das plantas frutíferas de clima temperado incorporados aos sistemas de produção com o objetivo de otimizar os níveis produtividade concomitantemente com a manutenção da qualidade das frutas produzidas (SUMAN *et al.*, 2017).

2.1 HORMÔNIOS VEGETAIS E OS PRINCIPAIS REGULADORES DE CRESCIMENTO PARA UTILIZAÇÃO NA FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO

Há uma ampla gama de reguladores de crescimento com desempenho em numerosos processos fisiológicos (Figura 2). Dentre as possibilidades de aplicação na fruticultura de clima temperado, podemos destacar o uso na micropropagação, na formação de mudas, na indução da brotação, no aumento da frutificação efetiva, no raleio de flores e frutos, no controle do desenvolvimento vegetativo, aumentando o calibre dos frutos, na antecipação e no retardo na maturação, na diminuição da queda pré-colheita, na melhoria da qualidade dos frutos, dentre outros (ASIF *et al*., 2022).

Figura 2 - Fitohormônios e seu papel nas plantas.



Fonte: Adaptado de ASIF (2022).

A produção de frutos de maior tamanho é um dos fatores mais importantes a ser considerado nas frutíferas de clima temperado, do ponto de vista comercial. O aumento no

tamanho dos frutos é uma consequência da promoção da divisão e da elongação celular e do aumento ocorrido no comprimento dos frutos. Esse crescimento normalmente é estimulado pelas auxinas, giberelinas e citocininas. Embora o tamanho dos frutos seja influenciado por características genéticas e de manejo, alguns produtos vêm apresentando efeito em algumas fruteiras de clima temperado (macieira, quivi, goiaba) como o TDZ (tidiazuron), Benziladenina + Ácido giberélico, Benziladenina e Stimulate® em doses 10 $mg.L^{-1}$, 25 $mg.L^{-1}$, 50 $mg.L^{-1}$ e 100 $mg.L^{-1}$. Há evidências científicas também de que os reguladores de crescimento aumentam o tamanho do fruto em manga (PÉREZ *et al*., 2015; BARRAZA *et al*., 2017; GONÇALVES *et al*., 2018).

O thidiazuron (TDZ) é um regulador de crescimento com ação semelhante à citocinina, pertencente ao grupo das ureias substituídas. Alguns dos principais efeitos do TDZ são: aumento da frutificação efetiva, aumento no tamanho dos frutos, alteração da forma dos frutos, podendo também atrasar a maturação. Além disso, pode possuir ação raleante e induzir a brotação (PASA *et al*., 2017; AYUB *et al*., 2019). É eficaz no incremento do número e no tamanho dos frutos de maçã. Ademais, pode causar também alterações na forma dos frutos, tornando-os mais alongados devido às alterações nos processos de divisão celular Os resultados da aplicação de TDZ para aumentar a frutificação efetiva em macieiras depende de uma série de fatores, entre eles a cultivar estudada, o período de aplicação e a concentração dos produtos utilizados. Contudo, o período de aplicação parece ser mais importante do que a própria concentração para que a frutificação possa ser aumentada (SCAPIN *et al*., 2016; FAGUNDES *et al*., 2017).

O paclobutrazol (PBZ) é um regulador de crescimento vegetal que atua inibindo as giberelinas, contribuindo para o bloqueio do crescimento dos ramos, promovendo a maturação das gemas e favorecendo a floração. Atua via radicular por aplicações feitas no solo, através das folhas e crescimentos novos via aplicação foliar, porém, a aplicação via foliar é considerada ineficiente (TAIZ *et al*., 2017; ASHRAF & ASHRAF, 2020). Em alguns ensaios conduzidos com mangueiras verificou-se que ao aplicar o PBZ via solo, o crescimento dos ramos foi reduzido, vindo a reforçar as informações sobre a efetividade do produto em reduzir ou regular seu crescimento vegetativo (OLIVEIRA, 2020). Com 25% do ingrediente ativo, o produto comercial é vendido no Brasil com o nome de Cultar®, sendo utilizado a dose que dependerá da espécie e do número de aplicações (SUMAN *et al*., 2018).

