

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Programa de Pós-Graduação em Agronomia**



**Tese**

**Manejos de poda e desbaste de plantas para viabilização produtiva de pomar de  
nogueira-pecã em alta densidade comprometido pelo sombreamento**

**Cristiano Geremias Hellwig**

**Pelotas, 2024**

**Cristiano Geremias Hellwig**

**Manejos de poda e desbaste de plantas para viabilização produtiva de pomar de noqueira-pecã em alta densidade comprometido pelo sombreamento**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (área de conhecimento: Fruticultura de Clima Temperado).

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim  
Coorientador: Pesq. Dr. Carlos Roberto Martins  
Coorientadora: Prof. Dra. Roseli de Mello Farias

Pelotas, 2024

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação da Publicação

H476m Hellwig, Cristiano Geremias

Manejos de poda e desbaste de plantas para viabilização produtiva de pomar de noqueira-pecã em alta densidade comprometido pelo sombreamento [recurso eletrônico] / Cristiano Geremias Hellwig ; Marcelo Barbosa Malgarim, orientador ; Carlos Roberto Martins, Roseli de Mello Farias, coorientadores. — Pelotas, 2024.

158 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. *Carya illinoensis*. 2. Poda hedge. 3. Poda central. 4. Produção. I. Malgarim, Marcelo Barbosa, orient. II. Martins, Carlos Roberto, coorient. III. Farias, Roseli de Mello, coorient. IV. Título.

CDD 634.57

Cristiano Geremias Hellwig

Manejos de poda e desbaste de plantas para viabilização produtiva de pomar de nogueira-pecã em alta densidade comprometido pelo sombreamento

Tese aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data de defesa: 28 de junho de 2024, às 13h30.

Banca examinadora:



---

Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim (Orientador)

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** DEBORA LEITZKE BETEMPS  
Data: 03/07/2024 09:10:26-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof(a). Dr(a) Débora Leitzke Betemps

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** PAULO CELSO DE MELLO FARIAS  
Data: 03/07/2024 09:57:59-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Paulo Celso de Mello Farias

Doutor em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** MARINES BATALHA MORENO KIRINUS  
Data: 04/07/2024 12:12:57-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof(a). Dr(a) Marines Batalha Moreno Kirinus

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente à Deus pela vida e por me abençoar nos caminhos percorridos. Aos meus pais Silvino e Ivone por terem me dado a vida e pela educação e apoio. Aos meus irmãos Adriano, Lucas, Jéferson, Fabiana e Mariana também por seu apoio. À minha esposa Fernanda por seu amor, apoio e paciência durante a realização do Doutorado. Também agradeço ao meu filho Bernardo por ser a razão para alcançar objetivos maiores.

Agradeço ainda a todos os amigos que me ajudaram e incentivaram durante o Doutorado. Aos meus colegas Antonio Davi, Rafaela, Claudia, Rudinei, Fernanda e Hélio pela parceria e ajuda na avaliação de experimentos. Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia pelos ensinamentos durante as disciplinas e demais colegas com os quais pude conviver.

Aos meus orientadores Marcelo Barbosa Malgarim, Carlos Roberto Martins e Roseli de Mello Farias por toda orientação e convívio durante a realização do experimento, com muitas viagens transmitindo suas experiências para condução dos experimentos.

Ao produtor Sérgio por disponibilizar seu pomar para realização dos experimentos. Ao funcionário Marcos e Neri que me auxiliaram durante a execução e avaliação.

Agradecimento à Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata pela estrutura com laboratórios, veículos e funcionários com os quais convivi e me ajudaram sempre que solicitado.

À Universidade Federal de Pelotas, mais especificamente, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia que proporcionou meu aprimoramento acadêmico. Também agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Doutorado, fundamental para que o experimento pudesse ser realizado.

Enfim, agradeço a todos de que uma maneira ou outra contribuíram para realização e conclusão deste trabalho.

**Muito Obrigado!**

## Resumo

HELLWIG, Cristiano Geremias. **Manejos de poda e desbaste de plantas para viabilização produtiva de pomar de noqueira-pecã em alta densidade comprometida pelo sombreamento.** 2024. 158f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas-RS, 2024.

A alta densidade de plantas foi utilizada em uma parcela considerável dos pomares de noqueira-pecã no sul do Brasil. Pela falta de manejo adequados dos pomares e de cultivares ou porta-enxertos anãos, com o passar dos anos o sombreamento tornou-se um problema. Objetivou-se com o estudo avaliar métodos e épocas de poda e o desbaste de plantas como alternativas de manejo, para melhorar a produção e qualidade de frutos em pomares de noqueira-pecã adensados com problemas de sombreamento. A pesquisa foi realizada em um pomar comercial de noqueira-pecã em Santa Rosa, RS, Brasil. O estudo com épocas de podas foi realizado durante dois ciclos produtivos, 2019/2020 e 2020/2021, enquanto os demais durante cinco ciclos entre 2018/2019 e 2022/2023. O delineamento experimental utilizado nos estudos foi de blocos casualizados. As podas hedge e central foram realizadas com auxílio de motopoda, enquanto o desbaste de plantas foi realizado com auxílio de motosserra. Foram realizadas avaliações vegetativas, produtivas, qualitativas e de rendimento econômico. Como resultados foram obtidas uma redução no comprimento de brotações com a realização das podas durante o período pós-colheita e redução da presença de ramos secos com a poda central e com o desbaste de plantas. O desbaste de plantas ainda aumentou o crescimento vegetativo, a produção, a eficiência produtiva e a qualidade de frutos de noqueira-pecã, porém não incrementou a produtividade. As podas hedge e central, por sua vez, resultaram em incremento na produtividade. As duas podas também elevaram o tamanho e massa dos frutos. A poda central, seguida pela poda hedge, foi o tratamento com melhor relação custo-benefício durante a realização do experimento. A poda hedge também aumenta a produtividade, porém é mais onerosa e não reduz o secamento de ramos nas plantas. De modo geral, o desbaste de plantas proporciona mais produção, qualidade de frutos e redução no secamento de ramos e com isso, a manutenção de mais ramos na parte basal das plantas. A poda central por aumentar a produtividade, reduzir ramos secos e melhorar a qualidade de frutos, conseqüentemente apresentou melhor relação custo-benefício, sendo o manejo mais interessante para pomares com problemas de sombreamento. Conclui-se que as podas hedge e central demonstram ser uma alternativa mais interessante a curto prazo, enquanto o desbaste requer maior período para compensar economicamente a retirada de plantas.

**Palavras-chave:** *Carya illinoensis*; poda hedge; poda central, produção.

## Abstract

HELLWIG, Cristiano Geremias. **Management of pruning and tree thinning to enable production of a high-density pecan orchard affected by shading.** 2024. 158p. Doctoral dissertation (Doctoral Degree) – Graduate Program in Agronomy, Universidade Federal de Pelotas, RS, Brazil, 2024

High plant density has been used in several pecan orchards in southern Brazil. Due to lack of appropriate management of orchards and cultivars or dwarf rootstocks, shading has become a problem over the years. This study aimed at evaluating methods and periods of pruning and tree thinning as alternative management practices to improve fruit production and quality in high-density pecan orchards with shading problems. The study was carried out in a commercial pecan orchard in Santa Rosa, RS, Brazil. The study of periods was conducted in two production cycles – 2019/2020 and 2020/2021 – while the study of pruning methods was carried out throughout five cycles, from 2018/2019 to 2022/2023. The experiment had a randomized block design. Both hedge and central pruning methods were conducted by a motor pruner while tree thinning required a chainsaw. Vegetative, productive, qualitative and economic evaluations were carried out. Results showed decrease in shoot length after postharvest pruning and in the number of dry branches after central pruning and tree thinning. Besides, tree thinning increased vegetative growth, production, production efficiency and quality of pecans but it did not increase yield. However, hedge and central pruning resulted in increase in yield. Both pruning methods also increased fruit size and mass. Central pruning, followed by hedge pruning, was the treatment that gave the best economic response throughout the experiment. Hedge pruning also increases yield, but it is costly and does not decrease branch drying in trees. In general, tree thinning leads to high production and quality of fruit and decrease in branch drying; as a result, more branches are kept in the basal part of trees. Since central pruning increases yield, decreases the number of dry branches, improves fruit quality and, consequently, has the best benefit-cost ratio, it is the most interesting management practice in orchards with shading problems. The conclusion is that hedge and central pruning are the most interesting alternatives in the short term while tree thinning requires more time in terms of financial compensation.

**Key words:** *Carya illinoensis*; hedge pruning; central pruning, production.

## Sumário

1 Introdução .....	9
2 Projeto de pesquisa.....	12
2.1 Título .....	12
2.2 Equipe de trabalho .....	12
2.3 Introdução e Justificativa .....	12
2.4 Revisão de literatura .....	15
2.4.1 Taxonomia.....	15
2.4.2 Centro de origem e importância econômica.....	15
2.4.3 Densidade de plantio.....	16
2.4.4 Poda.....	17
2.4.4.1 Tipos de poda.....	17
2.4.4.2 Épocas de poda.....	18
2.4.5 Desbaste de plantas.....	18
2.5 Hipótese .....	19
2.5 Objetivo .....	19
2.5.1 Objetivo geral.....	19
2.5.2 Objetivos específicos.....	19
2.6 Metas a serem atingidas .....	20
2.7 Material e métodos .....	20
2.7.1 Experimento 1: Métodos e épocas de poda de copa em noqueira-pecã sob plantio de alta densidade.....	20
2.7.2 Experimento 2: Intensidades de desbaste de noqueira-pecã em plantio de alta densidade .....	21
2.7.3 Variáveis a serem mensuradas.....	22
2.8 Cronograma de atividades .....	25
2.9 Orçamento.....	26
2.10 Referências .....	27
3 Relatório do trabalho de campo .....	29
4 Artigos desenvolvidos .....	31
4.1 Artigo 1. Podas central e hedge promovem melhoria da produção e qualidade de noz-pecã em pomares adensados .....	32

4.2 Artigo 2. Desbaste de árvores para melhoria do crescimento, produção e qualidade de noz-pecã em pomares adensados.....	50
4.3 Artigo 3. Nogueira-pecã em alta densidade submetida às podas hedge, central e ao desbaste de plantas no Sul do Brasil .....	67
4.4 Artigo 4. Desbaste e poda melhoram a qualidade da noz-pecã em pomares adensados com problemas de sombreamento.....	87
4.5 Artigo 5. Poda pós-colheita como estratégia de redução de vigor e secamento de brotações em pomar de alta densidade de noqueira-pecã .....	110
4.6 Artigo 6. Aspecto econômico de manejos de um pomar de noqueira-pecã de alta densidade com problema de sombreamento .....	122
5 Considerações finais .....	136
Referências .....	138
Anexos .....	149

## 1 Introdução

A noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch], nativa do sul dos EUA e norte do México, pertence à família Juglandaceae (Poletto *et al.*, 2020). É uma planta frutífera arbórea que quando adulta pode atingir mais de 40 metros de altura e 20 m de diâmetro de copa (Fronza *et al.*, 2018). O Brasil, embora com apenas 1% do total, é um dos cinco maiores produtores da cultura, posicionando-se somente atrás de México (44%), Estados Unidos (40%), África do Sul (10%) e China (1%) (INC, 2023).

No Brasil, o Rio Grande do Sul lidera produção de noz-pecã (89%), seguido do Paraná (8%) e de Santa Catarina (2%). São em torno de 1.500 produtores no RS, sendo os municípios de Cachoeira do Sul, Anta Gorda e Santa Maria os maiores produtores (Radiografia da Agropecuária Gaúcha, 2023).

Dentre os motivos para a expansão da cultura no país estão fatores como aumento da demanda por alimentos saudáveis pelos consumidores, o que favorece à medida que os frutos são ricos em aminoácidos (Wu *et al.*, 2022), lipídeos, carboidratos e fibras alimentares e demonstraram prevenir doenças como câncer, inflamação, hipertensão e diabetes (Tong *et al.*, 2022). Outra razão que motivou a produção de noz-pecã é a longevidade do período de produção, com plantas podendo chegar a cem anos produzindo frutos de elevado valor comercial (Fronza *et al.*, 2018).

Neste sentido, procurando maximizar a produção por área, muitos produtores de noqueira-pecã do Sul do Brasil optaram pela alta densidade de plantio em pomares implantados nos últimos 20 anos, baseados principalmente na tendência em outras frutíferas como a macieira (Reig *et al.*, 2020), oliveira (Rallo *et al.*, 2013; Díez *et al.*, 2016), pessegueiro (Mayer *et al.*, 2016), dentre outras. Em pesquisa realizada pela Embrapa, a alta densidade, caracterizada por ter mais de 100 plantas por hectare, corresponde a 39,0% do total dos pomares de noqueira-pecã do sul do Brasil (Martins *et al.*, 2023). Na cultura da macieira um dos fatores que consolidou a alta densidade como sendo viável foi a utilização de porta-enxertos anãos, com os quais se conseguiu controlar o tamanho das plantas (Reig *et al.*, 2020). No caso da noqueira-pecã, no entanto, não há cultivares ou porta-enxertos anãos disponíveis, o que dificulta a adoção da alta densidade (Zhu e Stafne, 2019), ocasionando problemas relacionados ao excesso de sombreamento em pomares implantados (Hellwig *et al.*, 2022).

Além do porte elevado que as plantas podem atingir, a não realização de podas anuais desde o momento da implantação é outro complicador para o correto desenvolvimento e produção das plantas. A noqueira-pecã necessita da luz solar para fotossíntese, que está associada com o crescimento, produção e qualidade de frutos (Arreola Ávila *et al.*, 2010). Porém em pomares adensados sem manejos de luz, o sombreamento limita a fotossíntese, principalmente nos ramos mais baixos.

A característica vegetativa distinta entre cultivares também é um fator que pode representar diferença na disponibilidade fotossintética e, portanto, a sua adaptação a diferentes densidades de plantas e necessidades mais frequentes de poda. No Brasil há 33 cultivares registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2024). As cultivares 'Barton' e 'Pitol 1' estão entre as mais produzidas no país (Crosa *et al.*, 2020) e ambas apresentam diferenças como na disposição de ramos e folíolos (Hellwig *et al.*, 2022) e até mesmo na duração do ciclo produtivo implicando no acúmulo de carboidratos e problemas de alternância de produção (Casagrande *et al.*, 2023).

Como alternativas de manejo para pomares de noqueira-pecã adensados e sombreados em excesso, a poda e o desbaste de plantas vêm sendo estudados. O método de poda mais consolidado nos Estados Unidos é a poda mecanizada, denominada como poda hedge, que consiste no desponte de ramos laterais das plantas (Wood, 2009; Wells, 2018; Toledo *et al.*, 2024). Outro tipo de poda realizado é a poda central, que visa a retirada de ramos inteiros no interior da copa das plantas para favorecer a circulação de ar e entrada de luz solar (Worley; Mullinix; Daniel, 1996; Lombardini, 2006).

Essas podas são tradicionalmente realizadas no inverno, durante a dormência das plantas. Porém um problema observado pelas podas realizadas no inverno é o crescimento vigoroso das brotações (Faust, 2013), que podem inclusive retornar o problema de sombreamento. O estudo de outras épocas de poda procurando reduzir o tamanho é interessante. Wells (2024) observou que no verão o crescimento foi reduzido na poda hedge. Porém estudos no período pós-colheita, no outono, ainda não foram realizados.

O desbaste de plantas, que é um procedimento largamente utilizado em silvicultura, trata-se de um manejo mais drástico como alternativa para minimizar o problema de sombreamento em pomares de noqueira-pecã. Consiste em retirar plantas do pomar para favorecer o desenvolvimento das que permanecem. O

desbaste pode ser realizado pela supressão ou transplante para nova área e tem como inconveniente diminuir a produtividade nos anos subsequentes (Worley, Mullinix; Daniel, 1996; Gong *et al.*, 2020). A longo prazo, no entanto, realizar o desbaste poderá ser a alternativa para sustentabilidade fitossanitária e produtiva do pomar (Hellwig *et al.*, 2020).

Como hipóteses, as podas hedge e central, assim como o desbaste de plantas de noqueira-pecã, por meio do favorecimento da incidência de luz solar nas copas das plantas pode melhorar o crescimento, a produção e qualidades dos frutos. A realização da poda durante o período pós-colheita pode minimizar o crescimento de brotações.

Estudos relacionados à densidade de plantio e seus reflexos, assim como métodos e épocas de poda são escassos nas condições edafoclimáticas e com as cultivares mais plantadas no Brasil. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar dois métodos de poda, hedge e central, e o desbaste de plantas, assim como a época de poda em pomares adensados de noqueira-pecã, avaliando os efeitos no crescimento das plantas, produção e qualidade de frutos e a viabilidade econômica de sua realização.

## 2 Projeto de pesquisa

### 2.1 Título

Métodos e épocas de poda e desbaste de plantas em nogueira-pecã sob sistema de plantio adensado

### 2.2 Equipe de trabalho

**Cristiano Geremias Hellwig**, Engenheiro Agrônomo, Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, bolsista CNPq, FAEM/UFPel.

**Marcelo Barbosa Malgarim**, Professor Orientador, Dr. Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPel.

**Carlos Roberto Martins**, Pesquisador Coorientador, Dr. Embrapa Clima Temperado/ EEC.

**Roseli de Mello Farias**, Professora Coorientadora, Dra. UERGS.

**Antonio Davi Vaz Lima**, Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, bolsista Capes, FAEM/UFPel.

**Julio Cesar Farias Medeiros**, Engenheiro Agrônomo MSc, representante técnico dos Viveiros Pitol.

### 2.3 Introdução e Justificativa

O cultivo de nogueira-pecã no Brasil encontra-se em franca expansão nas últimas décadas. O aumento da demanda por frutos secos no mercado consumidor, indicados para uma alimentação saudável, torna-se uma interessante fonte de renda ao produtor.

Além disso, a cultura vem recebendo incentivo do governo do estado do Rio Grande do Sul (RS), com a criação do Programa Estadual de Desenvolvimento da Pecanicultura – Pró-Pecã e a instalação da Câmara Setorial da Noz-Pecã, no ano de

2017. Neste sentido, com objetivo de orientar, promover e estimular a produção, comercialização e distribuição da noz-pecã, através de eventos, cursos e parcerias com instituições públicas e privadas foi fundado o Instituto Brasileiro de Pecanicultura (IBPecan) em 2018.

Em termos de produção de noqueira-pecã, o Brasil se encontra atualmente em 4º lugar, sendo superado apenas pelo México, Estados Unidos e África do Sul (INC, 2019). A produtividade da noqueira-pecã no Brasil, que está entre 600 e 1000 kg ha<sup>-1</sup>, é inferior a países como Chile, Austrália, EUA, México e Argentina (BILHARVA et al., 2018). Alguns fatores podem influenciar diretamente na produtividade como a densidade de plantio, idade das plantas, cultivares utilizadas e tecnificação do pomar. A falta de informações e conhecimentos sobre a cultura, com consequente implantação e condução inadequados de pomares antigos podem estar associados aos baixos rendimentos (MARTINS et al., 2019).

A noqueira-pecã é uma planta arbórea que pode atingir 30 metros de altura e diâmetro de copa de 20 metros (FRONZA et al., 2018). Por isso, a densidade de plantio é fator importante no momento da implantação do pomar. Segundo Wells (2017), fatores como a região, o solo, as cultivares e o interesse do produtor devem ser considerados na escolha da melhor densidade de plantas.

A alta densidade de plantio com 100 plantas ou mais por hectare foi bastante adotada nas últimas décadas no Sul do Brasil. O espaçamento 7m x 7m, com 204 plantas por hectare, possibilita melhor aproveitamento da área, permitindo maiores produtividades nos anos iniciais de produção, porém segundo Fronza et al. (2018), em plantas com 10 anos ou mais, constata-se uma sobreposição de ramos causando sombreamento e consequente diminuição da produção. Entretanto, pode-se verificar que os problemas de sombreamento já ocorrem com 7 anos de idade em pomares brasileiros.

A luz solar desempenha papel importante na fotossíntese e consequentemente na produção de frutos. Como critério de avaliação do sombreamento ao se observar um pomar de noqueira-pecã no verão ao meio-dia, se possuir mais de 50% de sombra no solo abaixo da planta, o pomar apresenta problema de sobreposição de ramos (GOFF, 1992).

Como alternativas a serem adotadas para a entrada de luz solar nas plantas de noqueira-pecã, estão os métodos de poda e o desbaste de plantas. Há dois métodos

de poda que vem sendo mais estudados em pomares adultos: a poda de contenção (poda 'hedge') e a poda central (seletiva).

A poda mecânica 'hedge' tem sido usada com sucesso, sendo considerado o método padrão no Oeste dos EUA (WELLS, 2018). Essa poda consiste na contenção dos ramos laterais das plantas. É executada por meio do desponte dos ramos em um ou dois lados das plantas a uma distância pré-determinada com relação ao tronco, possibilitando assim, a entrada de luz entre plantas (LOMBARDINI, 2006; WOOD, 2009; WELLS, 2018).

A poda seletiva ou poda central é uma opção para os produtores que optam por abrir a copa das plantas, trata-se de uma poda menos dispendiosa que a poda 'hedge' (LOMBARDINI, 2006). Essa poda consiste na retirada de ramos estratégicos visando melhorar a distribuição de luz solar dentro das plantas (WORLEY et al., 1996).

A época convencional para execução das podas é geralmente durante o repouso vegetativo das plantas no período do inverso. Porém, devido ao acúmulo de reservas, a poda realizada drasticamente nesse período favorece o crescimento vegetativo, com emissão de brotações vigorosas e sem frutificação, sendo que na noqueira-pecã a frutificação ocorre em ramos de menor diâmetro e com comprimento entre 5 e 40 cm (ARREOLA ÁVILA et al., 2002). A poda executada antes do repouso vegetativo, logo após a colheita, quando as plantas ainda possuem folhas, pode minimizar o elevado crescimento vegetativo. Na noqueira-pecã a colheita ocorre somente no outono e para evitar perda de frutos, a poda pós-colheita carece de pesquisas.

Outro manejo realizado em noqueira-pecã é o desbaste de plantas, que consiste em retirar plantas do pomar, seja por supressão ou por transplante. Visa favorecer o desenvolvimento das plantas remanescentes e é uma alternativa mais drástica em pomares de noqueira-pecã com problemas quanto ao excesso de sombreamento. Tem como inconveniente a necessidade de retirada ou eliminação de plantas nas quais por anos foi investido recurso. Outro aspecto desfavorável diz respeito a menor produtividade nos anos subsequentes ao desbaste até que ocorra o desenvolvimento das plantas (ARREOLA ÁVILA et al., 2002). Pomares de noqueira-pecã em alta densidade em estágio mais avançado, o desbaste é a única alternativa para sustentabilidade fitossanitária e produtiva do pomar.

Estudos relacionados aos métodos e épocas de execução de poda, bem como a intensidade de desbaste de plantas são escassos para a cultura da noqueira-pecã

nas condições brasileiras. Neste sentido, o objetivo do trabalho é avaliar diferentes métodos e épocas de poda e a intensidade de desbaste sobre os aspectos fitotécnicos, produtivos e de qualidade de frutos da noqueira-pecã em sistema de plantio adensado.

## **2.4 Revisão de literatura**

### **2.4.1 Taxonomia**

A noqueira-pecã (*Carya illinoensis* [Wangenh.] K. Koch) é uma espécie frutífera de clima temperado, pertencente à família Juglandaceae. A planta é monoica, ou seja, apresenta flores masculinas (pistiladas) e femininas (estaminadas) separadas, porém na mesma planta, e sua floração ocorre entre outubro e novembro (BOSCARDIN e COSTA, 2018). As plantas apresentam dicogamia, que é um fenômeno biológico no qual as inflorescências estaminadas e pistiladas amadurecem em períodos diferentes o que evita para a autopolinização (HAMANN, 2018), o que acarreta a necessidade da utilização de cultivares polinizadoras. O processo de polinização noqueira-pecã se dá pelo vento (anemofilia).

O fruto é uma drupa, agrupando-se em cachos com três a sete unidades, consistindo em uma noz ovoide a oblonga, envolta por um tegumento verde e espesso, que se torna marrom e se abre quando madura. Possui excelentes qualidades nutricionais, sendo ótima fonte de energia, já que sua composição inclui: carboidratos, fibras, proteínas, aminoácidos e ácidos graxos. Além disso, é uma fonte de minerais (FRONZA e HAMANN, 2016).

### **2.4.2 Centro de origem e importância econômica**

O centro de origem da noqueira-pecã é a América do Norte, mais especificamente nos Estados Unidos e México. Sendo esses dois países também os maiores produtores com 92% da produção mundial (MARTINS et al., 2018). Ao longo dos anos a produção se expandiu para outros países como China, África do Sul, Austrália, Uruguai Argentina, Chile, Peru e Brasil (WELLS, 2017; MARTINS et al., 2018)

No Brasil, a cultura foi introduzida por imigrantes norte-americanos no ano de 1870. Nos últimos anos, o interesse pelo cultivo vem crescendo fortemente no Sul do Brasil, motivado pelo aumento do consumo e o do preço de mercado. Nos últimos anos a cultura vem crescendo, com aumento de 29,1% de área colhida entre os anos de 2010 e 2016 (HAMANN, 2018).

### **2.4.3 Densidade de plantio**

A densidade dependerá de fatores como região, solo, cultivares e interesse do produtor (WELLS, 2017). Segundo o autor ainda, nos EUA os espaçamentos utilizados pelos produtores variam de 6m x 6m a 30m x 30m.

No Sul do Brasil, muitos produtores adotaram o espaçamento de 7m x 7m em seus pomares, que resulta em uma densidade de 204 plantas por hectare. Em um primeiro momento mostra-se um espaçamento interessante, pois possibilita melhor aproveitamento da área, conseguindo maiores produtividades nos anos iniciais de produção. Porém com o decorrer do tempo, em plantas com 10 anos ou mais é notada uma sobreposição de ramos causando sombreamento e conseqüentemente uma diminuição da produção (FRONZA et al., 2018).

Essa diminuição da produção se deve ao fato dos ramos basais, que ficam mais comprometidos com sombreamento serem os que apresentam maior produção em uma planta que recebe adequada radiação solar. Arreola-Ávila (2012) observou em ramos adultos de dez anos um rendimento menor nos ramos dispostos verticalmente comparados com aqueles dispostos horizontalmente.

Um dos fatores críticos em um pomar de noqueira-pecã é a competição por luz, água e nutrientes que ocorre entre as árvores, podendo afetar seriamente o desenvolvimento das plantas, especialmente o rendimento de frutos. Segundo Arreola Ávila et al. (2010) pomares adultos necessitam altos níveis de luz para um ótimo crescimento, rendimento e qualidade de noz.

Segundo Núñez et al. (2001), os ramos podem morrer e deixar de ser produtivos quando o pomar é muito fechado e a penetração de luz no interior da copa é baixa. Além disso, a sobreposição de ramos acarreta outros problemas como a falta de aeração no pomar, a qual propicia a incidência de pragas e doenças que podem comprometer ainda mais a produção (MADERO et al., 2017).