A partir de sua descoberta, o PBZ tem sido estudado na agricultura e seus efeitos têm sido

relatado em inúmeras espécies vegetais. Contudo, alguns efeitos adversos podem ocorrer como, inibir o florescimento e uma ocasional redução da frutificação. Além disso, os efeitos adversos relatados na literatura variam em função de alguns fatores como doses, o momento e o modo de aplicação, da cultivar utilizada, estádio fenológico, condições climáticas, dentre outros fatores (SILVA & FARIA JUNIOR, 2011; BENETT *et al*., 2014).

A proexadiona cálcica (PCa) é um regulador de crescimento que atua na inibição da biossíntese das giberelinas. Ela pode baixar os níveis de etileno, causando redução da abscisão dos frutos após a fecundação. No Brasil é comercializado com o nome de Viviful® (PETRI *et al*., 2016). É utilizada no controle do crescimento vegetativo, ocasionando redução dos trabalhos de poda. Esse controle irá favorecer a entrada de luz solar no dossel, levando a uma melhora da coloração dos frutos e reduzindo também a incidência de doenças. Pode ser aplicado via foliar e solo. Apresenta resultado eficaz no controle de crescimento das culturas da macieira, pessegueiro, videira e pereira (DUYVELSHOFF; CLINE, 2013). Rehman *et al*. (2018), concluíram que as aplicações de PCa foram efetivas para melhorar a coloração dos frutos em laranjas de umbigo M7.

A benziladenina (BA) ou benziloaminopurina (BAP) é um regulador de crescimento pertencente ao grupo das citocininas, que induzem a divisão celular (no Brasil produto comercial Maxcel®). Faz parte do principal grupo das citocininas sintéticas, com a interessante característica de ser considerada um composto de pouco risco ao meio ambiente, principalmente no que diz respeito a frutíferas, pois o modo de ação deste fitorregulador é condizente com a função endógena das citocininas nas plantas superiores (TAIZ *et al*., 2017). Alguns de seus efeitos na planta abrangem: abscisão dos frutos, atuando no raleio de pós-floração; causar aumento na formação de gemas floríferas, o que reduzirá a alternância de produção; aumento no tamanho dos frutos e induz a formação de novos ramos (MOUCO & ALBUQUERQUE, 2005; OSUNA-ENCISO *et al*., 2019). Segundo Petri *et al*. (2013) a BA é uma alternativa eficiente para que, em macieiras, seja feito o raleio em regiões de clima ameno. Em ensaio realizado por Silva *et al*. (2017), proporcionou um aumento na qualidade de cachos de videira da cultivar Superior Seedless, obtendo os melhores resultados para sólidos solúveis, massa da matéria fresca, comprimento, diâmetro, volume de bagas e acidez titulável.

O ácido giberélico é ocasionado por fermentação, sendo que os mais utilizados são o GA_3, GA_4 e GA_7. Pode promover a formação de ramos laterais na formação de mudas de macieira

(PETRI *et al*., 2016). No Brasil, o produto comercial Promalin® (GA_4 + GA_7 e 6-benziladenina) é usado para controlar o russeting e na produção de frutos partenocárpicos (DIAS *et al*., 2012). Dalastra *et al*. (2010) utilizaram ácido giberélico em sementes de nogueira-macadâmia, que ficaram imersas por 90 horas e constataram que isso prejudicou a emergência das plântulas. Além disso, concentrações entre 128,0 e 160,0 mg L^{-1} promovem efeitos benéficos no vigor de plântulas de maracujazeiro, principalmente no comprimento da parte aérea e total (SANTOS *et al*., 2013).

Existem também combinações de biorreguladores, sendo que os produtos comerciais possuem mais de um regulador de crescimento. Dentre esses produtos, existe o Stimulate®, contendo em sua composição cinetina, ácido giberélico e ácido 4-indol-butírico, com efeitos semelhantes aos principais hormônios vegetais como citocininas, auxinas e as giberelinas. Seu objetivo é ativar diversos processos fisiológicos e metabólicos da planta, como a frutificação efetiva, diferenciação e divisão celular, podendo ocasionar um aumento do tamanho dos frutos e aumento da produção (ATAÌDE *et al*., 2006; PETRI *et al*., 2016).