A fotossíntese tem papel fundamental nesse desenvolvimento e rendimento, pois está relacionada à transformação da energia luminosa em energia química. Segundo Arreola Ávila et al. (2010) as folhas atingem a sua taxa fotossintética máxima sob uma intensidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) de  $1500 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (aproximadamente 75% da luz total) se encontrado localizado na periferia da taça. Entretanto, folhas expostas a 10% da luz total possuem valores de  $\text{CO}_2$  próximos a zero, resultando em baixas taxas fotossintéticas. Logo a necessidade de fazer poda ou desbaste de plantas torna-se fundamental, minimizando assim o sombreamento de ramos inferiores (WOOD, 2009).

#### **2.4.4 Poda**

Entre os objetivos da poda estão aumento da produtividade, melhoria da qualidade de frutos, evitar alternância de produção, facilitar o manejo, reduzir incidência de doenças, equilibrar ramos vegetativos e produtivos e retirar ramos ladrões, supérfluos ou indesejados (FRONZA et al., 2014).

##### **2.4.4.1 Tipos de poda**

A poda é dividida em quatro grupos quanto a seu tipo, que são a poda de formação, a poda de frutificação e a poda de renovação e a poda de abertura.

A poda de formação é realizada já a partir do primeiro ano após o plantio e se estende até o quinto ano da cultura. Tem como objetivo corrigir a estrutura da planta, favorecendo o desenvolvimento de uma haste principal e ramos primários fortes e com ângulo de inserção superior a  $45^\circ$  (MADERO, 2017).

A poda de frutificação começa a ser realizada a partir do quinto ano e consiste no desponte os ramos vigorosos, com comprimento superior a 50 cm. Essa prática é realizada, pois os ramos mais produtivos de noqueira-pecã apresentam comprimento na faixa que vai de 5 a 40 cm (ARREOLA ÁVILA et al., 2002). Além disso, a noqueira-pecã frutifica em ramos de ano, os quais são estimulados com o desponte conseguindo-se assim o aumento do rendimento (FRONZA et al., 2014).

Em pomares antigos, que foram mal manejados ou ainda, quando se deseja substituir a cultivar copa, a poda de renovação é realizada. E consiste em uma

sequência de manejos, que envolvem poda drástica das plantas, escolha das brotações que formarão as pernadas, e enxertia de gemas das plantas matrizes da cultivar desejada.

Em pomares adultos que apresentam problemas quanto à sobreposição de ramos, comuns em plantios de alta densidade quando não manejados periodicamente, a poda de abertura é uma alternativa possível para minimizar o problema. Como métodos de poda para abertura do pomar a poda de contenção e a poda central vem sendo estudados em outros países como México e EUA.

A poda de contenção, ou poda 'hedge', como é mais conhecida nos EUA, é o método de poda padrão no Oeste do país norte-americano. Consiste em uma poda na lateral das plantas, na qual são despontados os ramos a uma distância pré-determinada com relação ao tronco em um ou dois lados, possibilitando assim, a entrada de luz na entrelinha (LOMBARDINI, 2006; WOOD, 2009).

A poda central consiste na retirada de ramos estratégicos no centro da copa para proporcionar maior entrada de luz nas plantas (WORLEY et al., 1996). Apresenta como vantagem não necessitar máquinas ou implementos onerosos.

#### **2.4.4.2 Épocas de poda**

Quanto à época de execução, a poda é realizada normalmente no período de repouso vegetativo das plantas, ou seja, no inverno. Porém como complementação da poda de frutificação pode ser realizada também a poda verde, que consiste na retirada de brotações indesejadas no período vegetativo, após ter sido realizada a poda de formação ou frutificação durante o inverno. É realizada normalmente entre os meses de outubro a dezembro.

A poda realizada no período de outono, após a colheita, também vem sendo estudada, principalmente em pomares com problemas de sombreamento. Como vantagem em relação à poda realizada no inverno esta poda pode influir evitando o crescimento vigoroso de ramos podados.

#### **2.4.5 Desbaste de plantas**

O desbaste de plantas é uma alternativa em pomares de noqueira-pecã sob plantio adensado com problemas de sobreposição de ramos e redução de produção. O desbaste consiste em reduzir a densidade de plantas no pomar com a supressão ou transplante de plantas adultas. Tem como objetivo diminuir a competição existente entre plantas, principalmente por água e luz. O desbaste de plantas em noqueira-pecã deve ser realizado como última medida em pomar com problemas de sombreamento, pois a produtividade diminui nos primeiros anos após a remoção de plantas (ARREOLA ÁVILA et al., 2002). Alguns estudos foram realizados, como é caso do estudo de Arreola Ávila et al. (2010) que conduziram experimento com intensidades de desbaste sendo a radiação fotossinteticamente ativa, comprimento de brotação e produção de nozes afetados positivamente com o desbaste.

## **2.5 Hipótese**

As podas de contenção e central e o desbaste de plantas de noqueira-pecã permitem maior entrada de luz no pomar reduzindo problemas fitossanitários, produtivos e de qualidade de frutos.

A época de realização da poda pode resultar em distinção quanto ao crescimento de ramos laterais e no centro da planta.

## **2.5 Objetivo**

### **2.5.1 Objetivo geral**

O objetivo do estudo é avaliar métodos e épocas de poda e a intensidade de desbaste de plantas mais eficientes para o desenvolvimento produtivo e fitossanitário em pomar de noqueira-pecã em sistema de plantio adensado.

### **2.5.2 Objetivos específicos**

**a)** Avaliar dois métodos de poda em plantas de noqueira-pecã em relação a produção, qualidade de frutos e aspectos fitossanitários;

- b)** Avaliar duas épocas de poda em plantas de noqueira-pecã na produção, qualidade de frutos e aspectos fitossanitários;
- c)** Avaliar a intensidades de desbaste de plantas em noqueira-pecã na produção, qualidade de frutos e aspectos fitossanitários;
- d)** Avaliar o efeito da alternância de produção da noqueira-pecã;
- e)** Verificar o efeito dos métodos e épocas de poda e de intensidade de desbaste de plantas no secamento de ramos basais das plantas de noqueira-pecã.
- f)** Verificar a influência do método e época de poda e da intensidade de desbaste de plantas no crescimento anual de ramos.

## **2.6 Metas a serem atingidas**

Determinar a melhor alternativa de método e época de poda e de intensidade de desbaste para tornar o pomar de noqueira-pecã mais produtivo e sustentável;

## **2.7 Material e métodos**

Serão conduzidos dois experimentos em um pomar comercial de noqueira-pecã no município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul. O pomar foi implantado em 2009, em alta densidade, sob um espaçamento de 7m x 7m. O pomar é constituído é principalmente das cultivares 'Barton' e 'Melhorada', cujas mudas eram enxertadas. Os experimentos serão conduzidos durante as safras 2020/2021, 2021/2022 e 2022/2023. Segundo a escala climática de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013), o município possui classificação de clima Cfa, a temperatura média anual é 20,2 °C, a pluviosidade média anual é 1801 mm e a altitude média de 330 metros (CLIMATE, 2018). O município apresenta como normais de horas de frio 137 abaixo de 7°C (MATZENAUER et al., 2005). O solo do pomar é classificado como Latossolo vermelho distroférrico típico.

### **2.7.1 Experimento 1: Métodos e épocas de poda de copa em noqueira-pecã sob plantio de alta densidade**

O experimento será constituído de dois métodos de poda (contenção e central) e duas épocas (seca e pós-colheita). O delineamento experimental a ser utilizado será

de casualização por blocos, com três repetições e cinco plantas em cada. O experimento será constituído pelos seguintes tratamentos: 1) sem poda; 2) poda de contenção na pós-colheita; 3) poda de contenção seca; 4) poda central na pós-colheita e; 5) poda central seca. Para o experimento será utilizada a cultivar 'Melhorada', também conhecida como Pitol 1, que é umas das cultivares mais cultivadas no Sul do Brasil.

A poda de contenção, que se trata de uma poda lateral, será realizada por meio do despondo dos ramos de noqueira-pecã que ultrapassam a distância de 2,5 m em relação ao tronco das plantas. Para delimitação da distância, em cada planta uma taquara presa a uma base será colocada a 2,5 m com relação ao tronco, facilitando assim a poda na distância correta. A poda de contenção simulará a poda mecânica, conhecida como poda 'hedge'. Porém, no lugar de máquinas ou tratores com implementos com discos de corte, a poda deste experimento será realizada com motopoda para ramos de maior diâmetro e um podão com cabo extensor para podar ramos de menor diâmetro.

A poda central por sua vez, consistirá na retirada de um a três ramos no centro da copa das plantas, de maneira a permitir maior entrada de luz no interior da copa. A poda será realizada com auxílio de motopoda. Após a realização das podas, será aplicada tinta plástica nos locais de corte com a finalidade de evitar possível entrada de agentes patogênicos.

Quanto à época de execução das podas, a poda de contenção seca será realizada na primeira quinzena de agosto, enquanto a poda de contenção pós-colheita será realizada logo após a colheita dos frutos, a qual ocorre na cultivar 'Melhorada' entre o final do mês de maio a início do mês de junho.

A poda central será realizada nos mesmos períodos da poda de contenção, quais sejam, em agosto na poda central seca e entre o final de maio e início de junho na poda central pós-colheita.

### **2.7.2 Experimento 2: Intensidades de desbaste de noqueira-pecã em plantio de alta densidade**

O experimento será constituído de duas intensidades de desbaste em plantas de noqueira-pecã. O delineamento experimental a ser utilizado será de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3 (2 cultivares e 3 intensidades de desbaste)

com três repetições e cinco plantas em cada. O experimento será constituído pelos seguintes tratamentos: 1) sem desbaste (7m x 7m); 2) desbaste moderado (14m x 10m) e; 3) desbaste drástico (14m x 14m). Serão utilizadas as cultivares 'Barton' e 'Melhorada' para este experimento.

O desbaste de plantas será realizado através da supressão das mesmas, por meio do corte com motosserra de maneira alternada na linha convertendo o desenho de plantio quadrático para um desenho de plantio triangular nos espaçamentos 14m x 10m (71 plantas por hectare) e 14m x 14m (51 plantas por hectare).

### 2.7.3 Variáveis a serem mensuradas

- **Volume de copa:** Será calculada após obtenção das medidas a campo de altura de planta, largura lateral e largura transversal da copa, utilizando a seguinte equação:

$$VC = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$$

VC= volume de copa     $\pi = 3,1416$     r= raio da copa    h= altura de planta

- **Área da secção transversal do tronco:** Utilizando a leitura a campo da circunferência do tronco a 40 cm da superfície do solo, medida com fita métrica, será calculada a área da secção transversal do tronco através da seguinte equação:

$$ASTT = \pi \cdot r^2$$

ASTT= área da secção transversal do tronco     $\pi = 3,1416$     r= raio do tronco

- **Massa dos ramos podados:** Após a realização das podas, os ramos podados serão pesados. Na poda de contenção será utilizada a soma da massa dos dois lados podados em anos subsequentes, sendo expressa em quilogramas (kg);
- **Presença de ramos secos:** Contagem de ramos secos na parte basal e central das plantas. Será determinado durante o período vegetativo em ramos que não apresentarem folhas ou apresentarem folhas secas;
- **Índice SPAD:** É uma avaliação correlacionada com a presença de clorofilas nas folhas. Para a avaliação serão selecionadas três plantas por repetição, onde serão realizadas as avaliações em 50 folíolos da parte basal da copa em cada planta. A

avaliação será realizada com clorofilômetro modelo SPAD-502, da marca Konica Minolta.

- **Brotações e frutos por metro linear:** Serão selecionados quatro ramos desenvolvidos por planta, nos quais serão medidos e contados as brotações e frutos. Após, será realizada uma conversão por metro linear.
- **Crescimento anual de ramos terminais:** Essa avaliação consistirá na medição do comprimento de ramos desenvolvidos em sua parte apical, ou seja, quanto o ramo crescerá durante cada ciclo. Para isso serão selecionados quatro ramos na parte basal da copa, distribuídos nos quatro quadrantes na planta. Para medição se utilizará trena.
- **Produção:** Determinada por meio da pesagem dos frutos por planta na colheita ( $\text{kg planta}^{-1}$ );
- **Produtividade:** Calculada por meio da multiplicação da produção por planta pelo número de plantas por hectare. Sendo expressa em quilogramas por hectare ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).
- **Eficiência produtiva:** Consistirá em dois métodos, o primeiro da divisão da produção pelo volume de copa (EPVC) e o segundo da divisão da produção pela área da secção transversal do tronco (EPATT) de acordo com as seguintes equações.

$$EPVC = \frac{\text{Produção(kg)}}{\text{Volume de copa(m}^3\text{)}}$$

$$EPATT = \frac{\text{Produção(kg)}}{\text{Área da secção transversal do tronco(cm}^2\text{)}}$$

- **Frutos com epicarpo fechado:** contagem na colheita de frutos que não estão aptos para o consumo, ou seja, que ainda estão com o epicarpo (“shuck”) fechado;
- **Índice de alternância de produção:** Depois de obtidos os dados de produção de três ciclos será calculado o índice de alternância de produção, de acordo com a seguinte fórmula:

$$I = 1 / (n-1) \times \{ | (a_2 - a_1) | / (a_2 + a_1) \dots + | (a_n - a_{n-1}) | / (a_n + a_{n-1}) \}$$

Onde n = número de anos e  $a_1, \dots, a_{n-1}, a_n$  = rendimento dos anos correspondentes

- **Frutos por quilo:** Serão quantificados, através da pesagem, o número de frutos necessários para compor um quilo.
- **Massa de frutos, amêndoas e cascas:** Após seleção aleatória de 25 frutos por planta, os mesmos serão pesados individualmente para obtenção da massa total dos frutos, em seguida, após descascamento serão avaliadas a massa de amêndoas e a massa de cascas. Para pesagem se utilizará balança de precisão.
- **Rendimento de amêndoa:** Realizado por meio de cálculo, sendo que seu resultado é dado em porcentagem:

$$\text{Rendimento(\%)} = \frac{\text{massa amêndoa (g)}}{\text{massa fruto (g)}} \times 100$$

- **Comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas:** Medição a ser realizada em 25 frutos e amêndoas por amostra, com auxílio de paquímetro digital;
- **Espessura de casca:** Avaliação a ser realizada na parte central da casca dos frutos, com auxílio de paquímetro digital.
- **Porcentagem de amêndoas comestíveis:** Consistirá em avaliação visual das amêndoas, descartando as amêndoas que apresentam defeitos como estarem chochas, apresentarem manchas devido ao ataque de insetos ou que estejam oxidadas.
- **Luminosidade e coloração de amêndoas:** Com auxílio de colorímetro da marca Kronica Minolta CR 410, 25 amêndoas por amostra serão avaliadas obtendo a média de luminosidade(L\*) das mesmas e calculando a coloração(°Hue) de acordo com a seguinte equação:

$$H^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

Os dados que serão obtidos nas avaliações serão submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

## 2.8 Cronograma de atividades

Atividades	2020											2021											2022											2023		
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F
Revisão bibliográfica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Elaboração do projeto	x	x	x	x	x	x																														
Realização das podas				x														x										x								
Avaliações a campo										x												x													x	
Colheita			x	x											x	x											x	x								
Avaliações pós-colheita			x	x	x										x	x	x										x	x	x							
Tabulação de dados				x	x	x										x	x	x										x	x	x						
Elaboração de Tese																																	x	x		
Defesa																																			x	

## 2.9 Orçamento

Descrição/Material	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Piquetes 60cm x 5cm x 5cm	Unid	38	1,35	51,30
Tintas diferentes cores	Latas de 900 mL	6	25,00	150,00
Arame fino	Rolo 100 m	1	28,00	28,00
Tecido de Napa	m <sup>2</sup>	4	15,00	60,00
Canetas permanentes	Unid	2	2,50	5,00
Trena de 30 m	Unid	1	35,00	35,00
Fita métrica de 1,5m	Unid	1	3,00	3,00
Fita adesiva	Rolo 40 m	2	10,00	20,00
Alicate	Unid	1	17,90	17,90
Saco plástico com 100 unidades	Unid	3	9,20	27,60
Redes de colheita com 50 unidades	Unid	7	4,70	32,90
Paquímetro universal digital	Unid	1	87,90	87,90
Mini balança de precisão	Unid	1	42,50	42,50
Pilhas palito AAA Duracel	Unid	2	13,50	27,00
Quebrador de nozes	Unid	1	16,50	16,50
Combustível (Diesel S10)	L	600	3,35	2.010,00
Passagem:	Unid	24	208,65	5.007,65
Pelotas <> Santa Rosa				
Inscrições em eventos	-	-	-	650,00
Total	-	-	-	8.272,25

## 2.10 Referências

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711–728, 2013.
- ARREOLA-ÁVILA, Jesús Guadalupe. Manejo de luz para mejora de producción y calidad en nogal pecanero. In: Libro de resúmenes del XIII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE NOGAL PECANERO, 2012, sonora, México. **Anais**, p.18-26.
- ARREOLA-ÁVILA, J.G.; AGUIRRE, E.H.; CALZADA, R.T.; HERNÁNDEZ, A.F.; QUEZADA, R.P.; ROSA, A.B. Sunlight availability and nut production after removing pecan trees (*Carya illinoensis*). **Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente**, v.16, n.2, p.147-154, 2010.
- ARREOLA -ÁVILA, J.G.; LAGARDA M. A.; MEDINA, M.M. del C. **Sistema de conducción, poda seletiva y aclareo de árboles**. In: Tecnologia de produccion de nogal pecanero. 3 ed. Inifap, 2002.
- 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.
- BOSCARDIN, J.; COSTA, E. C. A noqueira-pecã no Brasil: Uma revisão entomológica. **Ciência Florestal**, v.28, n.1, p.456-468, 2018.
- Climate-data.org. Clima: Santa Rosa. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-sul/santa-rosa-43574/>> Acesso em: 26 de junho 2020.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agroecologia** (UFLA), v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FRONZA, D.; HAMANN, J.J.; BOTH, V.; ANESE, R.de O.; MEYER, E.A. Pecan cultivation: general aspects. **Ciência Rural**. v.48, n.2, p. 1-9, 2018.
- FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Técnicas para o cultivo da noqueira-pecã**. UFSM, Núcleo de fruticultura irrigada. 2016. 424p.
- FRONZA, D.; POLETTO, T.; HAMANN, J.J. **O cultivo da noqueira-pecã**. UFSM, núcleo de fruticultura irrigada. 301p. 2014.
- GOFF, B. The over crowded dilemma. **Pecan South**. v. 25, n.9, p. 22-23, 1992.
- HAMANN, J. J. **Determinação do período de receptividade do estigma e liberação de pólen em cultivares de noqueira-pecã (*Carya illinoensis* K.) cultivadas em Cachoeira do Sul e Santa Maria (RS)**. 2018. 54f. Dissertação, (Mestrado em Fisiologia e Manejo de Culturas Agrícolas), Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2018.

INC (International Nut and Dried Fruit Council Foundation). **Nuts and Dried Fruits Global Statistical Review 2015/2016**. Disponível em: <<https://www.nutfruit.org/>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

KLOOSTER, W.S.; CREGG, B.M.; FERNANDEZ, R.T.; NZOKOU, P. Growth and physiology of deciduous shade trees in response to controlled release fertilizer. **Scientia Horticulturae**, v.35, p.71-79, 2012.

LOMBARDINI, L. One-time pruning of pecan trees induced limited and short-term benefits in canopy light penetration, yield, and nut quality. **HortScience**, v.41, n.6, p.1469-1473, 2006.

MADERO, E.R. Sistema de conducción de las plantas y poda. In: **Manual de manejo del huerto de nogal pecán**. 1. ed. INTA. p. 27-34, 2017.

MARTINS, C.R.; CONTE, A.; FRONZA, D.; ALBA, J.M.F.; HAMANN, J.J.; BILHARVA, M.G.; MALGARIM, M.B.; FARIAS, R.M.; MARCO, De R.; REIS, T.S. Situação e Perspectiva da Nogueira-pecã no Brasil. In: **Documentos 462**, Embrapa Clima Temperado, 2018.

MATZENAUER, R.; BUENO, A.C.; CARGNELUTTI FILHO, A.; DIDONÉ, I.A.; MALUF, J.R.T.; HOFMANN, G.; TRINDADE, J.K.; STOLZ, A.P.; SAWASATO, J.T.; VIANA, D.R. Horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária**, v. 11, n.1-2, p.63-68, 2005.

MCEACHEM, G.R. Pecan tree space management. **Pecan South magazine**. Texas A & M University.p.1-3, 2020.

NÚÑEZ, M. J. H.; VALDEZ, G. V.; MARTÍNEZ, D. G.; VALENZUELA, C. E. Poda. In: NÚÑEZ, M. J. H.; VALDEZ, G. V.; MARTÍNEZ, D. G.; VALENZUELA, C. E. El nogal pecanero en Sonora. **Libro Técnico N° 3**. Hermosillo, Sonora: INIFAP–CIRNO-CECH, 2001. p. 113-122.

WELLS, L. Mechanical hedge pruning affects nut size, nut quality, wind damage, and stem water potential of pecan in humid conditions. **HortScience**, v. 53, n. 8, p. 1203-1207, 2018.

WELLS, L. **Southeastern Pecan Grower's Handbook**. University of Georgia. 236p, 2017.

WOOD, B.W. Mechanical hedge pruning of pecan in a relatively low-light environment. **HortScience**, v.44, n.1, p.68- 72, 2009.

WORLEY, R. E.; MULLINIX, B. G.; DANIEL, J. W. Selective limb pruning, tree removal, and paclobutrazol growth retardant for crowding pecan trees. **Scientia Horticulturae**, v. 67, n. 1-2, p. 79-85, 1996.

### **3 Relatório do trabalho de campo**

O trabalho foi idealizado pela interação entre três elos da cadeia, setor produtivo, pesquisa e extensão. O produtor revelou os problemas ocasionados pelo sombreamento em seu pomar em alta densidade, a pesquisa (representada pela Embrapa e UFPel) se dispôs a investigar para solucionar o problema, que também ocorre em uma série de outros pomares. Com relação à e a extensão, o representante técnico, além de orientar o produtor quanto a condução do pomar, acompanhou os experimentos a serem executados.

Os experimentos foram instalados em um pomar comercial de noqueira-pecã no município de Santa Rosa, no noroeste do Rio Grande do Sul. O pomar de 26 ha foi escolhido pela disponibilização por parte do produtor de 3,7 ha para a execução dos experimentos, fato importante pela necessidade de grandes áreas para obtenção de uniformidade de plantas. O comprometimento causado pelo sombreamento devido à alta densidade foi outro fator que motivou a execução dos experimentos neste pomar. Para a obtenção de resultados mais concretos, projetar um trabalho de longo prazo se fez necessário. A Tese, portanto, dá sequência a um projeto iniciado durante a Dissertação, na qual foram apresentados resultados parciais para a poda seca e desbaste de plantas.

O Doutorado, com início no primeiro semestre de 2020, apresentou como maior obstáculo a pandemia de COVID-19, que foi se intensificando nos primeiros anos de curso. Em vista de que estava dando sequência ao projeto de Mestrado, não medi esforços em executar as etapas previstas, como realização de podas, avaliações vegetativas, avaliação de produção e qualidade de frutos. Com a finalidade de otimizar o tempo e viagens para o pomar, alguns ajustes foram realizados em relação ao projeto. Dentre essas mudanças: a época de poda foi avaliada apenas durante duas safras produtivas, 2019/2020 e 2020/2021, para redução de área experimental, em decisão conjunta com a comissão de orientação e produtor. Devido à penosidade de execução da poda em plantas grandes e por observar que o sombreamento mesmo com as podas vinha comprometendo o desenvolvimento, o produtor estava decidido a realizar o desbaste no restante do seu pomar, solicitando a redução de plantas sob a condição de sombreamento. Com isso, decidimos por reduzir a avaliação com podas

pós-colheita e manter as já realizadas no inverno. A decisão partiu da pouca diferença produtiva observada entre os tratamentos, apesar de ter sido observada redução no comprimento dos ramos na poda realizada no período pós-colheita.

As podas realizadas durante o inverno, portanto, continuaram sendo avaliadas, completando cinco safras. O desbaste de plantas continuou sendo avaliado durante cinco safras, porém estava prevista a realização de uma nova etapa de desbaste em 2023. Porém, esta etapa não foi realizada à medida que se considerou precoce esse manejo, pois as plantas ainda não estavam tendo problemas de sombreamento. No entanto, vale ressaltar que alguns ramos de plantas adjacentes já estavam encostando na menor distância, resultante do desbaste anteriormente realizado (14m x10m). Com isso, a avaliação do experimento limitou-se aos tratamentos com e sem desbaste de plantas nas cultivares Melhorada (Pitol 1) e Barton.

Procurando otimizar o tempo devido à pandemia e distância do pomar, as avaliações do índice SPAD e das brotações e frutos por metro linear não foram realizadas durante os anos de avaliação. Por outro lado, o número de ramos secos nas plantas, que não consta no projeto, continuou sendo avaliado, à medida que é um problema ocasionado pelo sombreamento. Também foram avaliados no estudo o crescimento das plantas em altura, larguras de copa, volume de copa e área da secção transversal do tronco (ASTT); o número de ramos basais nas plantas; realizada uma classificação de frutos por tamanho e um levantamento econômico da viabilidade da realização dos manejos de poda e desbaste de plantas na cultivar Pitol 1. Assim sendo, foram desenvolvidos seis artigos científicos.

#### **4 Artigos desenvolvidos**

**4.1 Artigo 1. Podas central e hedge promovem melhoria da produção e qualidade de noz-pecã em pomares adensados**  
(Artigo a ser submetido a Revista Ciência e Agrotecnologia)

**Podas central e hedge promovem melhoria da produção e qualidade de noz-pecã em pomares adensados**

**Central and hedge pruning lead to improvement in pecan production and quality in high-density orchards**

**RESUMO**

O sombreamento é um fator limitante no desenvolvimento, produção e qualidade de frutos em pomares adensados de noqueira-pecã. Objetivou-se com este estudo avaliar a resposta das podas hedge e central com a presença de ramos secos, na produção e na qualidade dos frutos de noqueira-pecã implantados em alta densidade. O experimento foi conduzido durante cinco safras em um delineamento de blocos casualizados, constituído dos tratamentos 1) sem poda; 2) poda hedge e 3) poda central. Foram avaliados: número de ramos secos, variáveis produtivas, eficiência produtiva, além das variáveis de qualidade de frutos. A poda central promove a

redução de 33,7% do número de ramos secos. A poda promoveu o aumento de 37,2% e 39,9% da produção média das árvores com as podas hedge e central respectivamente. As podas hedge e central reduziram a quantidade de frutos por quilo, assim como resultaram em maior porcentagem de frutos de classes de tamanhos maiores. Somente a poda central reduz o número de ramos secos nas árvores, porém ambas as podas de abertura aumentam a produção e o calibre dos frutos. A poda central é mais indicada pois, além de promover o aumento da produção e parâmetros de qualidade da noz-pecã, reduz o número de ramos secos nas árvores.

**Termos de indexação:** *Carya illinoensis*; manejo de copa; radiação solar; sombreamento; ramos secos.

## **ABSTRACT**

Shading is a factor that limits pecan development, production and quality in high-density orchards. In order to face this problem, this study aimed at evaluating responses of hedge and central pruning regarding dry branches, production and quality of fruit borne by pecan trees implanted in high-density orchards. The experiment, which was conducted in five cycles, had a randomized block design that comprised the treatments: 1) no pruning; 2) hedge pruning; and 3) central pruning. The number of dry branches, production variables, production efficiency and variables of fruit quality were evaluated. Central pruning led to 33.7% decrease in the number of dry branches. Hedge and central pruning enabled 37.2% and 39.9% increase in the average production of trees, respectively. Hedge and central pruning decreased the number of fruit per kilo and resulted in higher percentages of fruit in classes of larger sizes. Central pruning decreased the number of dry branches while both hedge and central pruning increased fruit production and quality. Central and hedge pruning lead to improvement in pecan production and quality in high-density orchards.