Na agricultura está em crescimento a utilização de produtos comerciais a base de extrato de algas marinhas, sobretudo por se tratar de uma alternativa a utilização de fertilizantes químicos com um impacto ambiental reduzido. Em relação a quantidade de produtos comercializados no Brasil, não se tem dados oficiais, contudo, já existe um regulamento para seu uso (Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004) (AYUB *et al*., 2019).

3 REGULADORES DE CRESCIMENTO NA NOGUEIRA-PECÃ

A nogueira-pecã é uma cultura decídua com alto valor nutricional (WOOD, 2011). Equivalente a outras nogueiras, possui um porte que afeta o rendimento e a qualidade do fruto colhido, podendo reduzir a renda dos produtores (CASTILLO-GONZALEZ *et al*., 2019). Soma-se a isso, a grande natureza vegetativa das plantas jovens e o fato de não se ter cultivares anãs ou porta-enxertos, torna-se difícil controlar o tamanho das árvores, em principal quando pomar é de alta densidade (ZHU & STAFNE, 2019).

Dentre os fitorreguladores utilizados para reduzir o crescimento das plantas, o paclobutrazol (PBZ) (nas dosagens de 5 a 10 g PBZ/planta, via solo) tem sido usado para estimular a floração de fruteiras, regulando o crescimento vegetativo e reduzindo o alongamento

da brotação (CAVALCANTE *et al*, 2020). O primeiro efeito do PBZ é a paralisação do crescimento da planta, afetando os fluxos vegetativos novos, o que vai acabar reduzindo a extensão dos ramos. O comprimento dos brotos diminui, os entrenós são encurtados, com isso é possível aumentar o número de árvores por hectare e consequentemente aumentar a produtividade (RAMÍREZ *et al*., 2017; ZHU & STAFNE, 2019). Zhu & Stafne (2019) utilizaram o PBZ em um pomar de nogueira-pecã com idade de seis anos e concluíram que é um método eficiente para controlar o tamanho das plantas e que se mostrou superior aos métodos que utilizam a poda.

A nogueira-pecã, normalmente, possui ramos longos, com forte dominância apical e pouca ramificação lateral (FRONZA *et al*., 2018). O crescimento vigoroso das brotações apicais causa um aumento considerável no volume de copa (ARREOLA-ÁVILA *et al*., 2010), podendo resultar em frutificação elevada e frutos de menor tamanho, localizadas na periferia da planta. O aumento da ramificação lateral pode aumentar o número potencial de locais para o aparecimento da noz-pecã (ZHU & STAFNE, 2019). Para tanto, a formação de ramos laterais possibilita frutificação mais equilibrada e em todos os estratos da planta.

A formação de ramos laterais poderá ser influenciada por práticas culturais e com a utilização de reguladores de crescimento, que pelos resultados obtidos disponíveis na literatura tem sido considerada uma das formas mais eficientes de emissão de ramos laterais em outras frutíferas como macieira e pereira. Alguns reguladores utilizados com esse propósito em frutíferas de clima temperado como a macieira, são a Benziladenina + Ácido giberélico, a Ciclanilida e a Benziladenina (BA) (SILVA & DUARTE, 2020). Porém, sua utilização na cultura da nogueira-pecã não tem resultados de pesquisa conhecidos e as informações são incipientes, tornando-se cada vez mais necessário focar em ensaios que busquem promover a mudança nesse cenário atual.

Demonstrou-se que a aplicação de GA_3 promove o crescimento dos brotos e influencia a indução floral em nogueira-pecã (WOOD, 2011; PÉREZ-BARRAZA *et al*., 2017). Além do mais, Ojeda-Barrios *et al*. (2022) concluíram que aplicações foliares de 50 mg L^{-1} de GA_3 podem minimizar os efeitos da alternância de produção na cultura. Os autores concluíram também que, a utilização de reguladores de crescimento, em especial o GA_3, é uma forma de melhorar o desenvolvimento dos parâmetros de rendimento da nogueira-pecã viável de forma comercial. Meléndez *et al*. (2021) também chegaram à conclusão de que doses de GA_3 poderiam ser

consideradas como parte de um manejo agronômico para diminuir a alternância de produção de cultivares de nogueira-pecã.