Indexation terms: *Carya illinoensis*; canopy management; sunlight; shading; dry branches

## INTRODUÇÃO

A noqueira-pecã é uma frutífera que apresenta investimento inicial elevado e tem um retorno a longo prazo, devido à plena produção da cultura só ocorrer entre o 12º e 15º ano após o plantio (Wells, 2017; Fronza et al., 2018). Procurando obter produção mais precoce e maiores rendimentos por área, em torno de 39% dos pomares brasileiros estão implantados com mais de 100 plantas por hectare (Martins et al., 2023). O adensamento dos pomares já se consolidou em algumas frutíferas e em outras é uma tendência para futuros pomares. A macieira, o pessegueiro e a oliveira são culturas que migraram para plantios mais adensados buscando aumentar a renda, elevar a produção e facilitar os manejos do pomar (Rallo et al., 2013; Mayer et al., 2016; Reig et al., 2020). Dentre os fatores necessários para a produção de frutas em maiores densidades está o controle do vigor das plantas, que no caso da macieira foi obtido pela utilização de porta-enxerto anão (Reig et al., 2020; Li et al., 2023). Porém, a noqueira-pecã, por característica, atinge grandes dimensões, e diferentemente da macieira não tem disponível no sistema de produção cultivares ou porta-enxertos anãos, o que dificulta a adoção da alta densidade (Zhu; Stafne, 2019).

Na prática muitos produtores que adotaram a alta densidade convivem com excesso de sombreamento ocasionado pela sobreposição de ramos, o que pode ocorrer antes mesmo dos 10 anos de plantio, dependendo da densidade adotada (Fronza et al., 2018). A radiação solar é um dos fatores essenciais para a produção, desenvolvimento de plantas e qualidade de frutos (Arreola Ávila et al., 2010). O sombreamento, por outro lado, além de comprometer o potencial produtivo, é responsável pelo secamento de ramos basais, no primeiro estrato das árvores, que é o local de maior potencial produtivo (Hellwig et al, 2022). Segundo Wood (2009), a poda e o desbaste de árvores são manejos alternativos para reabilitar o pomar minimizando o sombreamento em ramos inferiores. A poda é uma prática comum no manejo de pomares de

alta densidade para melhorar a penetração e utilização da luz visando aumentar a floração e frutificação e conseqüentemente a produção (Lombardini; Restrepo-Diaz; Volder, 2009; Fernández-Chavez et al., 2021).

A poda hedge e a poda central, também conhecida como poda seletiva, são dois métodos que visam proporcionar maior entrada de luz no pomar. A poda hedge é uma poda mecanizada que é tradicionalmente realizada no oeste dos EUA e consiste no desponde lateral das árvores em um ou dois lados (Gong et al., 2020). A poda central é uma poda seletiva na qual são retirados ramos secundários inteiros que propiciam uma maior entrada de radiação solar no interior da copa (Lombardini, 2006). Embora estudada nos EUA, os autores observaram que a resposta das podas varia com as condições edafoclimáticas, assim como, de acordo com as cultivares avaliadas (Worley; Mullinix; Daniel, 1996; Lombardini, 2006; Wood, 2009; Wells, 2018).

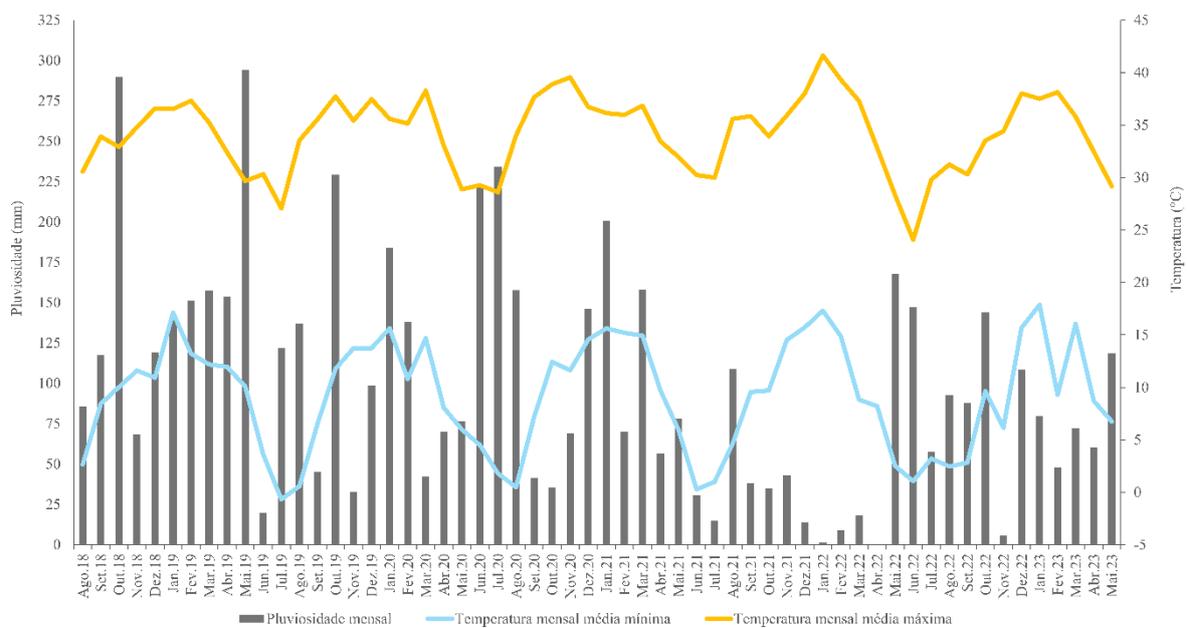
Diante disso, objetivou-se avaliar a resposta das podas hedge e central na presença de ramos secos, na produção e qualidade de frutos de noqueira-pecã ‘Pitol 1’ em alta densidade, nas condições do Sul do Brasil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado em um pomar comercial de noqueira-pecã em Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil (27° 55’15” S; 54° 32’37” W). O pomar foi implantado em 2008 sob um espaçamento de 7m x 7m, com 204 plantas por hectare. O pomar que não dispunha de sistema de irrigação para as árvores, é composto pelas cultivares Pitol 1, Barton, Success e Shawnee, bem como não foram realizadas podas nos anos precedentes à instalação do experimento.

O estudo foi realizado entre agosto de 2018 e julho de 2023, com a avaliação de cinco ciclos produtivos. O solo do pomar é classificado como Latossolo vermelho distroférico típico

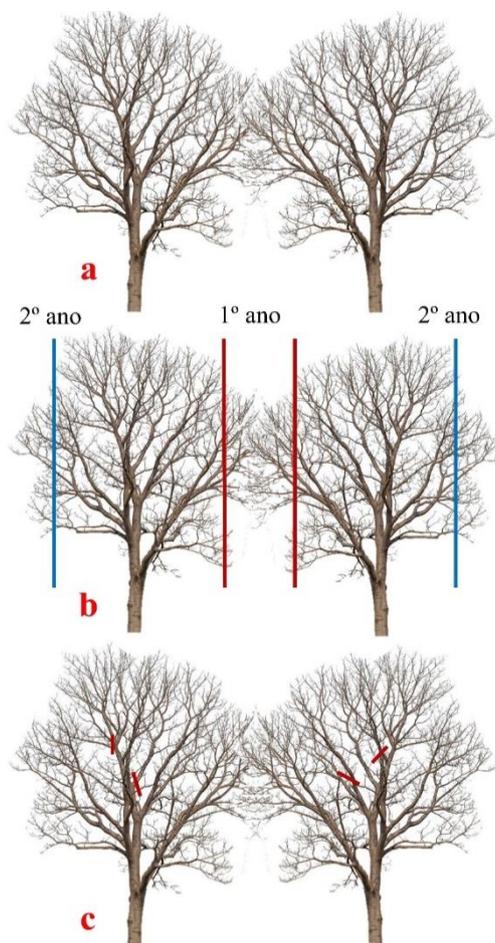
(Santos et al., 2018) e a classificação climática segundo Köppen-Geiger da região é Cfa (Alvares et al., 2013). Os dados mensais de pluviosidade, temperaturas máximas e mínimas durante o período de execução do experimento foram obtidos de acordo com os dados fornecidos pela Estação Meteorológica Santa Rosa – TRMM.291/Agri tempo (Figura 1).



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica e temperaturas mínimas e máximas mensais em Santa Rosa, RS, entre agosto de 2018 e maio de 2023. Fonte: dados emitidos pelo Agri tempo - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, sendo constituído de três blocos, cada bloco com cinco repetições. Foi utilizada a cultivar Pitol 1 para execução dos tratamentos: 1) sem poda (Figura 2a); 2) poda hedge (Figura 2b) e 3) poda central (Figura 2c). As podas foram realizadas durante o repouso vegetativo das árvores, no início do mês de agosto. A poda hedge consistiu no desponte lateral de ramos que ultrapassavam a distância de 2,5 metros em relação ao tronco das árvores. O que em agosto de 2018 foi realizado em um lado das árvores (Sentido Leste-Oeste) e em agosto de 2019 no lado oposto. Em 2021 e 2022 (três anos depois) a poda voltou a ser realizada, sendo de maneira semimecanizada com auxílio de

motopoda e podão com cabo extensor. A soma das massas médias retiradas com a poda hedge em dois lados nos anos 2018 e 2019 foi de 7,6 kg.



**Figura 2.** Representação esquemática das nozeiras-pecã e os métodos de poda empregados, sendo eles: sem poda (a), poda hedge (b) e poda central (c).

A poda central foi realizada em agosto de 2018, também com motopoda, porém diferentemente da poda hedge, a central permitiu uma seleção melhor de ramos para serem retirados. Em cada planta foram retirados de um a três ramos secundários que favoreciam a maior entrada de radiação solar no interior da copa. A massa média retirada pela poda central foi de 18,6 kg por planta. A porcentagem massa de poda retirada na poda hedge na soma dos dois lados foi de 3,5% do peso total da parte aérea da planta, enquanto na poda central foram retirados aproximadamente 8,5% (Hellwig et al., 2022).

Durante o período vegetativo das cinco safras foi avaliado o número de ramos secos presentes nas árvores. A avaliação visual consistiu na contagem de ramos sem folhas e com folhas secas na parte basal e interior da copa das árvores. A colheita nas cinco safras avaliadas ocorreu entre os meses de maio e início de junho. A determinação do momento da colheita foi definida a critério do produtor, quando a maioria dos epicarpos estavam abertos. A produção por planta foi avaliada logo após a colheita com auxílio de balança digital portátil com gancho. Também foram calculadas as produções média e acumulada das cinco safras. A produtividade média foi obtida de acordo com a produção por planta média das safras pelo número de árvores presentes por hectare. Para obtenção do volume de copa, variáveis como altura de planta e raio de copa foram mensuradas a campo com auxílio de trena e taquara para alcançar o topo das árvores. A variável volume de copa permitiu calcular a eficiência produtiva das árvores. As equações utilizadas para obter o volume de copa, fórmula do volume do cone, e eficiência produtiva em relação ao volume de copa são descritas a seguir:

$$VC = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$$

VC = volume de copa     $\pi = 3,1416$     r = raio de copa    h = altura de planta

$$EPVC (kg m^3) = \frac{\text{Produção por planta}}{VC}$$

EPVC = eficiência produtiva em relação ao volume de copa

Durante a avaliação da colheita, amostras das árvores com aproximadamente 1,4 kg foram separadas para secagem a ar forçado até atingirem umidade de aproximadamente 4%. Após a secagem foi contabilizado o número de frutos por quilo. Para avaliação da porcentagem de rendimento de amêndoa e amêndoas comerciais foram utilizados 25 frutos de cada amostra (planta). O rendimento de amêndoa (RA) foi obtido por meio da equação:

$$RA (\%) = \frac{\text{massa de amêndoa}}{\text{massa de fruto}} * 100$$

A porcentagem de amêndoas comerciais consistiu em detectar amêndoas com defeitos (malformadas, oxidadas e manchadas por doenças e ataque de insetos) e considerar somente as que não possuíam defeitos para obter a porcentagem de amêndoas comerciais. A classificação de frutos foi avaliada de acordo com a norma oficial mexicana adaptada (NMX-FF-084-SCFI, 2009), na qual considera-se a quantidade de frutos por quilo. Porém para a classificação dos frutos das amostras avaliadas a massa de fruto foi utilizada para distribuição e obtenção de porcentagens de cada categoria. Para esta avaliação foram utilizadas as massas de todos os frutos avaliados durante as cinco safras, sendo os frutos separados nas categorias: pequena (< 4,76 g), média (4,76 a 5,84 g), grande (5,85 a 7,14 g), extragrande (7,15 a 8,13 g) e supergrande (> 8,13 g).

Após a análise dos pressupostos, os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro com auxílio do programa Sisvar, versão 5.6 (Ferreira, 2014).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A poda central foi o método que obteve melhor resultado na redução de ramos secos nas árvores, o que foi observado em três das cinco safras e na média das safras (Tabela 1). Embora não tenha eliminado o problema, a poda central reduziu a presença de ramos secos em 33,70% e 35,46%, respectivamente, em relação às árvores sem poda e com poda hedge. Ao conseguir reduzir o secamento de ramos mantém-se na planta maior quantidade de estruturas com potencial produtivo, resultando em maiores produções nas árvores (Hellwig et al., 2022).