Ao avaliar o uso do Tidiaruzon (TDZ) como um indutor de brotação, Morales (2006) observou que as aplicações em pomares de nogueira-pecã provocaram uma maior porcentagem de brotação (lateral e vegetativa), um número maior de frutos por ramo, redução do número de frutos por quilo, o que resultou em frutos maiores e mais pesados e maior desenvolvimento vegetativo do que reprodutivo. Contudo, Núñez-Moreno *et al*. (2016) utilizaram o TDZ por quatro anos em pomar de nogueira-pecã e concluíram que, a produção dos frutos foi afetada apenas no primeiro ano estudado. Completaram ainda que, o tamanho dos frutos e os níveis de brotação também não sofreram alterações.

Uma das maiores necessidades para as frutíferas de clima temperado, dentre elas a nogueira-pecã, fora de suas zonas de origem, é a necessidade de frio para que a dormência seja superada e um novo ciclo de vegetativo seja iniciado (CROSA *et al*., 2021). Quando essa necessidade não for suficiente, faz-se necessário a utilização de fitorreguladores indutores de brotação. Dentre esses indutores, a cianamida hidrogenada é a principal substância utilizada, em doses que variam de 0,5 a 2,5 – 3%. Outras opções podem ser utilizadas como indutores de brotação, como produtos à base de nitratos (cálcio e potássio), o TDZ e também o extrato de alho, que também são potenciais alternativas com esse propósito (UBER *et al*., 2017; DÍAZ, 2020; KESKE *et al*, 2020; CROSA *et al*., 2021).

Rosa Júnior *et al*. (2022) realizaram ensaios utilizando produtos promotores de brotação comerciais como o Dormex® (cianamida hidrogenada), Erger® (nitrogênio e cálcio), Siberio (nitrogênio e óxido de cálcio), Syncron (matéria orgânica, aminoácidos livres e nitrogênio orgânico) e Bluprins® (nitrogênio e carbono orgânico), em diferentes doses. Os autores concluíram que a cianamida hidrogenada melhorou a brotação das cultivares de nogueira-pecã e que, outros produtos à base de nitrogênio, podem ser utilizados como indutores eficazes de brotação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral, os reguladores de crescimento atuam modificando o crescimento e o desenvolvimento das plantas por meio de sua ação em vias e etapas bioquímicas específicas, normalmente relacionadas à regulação por hormônios vegetais. Eles possuem uma particularidade de, em algumas ocasiões, o mesmo princípio ativo oferecer respostas diferentes de acordo com o momento de aplicação e a concentração utilizada.

Apesar de atualmente alguns reguladores de crescimento já serem empregados como ferramenta de manejo nos pomares mais tecnificados, gerando bons resultados técnicos e econômicos em diversas regiões produtoras dos Estados Unidos, México e África do Sul, a pesquisa para a nogueira-pecã no Brasil ainda é insipiente, carecendo de mais estudos. Ainda existe uma forte demanda de pesquisas apropriadas para as cultivares adaptadas para nossas condições de solo e clima do Brasil. Em vista disso, torna-se estratégica a realização de estudos para a cultura da nogueira-pecã com reguladores de crescimento ou fitorreguladores, a fim de maximizar resultados e a regularização dos índices produtivos.

FINANCIAMENTO

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida ao experimento e pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARREOLA-ÁVILA, J. G.; MURRIETA, A. L.; LA ROSA, A. B. Inducción de crecimiento lateral en nogal pecanero *(Carya illinoensis* K. Koch) mediante despunte de brotes en primavera**.** **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v. 16, p. 31-36, 2010.

ASAMAI, T.; NAKAGAWA, Y. Preface to the special issue: Brief review of plant hormones and their utilization in agriculture. **Journal of Pesticide Science**, v.3, p. 154-158, 2018.

ASHRAF, N.; ASHRAF, M. Response of Growth Inhibitor Paclobutrazol in Fruit Crops. 2020.

ASIF, R.; YASMIN, M.; MUSTAFA, M.; AMBREEN, A.; MAZHAR, M.; REHMAN, A.; UMBREEN, S.; AHMAD, M. Phytohormones as Plant Growth Regulators and Safe Protectors against Biotic and Abiotic Stress. In **Plant Hormones - Recent Advances, New Perspectives and Applications.** London, United Kingdom: IntechOpen, 2022 [Online].