A poda hedge não obteve o mesmo benefício, o que pode ser atribuído a este método de podar as árvores, o qual o propicia o aumento da penetração de luz entre árvores, porém não dentro da copa das plantas (Malstrom; Riley; Jones, 1982). A poda foi realizada na orientação leste-oeste no presente estudo, à medida que as linhas para realização de manejos eram nessa

orientação, Wells & Sawyer (2023), no entanto, observaram que a poda de norte a sul foi mais eficiente na produção que a de leste a oeste. Os métodos de poda, hedge e central, aumentaram a produção de frutos nas árvores, especialmente nos anos de alta produção (Tabela 1).

**Tabela 1.** Ramos secos, produção por planta, eficiência produtiva (EPVC), frutos por quilo, rendimento de amêndoa e amêndoas comerciais oriundas de pomar de alta densidade nogueira-pecã submetidas às podas hedge, central e sem poda, durante cinco ciclos produtivos.

Tratamentos	Ramos secos.planta <sup>-1</sup>	Produção por planta (kg)	EPVC (kg m <sup>3</sup> )	Frutos.kg <sup>-1</sup>	Rendimento de amêndoa (%)	Amêndoas comerciais (%)
2018/2019						
Sem poda	6,20 a	6,56 b	0,056 ns	113,55 ns	53,68 ns	89,44 ns
Poda hedge	5,67 a	7,84 ab	0,067	118,44	53,69	91,11
Poda central	3,87 b	8,85 a	0,053	114,00	53,05	91,11
Valor de p	<0,0001	0,0511	0,1043	0,2505	0,4993	0,8422
2019/2020						
Sem poda	6,07 a	3,84 a	0,032 a	119,90 b	55,02 ns	92,00 ns
Poda hedge	6,80 a	1,52 b	0,013 b	125,90 ab	55,92	91,55
Poda central	2,87 b	2,05 b	0,013 b	128,90 a	55,34	94,22
Valor de p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0078	0,3215	0,4117
2020/2021						
Sem poda	5,53 b	6,22 b	0,048 b	117,01 a	53,97 a	88,00 ns
Poda hedge	6,73 a	9,49 a	0,069 a	112,66 ab	52,28 b	88,44
Poda central	4,53 c	9,32 a	0,056 ab	107,82 b	52,21 b	89,33
Valor de p	<0,0001	0,0001	0,0025	<0,0030	0,0145	0,9205
2021/2022						
Sem poda	5,93 a	2,42 ns	0,017 b	191,51 a	54,65 ns	97,33 ns
Poda hedge	4,40 b	4,84	0,035 a	142,58 b	54,78	96,44
Poda central	3,67 b	4,65	0,032 ab	145,56 b	54,77	96,89
Valor de p	<0,0001	0,0519	0,0299	<0,0001	0,9377	0,866
2022/2023						
Sem poda	3,73 ab	6,18 b	0,033 b	160,83 a	58,21 ns	93,78 b
Poda hedge	4,60 a	10,92 a	0,057 a	136,46 b	57,48	99,11 a
Poda central	3,27 b	10,42 a	0,047 a	133,41 b	57,13	98,22 a
Valor de p	0,0063	0,0014	0,0002	<0,0001	0,2591	0,0109
Média (2019-2023)						
Sem poda	5,49 a	5,05 b	0,037 b	140,91 a	55,10 ns	92,11 ns
Poda hedge	5,64 a	6,92 a	0,049 a	126,85 b	54,83	93,33
Poda central	3,64 b	7,06 a	0,040 b	125,78 b	54,50	93,95
Valor de p	<0,0001	0,0008	0,0023	<0,0001	0,0895	0,3462

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. ns = não significativo.

Entre as safras 2018/2019, 2020/2021 e 2022/2023 houve uma evolução da diferença de produção entre as árvores podadas em relação as não podadas. Na poda hedge observaram-se diferenças de 19,51%, 52,57% e 76,70% e na poda central de 34,91%, 49,83% e 68,60%. Estes dados caracterizam uma limitação produtiva das árvores comprometidas pelo sombreamento, enquanto com as podas a resposta melhorou no decorrer dos anos.

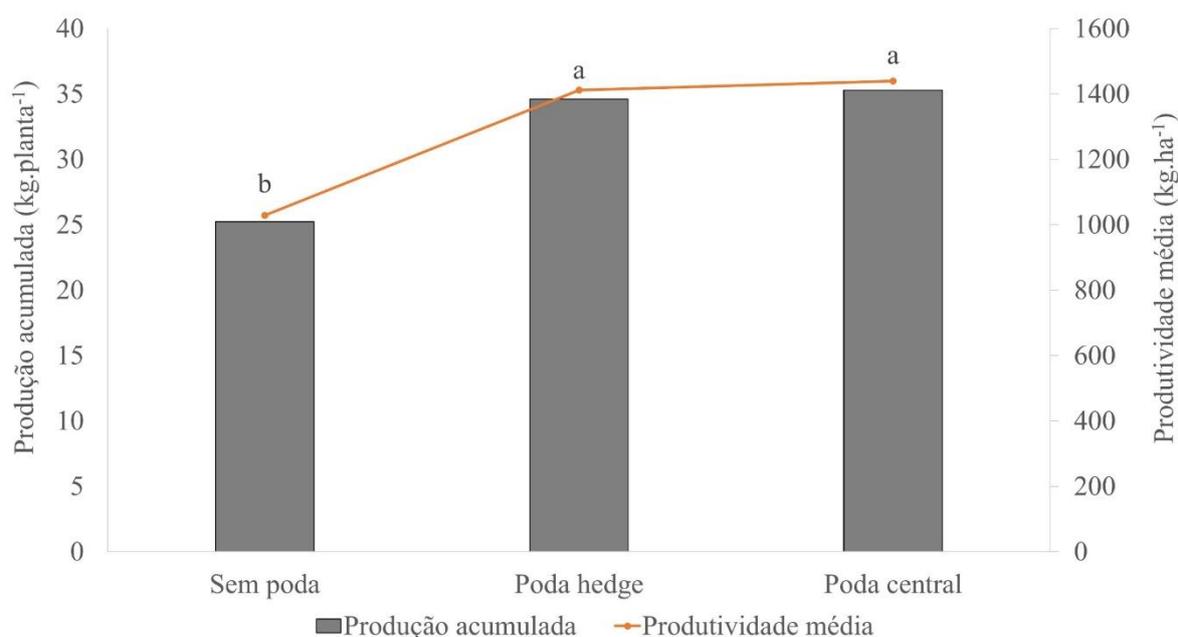
Nas safras 2019/2020 e 2021/2022 a produção foi baixa em todos os tratamentos, e as árvores podadas não tiveram produção superior às não podadas. A produção média das safras também foi maior com os dois métodos de poda. A poda proporcionou um aumento de luz solar nas árvores, incrementando processos fotossintéticos e ramos produtivos com o passar dos anos, e refletindo numa maior produção.

No estudo observou-se alternância de produção entre as safras, com anos de alta produção seguidos de anos de baixa produção. Segundo Noperi-Mosqueda et al. (2020) o fenômeno é comum na cultura da noqueira-pecã e está associada a escassez de carboidratos advinda de um amadurecimento tardio dos frutos, que limita o armazenamento de carboidratos para a próxima safra, somando-se ainda o alto teor de lipídios presentes nos frutos. Porém fatores como excesso de carga de frutos, presença de pragas e doenças e falta de sistema de irrigação também contribuem para a alternância. Na safra 2019/2020 a chuva no período de floração prejudicou a polinização das plantas (Figura 1), o que ocorreu, pois, a polinização da noqueira-pecã se dá principalmente pelo vento e o transporte ocorre somente com menos de 85% de umidade relativa do ar (Wells, 2017; De Marco et al., 2021). Em 2021/2022 a estiagem ocasionada pelo fenômeno La niña comprometeu o potencial produtivo das árvores.

A eficiência produtiva em relação ao volume de copa foi maior com a realização da poda hedge (Tabela 1). O que em parte se justifica, pois com a poda lateral realizada nas árvores foi diminuído o volume de copa, que juntamente com produções maiores resultaram em uma relação superior de quilogramas por m<sup>3</sup>. A obtenção de árvores cada vez mais compactas e

produtivas é almejada nos sistemas de alta densidade em diferentes culturas frutíferas, à medida que confere facilidade de colheita e maiores produções por unidade de área (Majid et al., 2018).

Ainda em relação aos aspectos produtivos, na produção acumulada das cinco safras, as podas hedge e central incrementaram 9,38 e 10,06 kg a produção em relação às árvores não podadas (Figura 3). A produtividade média em relação ao tratamento sem poda foi 37,21% superior na poda hedge e 39,88% superior na poda central. Com a abertura de copa a incidência solar em ambos os métodos de poda elevou os processos fotossintéticos nas árvores, aumentando a acumulação de carboidratos e levando a uma maior produção. Segundo Abanto-Rodríguez et al. (2023) uma compreensão dos processos fisiológicos da fotossíntese e da respiração é necessária para maximizar os rendimentos das culturas.



**Figura 3.** Produção acumulada e produtividade média entre as safras 2018/2019 e 2022/2023 de noqueira-pecã de alta densidade sem poda, com poda hedge e com poda central. Diferentes letras nas barras retangulares e pontos na linha indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

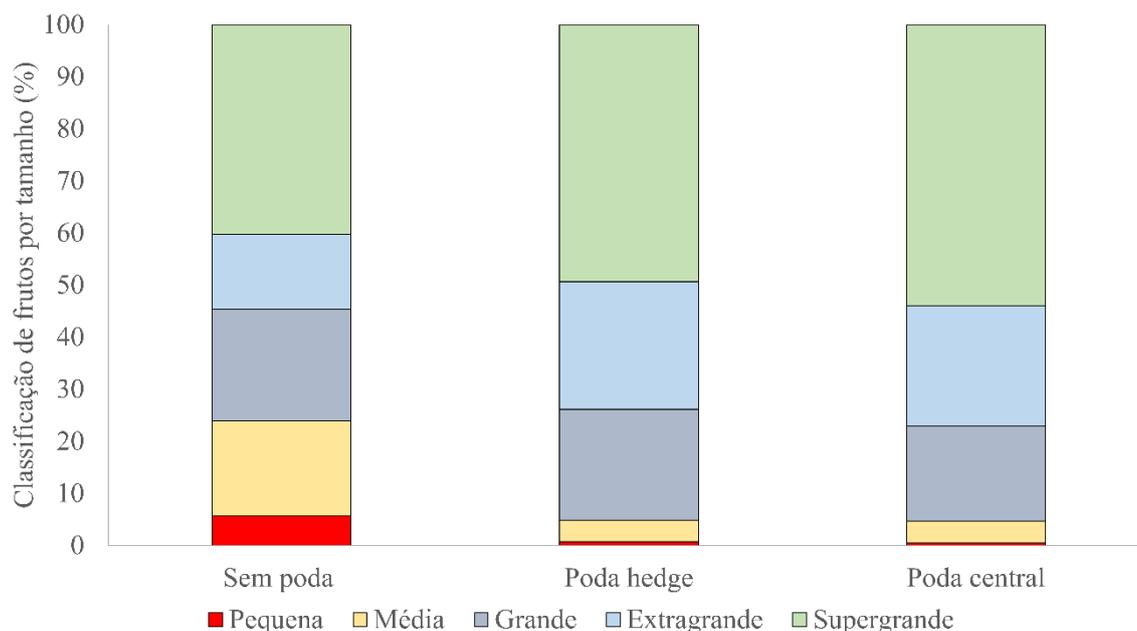
Árvores com poda hedge e central resultaram em uma quantidade menor de frutos por quilo (Tabela 1), associada a um aumento do tamanho dos frutos nas árvores podadas. A diferença foi se consolidando com o passar das safras, nas duas primeiras as podas não

reduziram o número de frutos por quilo. A partir de 2020/2021 com superioridade da poda central, e nas demais safras ambas as podas foram superiores às árvores sem poda constatando-se o benefício das mesmas. Na média entre safras foram necessários 14 e 15 frutos a menos que o controle para atingir um quilo. Com os dados observa-se que devido à estiagem, na safra 2021/2022 houve uma necessidade de até 191 frutos por quilo no tratamento sem poda, o que refletiu também na produção das árvores daquela safra como visto anteriormente.

Segundo a classificação de tamanho de frutos, as podas hedge e central também obtiveram maiores porcentagens de frutos nas categorias superiores (Figura 4). No tratamento sem poda a soma das categorias supergrande e extragrande correspondeu a 54,63% do total, já nas podas hedge e central correspondeu respectivamente a 73,81 e 77,09%. Por outro lado, as menores categorias, pequena e média representaram 23,91% dos frutos nas árvores sem poda e 4,83 e 4,72% na poda hedge e central, respectivamente. A classificação de nozes ratifica o incremento de qualidade proporcionado por ambos os métodos de poda. Wells (2018) também observou que a poda hedge pode ser benéfica no tamanho e qualidade dos frutos. No mercado de exportação o tamanho das nozes é considerado como diferencial no preço pago, representando maior rentabilidade na produção.

O rendimento de amêndoa não foi aumentado com a execução das podas (Tabela 1). De maneira geral, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos nas safras avaliadas, somente na safra 2020/2021 com percentual superior sem a realização da poda. A ‘Pitol 1’ apontou ser uma cultivar de interessante rendimento de amêndoa, com média de mais de 52% de rendimento em todas as safras/tratamentos. Bilharva et al. (2018) relata um rendimento de 55,24% como média para essa cultivar. A porcentagem de amêndoas comerciais não obteve diferença significativa na maioria das safras e média das cinco safras. A exceção foi a safra 2022/2023 na qual ambas as podas obtiveram percentual maior de amêndoas sem defeitos com relação a testemunha.