AYUB, R. A.; SOUSA, A. M.; VIENCZ, T.; BOTELHO, R. V. Fruit set and yield of apple trees cv. Gala treated with seaweed extract of *ascophyllum nodosum* and thidiazuron. **Rev. Bras. Frutic,** v.41, n.1, p. 1-12, 2019.

BALANDRÁN-VALLADARES, M.I.; CRUZ-ALVAREZ, O.; JACOBO-CUELLAR, J.L.; HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, O.A.; FLORES-CÓRDOVA, M.A.; PARRA-QUEZADA, R.A.; SÁNCHEZ-CHÁVEZ, E.; OJEDA-BARRIOS, D.L. Changes in nutrient concentration and oxidative metabolism in pecan leaflets at different doses of zinc. **Plant, Soil and Environment**, v.67, n.1, p. 33-39, 2021.

BARRAZA, M. H. P.; MEDRANO, R. C.; GARCÍA, E. A.; ESPINOSA, M. A. G.; GONZÁLEZ, Y. N.; ENCISO, T. O. Mango growth regulators: their relationship with carbohydrates number and size of cells. **Rev. Mex. Cienc. Agríc,** v.8, n.19, 14p, 2017.

BENETT, K. S. S.; FARIA JUNIOR, M. J. A.; BENETT, C. G. S.; SELEGUINI, A.; LEMOS, O.L. Utilização de Paclobutrazol na produção de mudas de tomateiro. **Comunicata Scientiae**, vol. 5, p. 164-169, 2014.

BILHARVA, M.G.; MARTINS, 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, n.6, p.1-16, 2018.

CASTILLO-GONZÁLEZ, J.; OJEDA-BARRIOS, D.; HERNANDEZ-RODRIGUEZ, A.; ABADIA, J.; SANCHEZ, E.; PARRA-QUEZADA, R.; VALLES-ARAGON, M.C.; SIDA-ARREOLA, J.P. Zinc nutritional status of pecan trees influences physiological and nutritional indicators, the metabolism of oxidative stress, and yield and fruit quality. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v.47, n.2, p. :531-537, 2019.

CAVALCANTE, Í. H. L.; SILVA, G. J. N.; CAVACINI, J. A.; AMARIZ, R. A.; FREITAS, S. T. de; SOUSA, K. Â. O. de; SILVA, M. A. da; CUNHA, J. G. da. Metconazole on inhibition of gibberellin biosynthesis and flowering management in mango. **Erwerbs-Obstbau**, v.62, p.89-95, 2020.

COMENUEZ. **Comité Mexicano del Sistema Producto Nuez**. 2020. Disponível em: http://www.comenuez.com/info-del-mercado.html

CROSA, C. F. R.; DE MARCO, R.; SOUZA, R. S. de; MARTINS, C. R. Tecnologia de produção de noz-pecã no Sul do Brasil. Revista Científica Rural, v. 22, nº2, 2020.

CROSA, C. F. R.; DE MARCO, R.; SOUZA, R. S. de; MARTINS, C. R. Dormência vegetativa da nogueira-pecã – Uma revisão. **Agropecuária Catarinense,** v.34, n.2, p. 78-82, 2021.

DALASTRA, I. M.; PIO, R.; ENTELMANN, F. A.; WERLE, T.; ULIANA, M. B.; FILHO, J. A. Germinação de sementes de nogueira-macadâmia submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico. **Ciênc. Agrotec,** v.34, p. 641-645, 2010.

DIAS, J.P.T.; TAKAHASHI, K.; FILHO, J.D.; ONO, E.O. Bioestimulante na promoção da brotação em estacas de raiz de amoreira-preta. **Rev. Bras. Frutic**., v.34, n.1, p. 001-007, 2012.

DUYVELSHOFF, C.; CLINE, J. A. Ethephon and prohexadione-calcium influence the flowering, early yield, and vegetative growth of young 'Northern Spy' apple trees. **Scientia Horticulturae**, v.151, p.128-134, 2013.