As podas hedge e central foram realizadas individualmente ao longo das cinco safras de avaliação, porém, tendo em vista os resultados positivos de ambas as podas durante o experimento, a realização de ambas poderá representar resultados ainda mais positivos à medida que favorecerá a entrada de luz solar entre as árvores e no interior da copa das mesmas, além de favorecer a circulação de ar que é importante para a polinização das plantas.



**Figura 4.** Classificação por tamanho de frutos de noqueira-pecã nas categorias pequena, média, grande, extragrande e supergrande produzidos em alta densidade sem poda, com poda hedge e central.

Wells e Sawyer (2023) consideram que a poda hedge em pomares adensados como o do presente estudo (7m x 7m) deva começar no máximo no 7º ano. Os autores, complementaram a poda lateral com o ‘topping’, ou seja, redução da altura das árvores. Quando realizada essa poda, é executada de modo que as árvores não tenham altura superior ao espaçamento adotado. Caso fosse realizada no experimento a altura seria reduzida a 7m. Devido à falta de equipamento adequado, no experimento optou-se pela realização da poda somente na lateral das árvores.

## CONCLUSÃO

- A poda central é o método que proporciona redução de ramos secos nas árvores de noqueira-pecã em alta densidade;
- As podas hedge e central aumentam a produção de frutos de noqueira-pecã em alta densidade;
- As podas hedge e central aumentam a qualidade de frutos de noqueira-pecã, diminuindo a quantidade de frutos por quilo e aumentando a porcentagem de frutos em categorias superiores.

## CONTRIBUIÇÃO DO AUTOR

Ideia conceitual: Martins, C.R.; Malgarim, M.B.; Desenho da metodologia: Hellwig, C.G.; Martins, C.R.; Malgarim, M.B.; Coleta de dados: Hellwig, C.G.; Lima, A.D.V.; Análise e interpretação de dados: Hellwig, C.G.; Redação e edição: Hellwig, C.G.; Mello, R.F. de; Martins, C.R.; Malgarim, M.B.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos e fundos para realização da pesquisa, a Fazenda Müller por permitir a realização do Experimento, a Embrapa Clima Temperado pela estrutura e a Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelo suporte na condução do experimento.

## REFERÊNCIAS

ABANTO-RODRÍGUEZ, C.; NIETO, J. A. B.; MACAHUACHI, B. I. J.; CHOY-SÁNCHEZ, J. S.; PANDURO-TENAZOA, N. M.; MURGA-ORRILLO, H. Plant thinning recovers fruiting

of *Myrciaria dubia* in the Peruvian Amazon. *Revista Brasileira De Ciências Agrárias*, 18(4):e3220, 2023.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, 22(6):711-728, 2013.

ARREOLA ÁVILA, J. G.; LAGARDA MURRIETA, A.; BORJA DE LA ROSA, A.; VALDEZ CEPEDA, R.; LÓPEZ ARIZA, B. Disponibilidad de luz y producción de nuez después del aclareo de árboles de nogal pecanero (*Carya illinoensis*). *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 16(2):147-154, 2010.

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*, 23(6):1-16, 2018.

DE MARCO, R.; MARTINS, C.R.; HERTER, F.G.; CROSA, C.F.R.; NAVA, G.A. Ciclo de desenvolvimento da noqueira-pecã – Escala fenológica. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 20(4):260–270, 2021.

FERNÁNDEZ-CHÁVEZ, M.; GUERRERO-MORALES, S.; PALACIOS-MONÁRREZ, A.; URANGA-VALENCIA, L.P.; ESCALERA-OCHOA, L.; PÉREZ-ÁLVAREZ, S. Análisis de diversos aspectos económicos de la producción en huertas de nogales de alta y baja densidad. Estudio de caso. *Cultivos Tropicales*. 42(2):e01, 2021.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e agrotecnologia*, 38(2):109-112, 2014.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J.; BOTH, V.; ANESE, R. D. O.; MEYER, E. A. Pecan cultivation: general aspects. *Ciência Rural*, 48(02):e20170179, 2018.

GONG, Y.; PEGG, R.B.; KERRIHARD, A.L.; LEWIS, B.E.; HEEREMA, R.J. Pecan Kernel Phenolics Content and Antioxidant Capacity Are Enhanced by Mechanical Pruning and Higher Fruit Position in the Tree Canopy. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 145(3):193-202, 2020.

HELLWIG, C. G.; MARTINS, C. R.; LIMA, A. D. V.; BARRETO, C. F.; MEDEIROS, J. C. F.; MALGARIM, M. B. Hedge and central pruning in a high-density pecan orchard in southern Brazil. *Comunicata Scientiae*, 13:e3842, 2022.

LOMBARDINI, L. One-time pruning of pecan trees induced limited and short-term benefits in canopy light penetration, yield, and nut quality. *HortScience*, 41(6):1469-1473, 2006.

LOMBARDINI, L.; RESTREPO-DIAZ, H.; VOLDER, A. Photosynthetic light response and epidermal characteristics of sun and shade pecan leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 134(3):372-378, 2009.

MAJID, I., KHALIL, A., NAZIR, N. Economic analysis of high density orchards. *International Journal of Advance Research in Science & Engineering*, 7(4), 821-829, 2018.

MALSTROM, H.L.; RILEY, T.D.; JONES, J. R. Continuous hedge pruning affects light penetration and nut production of ‘Western’ pecan trees. *Pecan Qrtly*, 16(3):193-202, 1982.

MARTINS, C. R.; HOFFMANN A.; NACHTIGAL, J.C.; ALBA, J. M. F.; LOPES, J. L. *Panorama da produção, processamento e comercialização de noz-pecã no Sul do Brasil*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2023. 36p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 535).

MAYER, N.A.; NEVES, T.R. DAS; ROCHA, C.T.; SILVA, V.A.L. da. Adensamento de plantio em pessegueiros “Chimarrita”. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 15(1):50-59, 2016.

NOPERI-MOSQUEDA, L.C.; SOTO-PARRA, J.M.; SANCHEZ, E.; NAVARRO-LEÓN, E.; PÉREZ-LEAL, R.; FLORES-CORDOVA, M.A.; SALAS-SALAZAR, N.A.; YÁÑEZ-MUÑOZ, R.M. Yield, quality, alternate bearing and long-term yield index in pecan, as a response to mineral and organic nutrition. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(1): 342-353, 2020.

Norma Oficial Mexicana - NMX-FF-084-SCFI-2009. *Productos alimenticios no industrializados para consumo humano - Fruto fresco - Nuez pecanera *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch - Especificaciones y métodos de prueba*. 2009. Disponível em: <<http://www.comenez.com/assets/nmx-ff-084-scfi-2009.pdf>>.

RALLO, L.; BARRANCO, D.; CASTRO-GARCÍA, S.; CONNOR, D. J.; GÓMEZ DEL CAMPO, M.; RALLO, P. *High-density olive plantations*. *Horticultural Reviews*. 41:303-384, 2013.

REIG, G.; LORDAN, J.; HOYING, S.A.; FARGIONE, M.J.; DONAHUE, D.J.; FRANCESCOTTO, P.; FAZIO, G.; ROBINSON, T. L. Long-term Performance of “Delicious” Apple Trees Grafted on Geneva® Rootstocks and Trained to Four High-density Systems under New York State Climatic Conditions. *Hortscience*, 55(10):1538-1550, 2020.

SANTOS, H.G.; JACOMINE P. K. T; ANJOS L. H. C.; OLIVEIRA V. A.; LUMBRERAS J. F.; COELHO M. R.; ALMEIDA J. A.; ARAÚJO FILHO J. C.; OLIVEIRA J. B.; CUNHA

T. J. F. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 5ed. Brasília, DF, Brasil: Embrapa. Embrapa. 2018, 356p.

WELLS, L. *Southeastern Pecan Grower's Handbook*. 1ed. Athens, University of Georgia. , USA. 2017, 236p.

WELLS, L. Mechanical Hedge Pruning Affects Nut Size, Nut Quality, Wind Damage, and Stem Water Potential of Pecan in Humid Conditions. *HortScience*, 53(8):1203-1207, 2018.

WELLS, L.; SAWYER, A. *Hedge Pruning Pecan Trees in the Southeastern U.S.* Georgia: University of Georgia, 2023. 6p. (UGA Cooperative Extension Bulletin, 1557).

WOOD, B. W. Mechanical hedge pruning of pecan in a relatively low-light environment. *HortScience*, 44(1):68-72, 2009.

WORLEY, R. E.; MULLINIX, B. G.; DANIEL, J. W. Selective limb pruning, tree removal, and paclobutrazol growth retardant for crowding pecan trees. *Scientia Horticulturae*, 67:79-85, 1996.

ZHU, H.; STAFNE, E. T. Influence of paclobutrazol on shoot growth and flowering in a high-density pecan orchard. *HortTechnology*, 29(2):210-212, 2019.

**4.2 Artigo 2. Desbaste de árvores para melhoria do crescimento, produção e qualidade de noz-pecã em pomares adensados**

(Artigo submetido a Revista Thema)



## Desbaste de árvores para melhoria do crescimento, produção e qualidade de noz-pecã em pomares adensados

*Tree thinning to improve pecan growth, production and quality in high-density orchards*

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a resposta do desbaste de árvores no crescimento vegetativo, aspectos produtivos e qualidade de frutos em um pomar de noqueira-pecã adensado com problemas de sombreamento. O experimento foi avaliado durante cinco safras e foi composto por esquema fatorial 2 x 2, com duas cultivares, com e sem o desbaste de árvores. Foram avaliadas variáveis de crescimento vegetativo, ramos secos, produção e de qualidade de frutos. O desbaste de árvores favoreceu o crescimento da copa, resultou em maior número de ramos basais, reduziu o secamento de ramos nas árvores, aumentou a produção por árvore e a eficiência produtiva. Não somente a massa, o comprimento e diâmetro de frutos, mas também o número de frutos por quilo foi favorecido pelo desbaste de árvores. Intensidade de alternância de produção e rendimento de amêndoa não foram favorecidos. O desbaste de árvores aumenta o crescimento vegetativo, a produção por árvore, a eficiência produtiva e a qualidade de frutos de noqueira-pecã, porém após cinco safras ainda não incrementa a produtividade do pomar.

**Palavras-chave:** *Carya illinoensis*; sombreamento, nozes, secamento de ramos.

### ABSTRACT

*This study aimed at evaluating the effect of tree thinning on vegetative growth, production aspects and fruit quality in a high-density pecan orchard which has shading issues. The experiment was evaluated for five cycles in a 2 x 2 factorial design, with two cultivars, with and without any tree thinning. The following variables were evaluated: vegetative growth, dry branches, fruit production and fruit quality. Tree thinning favored canopy growth, resulted in more basal branches, decreased branch drying in trees, increased production per tree and improved production efficiency. Not only fruit mass, length and diameter, but also the number of fruit per kilo, were favored by tree thinning. Neither intensity of production alternation nor kernel yield were favored. Even though tree thinning increases vegetative*

*growth, production per tree, production efficiency and fruit quality of pecan trees, it does not increase orchard productivity after five cycles.*

**Key words:** *Carya illinoensis*; shading, nuts, branch drying.

## 1. INTRODUÇÃO

A noz-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch], nativa do sul dos EUA e norte do México, pertence à família Juglandaceae (Poletto *et al.*, 2019, p. 1). Nessas regiões, as árvores nativas apresentam características de sistemas radiculares profundos, ramos longos e crescem até 40m de altura e 20 m de diâmetro de copa (Fronza *et al.*, 2018, p. 2).

Pomares de alta densidade têm sido constantemente implantados na fruticultura mundial e brasileira. A alta densidade tem levado a profundas transformações no sistema de produção de determinadas culturas, como a macieira (Reig *et al.*, 2020, p. 1538), o pessegueiro (Mayer *et al.*, 2016, p. 50; Souza *et al.*, 2019, p. 6) e citros (Azevedo *et al.*, 2015, p. 184), que tiveram seu aumento de produtividade associado ao aumento da densidade. O controle do vigor das árvores é um requisito para o sucesso da alta densidade em culturas frutíferas, dentre as técnicas utilizadas com esse fim estão o uso de cultivares ou porta-enxertos anãos, a poda e condução das árvores e a utilização de reguladores de crescimento (Majid *et al.*, 2018, p. 824). A noqueira-pecã, no entanto, ainda não apresenta porta-enxerto ou cultivares anãos, o que é um dos fatores limitantes (Zhu e Stafne, 2019, p. 210).

Os espaçamentos utilizados na cultura da noqueira-pecã no mundo variam bastante, desde superadensados 4m x 6m, 6m x 8m e 6m x 6m até pouco adensados de 30m x 30m (Zhang *et al.*, 2015, p. 724; Wells, 2017, p. 20).

No Brasil, segundo estudo realizado por Martins *et al.* (2023, p. 17) em torno de 39,0% dos produtores adotaram a alta densidade de árvores por hectare (>100 árvores). Porém a maioria dos produtores que adotaram a alta densidade nos últimos 10 a 20 anos estão sofrendo com problemas devido ao sombreamento entre as copas das árvores por volta dos 10 anos (Fronza *et al.*, 2018, p. 3) que além de reduzir o potencial produtivo, causa problemas de ramos secos e baixa qualidade de frutos (Hellwig *et al.*, 2022, p. 3-4). Nesse sentido, de acordo com Arreola Ávila *et al.* (2010, p. 147), pomares adultos necessitam de altos níveis de luz para atingir o crescimento das plantas, produtividade e a qualidade de nozes ideais. As podas e o desbaste de árvores são alternativas citadas por Wood (2009, p. 68) como métodos para aumentar a luz solar que chega aos ramos basais.

Em alguns países, o desbaste de árvores tem sido uma prática alternativa de manejo para aumentar a penetração de luz solar em pomares adensados, porém pode diminuir temporariamente a produção de nozes na área (Arreola Ávila *et al.*, 2010, p. 154; Gong *et al.*, 2020, p. 194). No Brasil carece de informações científicas e experiências em pomares comerciais que possam dimensionar este manejo estratégico para reduzir os problemas com sombreamento em pomares implantados com espaçamento reduzido.