FAGUNDES, E.; PETRI, J.L.; ARGENTA, L. C.; HAWERROTH, F. J.; COUTO, M. Effect of thidiazuron concentration and application period on 'Royal Gala' apple fruiting and production. **Rev. Bras. Frutic**., v. 39, n.4, p. 1-10, 2017.

FAHAD, S.; HUSSAIN, S.; MATLOOB, A. *et al*. Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review. **Plant Growth Regul,** v.75, p. 391-404, 2015.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J.; AMBOS, V.; ANESE, R. de O.; MEYER, E. A. Pecan cultivation: general aspects. **Cienc. Rural** v.48, n.2, 170-179, p.9. 2018.

GIOVANAZ, M. A.; FACHINELLO, J. C.; GOULART, C.; RADÜNZ, A. L.; AMARAL, P. A.; WEBER, D. Produção e qualidade de pêssegos, cv. Jubileu, com uso de fitorreguladores. **Rev. Ceres,** v.61, n.4, p. 552-557, 2014.

GONÇALVES, B. H. L.; SOUZA, J. M. A.; FERRAZ, R. A.; TECCHIO, M. A.; LEONEL, S. Efeito do bioestimulante Stimulate® no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro vc. BRS Rubi do Cerrado. **Revista de Ciências Agrárias,** v.41, n.1, 147-155, 2018.

HAWERROTH, J.F.; MACEDO, C. K. B. de; MAGRIN, F. P.; PETRI, J. L. Reguladores de crescimento, importância, perspectivas e utilização. **Agropeccat**, v. 29, n.2, p. 50-56, 7p. 2016. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144698/1/Agropeccat-v29-n2-Maio-Ago-2016-p50-2.pdf

MARTINS, C. R.; CONTE, A.; FRONZA, D.; FILIPPINI ALBA, J. M.; HAMANN, J. J.; BILHARVA, M. G.; MALGARIM, M. B.; FARIAS, R. de M.; DE MARCO, R.; REIS, T. **Situação e perspectiva da nogueira-pecã no Brasil.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1-33, p. 33. 2018. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187187/1/documento-462.pdf

MCWILLIAMS, J. **The pecan**: A history of America's native nut. Austin: Hardcover, p.1- 178, 2013.

MELÉNDEZ, L. R. O.; RODRÍGUEZ, O. A. H.; ALVAREZ, O. C.; MENDOZA, A. B.; JURADO, M. C.; OJEDA-BARRIOS, D. L. Does the application of growth bioregulators improve the foliar concentration of nutrients, non-structural carbohydrates and yield in pecan? **Ciência e Agrotecnologia,** v.45, p. 1-12, 2021.

MORALES, M. del C. M. Efecto del thidiazuron en el desarrollo y producción del nogal pecanero. Agrofaz. Vol. 6, 171-178. 2006

NEUMANN, K.H.; IMANI, J.; KUMAR, A. Phytohormones and Growth Regulators. In: Plant Cell and Tissue Culture - A Tool in Biotechnology. Principles and Practice. Springer, Berlin, Heidelberg. 2009.

NÚÑEZ-MORENO, H.; MÁRQUEZ-CERVANTES, A.; MARTÍNEZ-DÍAZ, G.; GRAGEDA-GRAGEDA, J. Effect of plant growth regulators applied during budbreak on pecan nut yield. Acta Hortic. 1109. ISHS 2016.

OLIVEIRA, G. P. Uso do Paclobutrazol na produção de manga. **Research, Society and Development,** v.29, n.7, p. 1-16, 2020.

PASA, M.S.; SILVA, C.P.; CARRA, B.; BRIGHENTI, A.F.; SOUZE, A.L.K.; PETRI, J.L. Thidiazuron (TDZ) increases fruit set and yield of 'Hosui' and 'Packham's Triumph' pear trees. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.89, n.4, p.3103-3110, 2017.

PÉREZ, B. M. H.; OSUNA-ENCIO, T.; GUTIÉRREZ-ESPINOSA, M. A.; SANTIAGO-CRUZ, M. de J.; CANO-MEDRANO, R. Thidiazuron y ácido gibrerélico en amarre y tamaño de fruto de manga 'Ataulfo' polinizados y partenocárpicos. **Interciencia**, v.40, n.10, p. 677-683. 2015.

PÉREZ-BARRAZA, M.H.; MEDRANO, R.C.; GARCÍA, E.A.; ESPINOSA, M.A.G.; GONZÁLEZ, Y.N.; ENCISO, T.O. Mango growth regulators: Their relationship with carbohydrates number and size of cells. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v.8, n.19, p. 3855-3868, 2017.

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B.; COUTO, M. Raleio químico em macieiras 'Fuji Suprema' e 'Lisgala'. **Rev. Bras. Frutic**, v.35, p. 170-182, 2013.

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B.; SEZERINO, A. A.; COUTO, M.; **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado.**1ª Edição. Florianópolis: Epagri**,** 1-145, p.145. 2016. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1067694?mode=full

RAMÍREZ, J. S. P.; MORENO, V. M. R.; GAONA, E. G.; CEJA, E. S. O.; BARRAZA, M. H. P. Influencia de paclobutrazol en el crecimiento de brotes y rendimiento de *Psidum guajava* L. en alta densidade. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas,** n.19, p. 3965-3977, 2017.

REHMAN, M.; SINGH, Z.; KHURSHID, T. Pre-harvest spray application of prohexadione-calcium and paclobutrazol improves rind colour and regulates fruit quality in M7 Navel oranges. **Scientia Horticulturae**, v.234, p. 87-94, 2018.

ROSA JÚNIOR, H.F.; PASA, M.S.; MALGARIM, M.B.; PASA, E.H.; PASCHOAL, J.D.F. Bud-break promoters for the improvement of the budburst of pecan cultivars. **Pesq. Agropec. Bras,** v.57, e02956, 2022.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª ed., Brasília: Embrapa, 353 p. 2013.

SCAPIN, V. L. V.; PETRI, J. L.; GABARDO, G. C.; ESPERANÇA, C. F.; SEZERINO, A. A.; SCHVEITZER, B. Efeito de thidiazuron na frutificação da macieira 'Daiane' em condições adversas a polinização. **Revista Eletrônica Científica Da UERGS,** v.2, p. 241-247, 2016.

SILVA, K. S.; FARIA JUNIOR, M. J. A. Uso de paclobutrazol como estratégia para redução do porte e da brotação lateral de plantas de tomateiro. **Ciênc. Agrotrec,** v.35, p. 539-546, 2011.

SOURI, M. K.; HATAMIAN, M. Aminochelates in plant nutrition: A review. **Journal of Plant Nutrition**, v.42, n.1, p. 67-78, 2019.

SILVA, P.T.S.; SOUZA, L.S.S.; NETA, C.R.; MOUCO, M.A.; SIMÕES, W.; FERRAZ, A.V.; SILVA. Análise de paclobrutrazol em solos de áreas cultivadas com diferentes variedades de mangueira no Vale do São Francisco empregando QuEcHers e CLAE. **Scientia Plena**, v.13, n.9, p.1-9, 2017.

SUMAN, M.; SANGMA, P. D.; MEGHAWAL, D. R.; SAHU, P. S. Effect of plant growth regulators on fruit crops. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry,** v.6(2), p. 331-337, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.A.; MURPHY, A. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal. 6 ed. Porto Alegre, 858p. 2017.

TEJACAL, I.A.; VARGAS-DOMÍNGUEZ, G.; VALDÉS-AGUILAR, L.A.; JUÁREZ-LÓPEZ, P.; GUILLÉN-SÁNCHEZ, D.; PÉREZ-ARIAS, G.A.; COLINAS-LEÓN, M.T. Growth regulators on poinsettia (*Euphorbia pulcherrima Willd. Ex Klotzsch*) quality. **Acta Agrícola y Pecuaria,** v.6, n.1, 2020.

WOOD, B. W. Influence of plant bioregulators on pecan flowering and implications for regulation of pistillate flower initiation. **HortScience**, v.46, n.6, p. 870-877, 2011.

WELLS, L. **Southeastern Pecans Growers' Handbook**. University of Georgia, 236p. 2017.

ZHU, H.; STAFNE, E. T.; Influence of Paclobutrazol on Shoot Growth and Flowering in a High-density Pecan Orchard. **HortTechnology,** v.29, n.2, 210-212, 2019.