As cultivares de noqueira-pecã Barton e Pitol 1 (também conhecida como 'Melhorada') estão entre as mais cultivadas no Brasil, compondo respectivamente 96,8% e 54,4% dos pomares do Sul do país (Martins *et al.*, 2023, p. 19). As mesmas apresentam diferenças de

características vegetativas que podem resultar em diferença de resposta com a execução do desbaste de plantas.

Diante da realidade de muitos pomares adensados de noqueira-pecã no Sul do Brasil, objetivou-se avaliar a resposta do desbaste de árvores no crescimento vegetativo, aspectos produtivos e qualidade de frutos em um pomar de noqueira-pecã adensado com problemas de sombreamento.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante cinco safras (de agosto de 2018 até junho de 2023) em um pomar comercial de noqueira-pecã localizado no município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul (RS), Brasil (27° 55' 15" S; 54° 32' 37" W). Pela classificação de Köppen-Geiger, o clima é classificado como Cfa (Alvares *et al.*, 2013, p. 723). O solo é classificado como Latossolo vermelho distroférico típico e a altitude de 330 metros acima do nível do mar (Santos *et al.*, 2018, p. 207). O pomar foi implantado em 2008 em espaçamento 7m x 7m, com 204 árvores por hectare, caracterizando a alta densidade. O pomar é constituído das cultivares Barton e Pitol 1. Embora estas cultivares de Barton e Pitol 1 polinizem umas às outras e tenham sincronização em relação a polinização (De Marco *et al.*, 2023, p. 310), o pomar ainda é constituído em uma proporção menor das cultivares Success e Shawnee.

As árvores têm origem de mudas enxertadas, com porta-enxertos oriundos de sementes. O pomar não apresenta sistema de irrigação e não foram realizadas podas anuais desde o quinto ano após a implantação. A adubação das árvores foi realizada de acordo com análises de solo, foliares e de acordo com a projeção de produção das árvores com base no manual de adubação do RS e SC (Comissão de Fertilidade e Química do Solo-CQFS – RS/SC, 2016, 215-218). Os controles fitossanitários foram realizados pelo produtor de acordo com a necessidade durante os anos.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com esquema fatorial 2 x 2 (cultivar x desbaste de árvores), ou seja, os tratamentos foram formados pelas cultivares Barton e Pitol 1 com e sem o desbaste de árvores. O experimento foi formado por três blocos, cada tratamento constituído por 15 árvores. O desbaste de árvores foi feito em agosto de 2018, consistindo na retirada da metade das árvores da área, sendo o corte realizado com auxílio de motosserra (Figura 1a) de maneira alternada na linha e de maneira desencontrada na linha ao lado, passando de um espaçamento quadrático para um espaçamento triangular (Figura b). Com isso passou-se de uma densidade de 204 árvores para 102 árvores por hectare (Figura 1c).

Foram avaliados crescimento em altura, larguras lateral e transversal, volume de copa e área da secção transversal do tronco entre os anos de 2019 e 2023. Para medição da altura e larguras das árvores foi utilizada fita métrica e taquara. Enquanto o volume de copa (VC) e área da secção transversal do tronco (ASTT) foram obtidos de acordo com as equações a seguir:

$$VC = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$$

Onde VC é o Volume da copa;  $\pi = 3,1416$ ; r é o raio da copa e h é a altura da árvore.

$$ASTT = \pi \cdot r^2$$

Onde ASTT é área da secção transversal do tronco (cm<sup>2</sup>);  $\pi = 3,1416$  e  $r$  é o raio do tronco.

**Figura 1** – Desbaste de árvores realizado com auxílio de motosserra (a); área após o desbaste de árvores (b); Esquema representativo antes e após o desbaste de árvores (c).



Fonte: Elaborada pelo autor.

O número de ramos basais foi avaliado no período vegetativo da última safra, contabilizando aqueles ramos secundários (pernadas) presentes até a altura de 3 metros. O número de ramos secos, por outro lado, também foi avaliado durante o período vegetativo, porém nas cinco safras e foi calculada a média destas safras. Para tanto, foram contabilizados ramos sem a presença de folhas e aqueles com folhas secas na parte basal e no interior da copa das árvores.

A colheita foi realizada com trator e 'shaker' para derrubar os frutos, para na sequência serem recolhidos e pesados em cada uma das árvores. A produção por planta foi avaliada, pesando os frutos colhidos com balança digital. A eficiência produtiva foi calculada para as cinco safras e média das safras com relação ao volume de copa das árvores, consistindo na divisão da produção das árvores pelo volume de copa. Também foi calculado a intensidade de alternância de produção (IAP) entre os tratamentos de acordo com a equação:  $IAP = 1 / (n-1) \times \{ |(a_2 - a_1)| / (a_2 + a_1) + |(a_3 - a_2)| / (a_3 + a_2) \dots + |(a_n - a_{n-1})| / (a_n + a_{n-1}) \}$ , no qual  $n$  = número de anos, e  $a_1, a_2, \dots, a_{(n-1)}, a_n$  = produção por planta dos anos correspondentes (Pearce & Doberšek-Urbanc, 1967, p. 295-305). A produtividade média das cinco safras foi calculada pela

multiplicação da produção média das mesmas safras pelo número de árvores de cada um dos tratamentos.

Após as avaliações produtivas, amostras de 1,4 kg por planta foram coletadas para secagem em secador de ar forçado, a uma temperatura entre 40 e 50°C até atingir umidade de 4%, para então ser avaliada a qualidade dos frutos e suas partes.

O número de frutos por quilo foi avaliado contando-os em cada amostra até atingir 1000 g na balança de precisão. Para as demais avaliações foram avaliados 25 frutos por amostra (planta), nos quais com auxílio de paquímetro digital, foram medidos comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas e a espessura de cascas. Com balança digital foram pesados individualmente frutos, amêndoas e cascas. O rendimento de amêndoa foi obtido por meio do cálculo:  $(\text{massa de amêndoa}/\text{massa de fruto}) \times 100$ . Também foi avaliada a qualidade das amêndoas por meio da porcentagem de frutos comerciais (sem defeitos por análise visual) e cor e luminosidade de amêndoas com colorímetro Konica Minolta. Com relação à luminosidade, quanto maior o valor, mais claras são as amêndoas, já quanto menor o valor, mais escuras as amêndoas são. A cor que foi calculada para obtenção do °hue, conforme a fórmula:  $H^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ , indica quão avermelhadas ou amareladas as nozes são. Valores mais próximos de 0° indicam amêndoas mais avermelhadas, enquanto valores mais próximos a 90° indicam amêndoas mais amareladas. Embora avaliadas anualmente, para as variáveis de qualidade dos frutos foram utilizadas as médias das cinco safras avaliadas.

Os resultados após a análise dos pressupostos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Quando houve interação entre os fatores cultivar e desbaste, esses dados foram utilizados. Quando não houve interação, as médias dos fatores desbaste e cultivar foram avaliadas isoladamente por meio do programa de análise estatística SISVAR 5.6 (Ferreira, 2014, p. 109-112).

## 2.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desbaste favoreceu o crescimento das árvores, com aumento de largura e volume de copa (Tabela 1). Por outro lado, as árvores cresceram mais em altura sob a condição de alta densidade. Este fator que pode ser explicado, devido à competição lateral entre ramos adjacentes, as árvores se adaptam priorizando o crescimento vertical na alta densidade e como aumentou o espaço com o desbaste puderam se expandir mais lateralmente. A ASTT não foi afetada de maneira significativa com a realização do desbaste.

Cinco anos após a realização do desbaste de árvores o número de ramos basais presentes nas árvores foi maior naquelas sob maior espaçamento (Figura 2). A quebra de ramos com a execução de manejos e o comprometimento do estrato basal da planta pelo sombreamento, que acaba secando os ramos, justificam o menor número de ramos no pomar adensado.

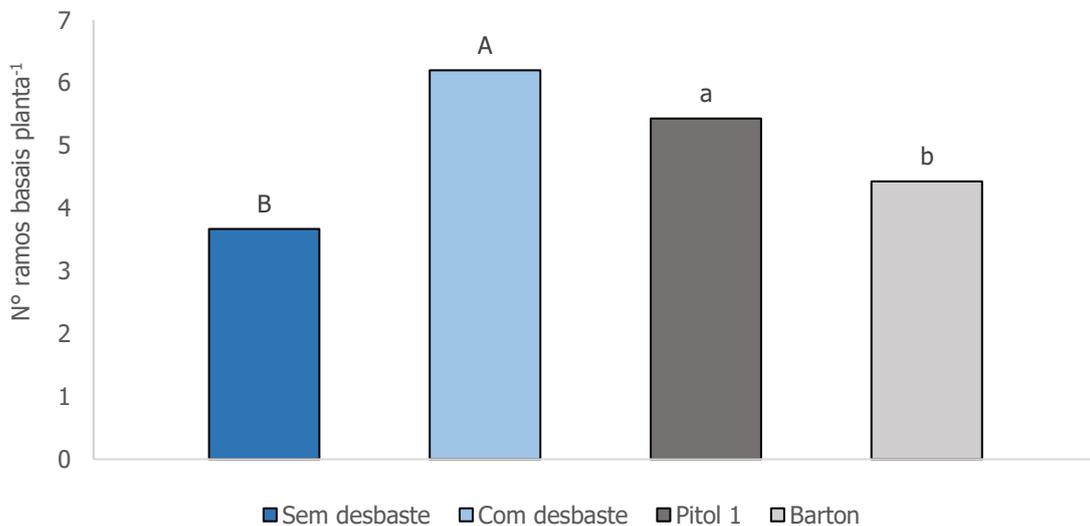
**Tabela 1** – Crescimentos em altura (H), largura transversal da copa (LTC), largura lateral da copa (LLC), volume de copa (VC) e área da secção transversal do tronco (ASTT) em nogueira-pecã das cultivares Pitol 1 e Barton com e sem desbaste de árvores entre os anos de 2019 e 2023.

Desbaste	H (m)		LTC (m)	LLC (m)	VC (m <sup>3</sup> )	ASTT (cm <sup>2</sup> )
	Pitol 1	Barton				
Sem desbaste	2,12 aA	1,86 aA	0,86 b	0,54 b	36,01 b	134,70 <sup>ns</sup>
Com desbaste	1,33 bA	0,67 bB	1,74 a	1,64 a	93,82 a	159,04
<b>Cultivar</b>						
Pitol 1	-	-	1,10 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	83,76 a	147,55 <sup>ns</sup>
Barton	-	-	1,17	1,00	46,07 b	146,20
P (Desbaste)	<0,0001		<0,0007	0,0007	<0,0001	0,1812
P (Cultivar)	0,0049		0,3157	0,5706	0,0046	0,9405
P (D x C)	0,0502		0,3647	0,1498	0,696	0,6296

Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns = não significativo.

Fonte: Elaborada pelo autor.

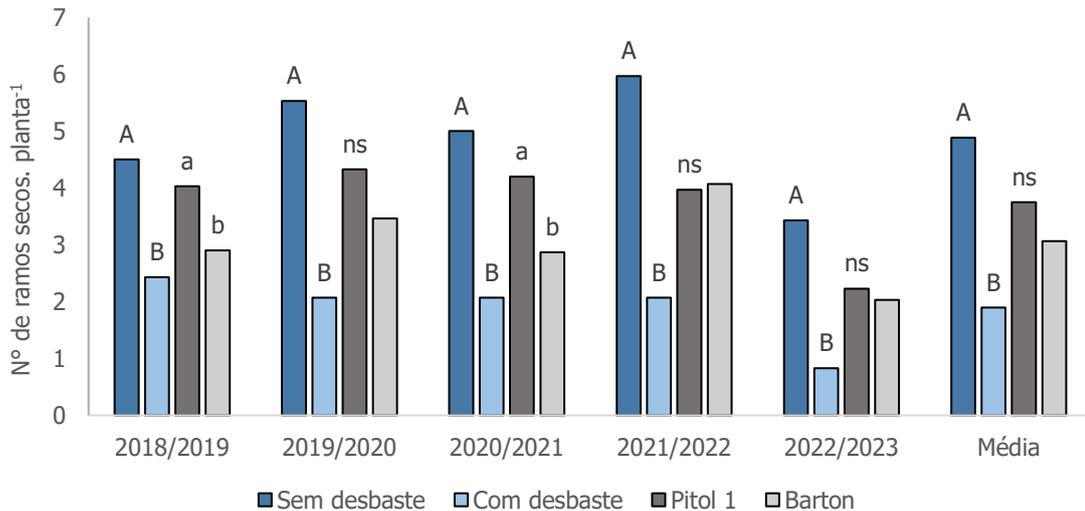
**Figura 2** – Número de ramos basais por planta de nogueira-pecã com e sem o desbaste de árvores e entre as cultivares Pitol 1 e Barton avaliado ao final de cinco safras.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O número de ramos secos de maneira inversa foi maior na área sem desbaste nas cinco safras avaliadas (Figura 3). Com o secamento dos ramos basais e o número de ramos presentes nesse estrato também foi comprometido. Estes fatores reduzem as estruturas produtivas, pois em um estrato sob condições de cultivo adequadas localiza-se é a maior parte da produção da planta. Além do fator produtivo, os ramos secos caídos ou que caem durante a colheita acabam dificultando e aumentando o tempo de colheita das nozes.

**Figura 3** – Número de ramos secos por planta de noqueira-pecã com e sem o desbaste de árvores e entre as cultivares Pitol 1 e Barton avaliado ao final de cinco safras e média das safras.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A produção de frutos nas árvores foi amplamente beneficiada com a realização do desbaste das mesmas (Tabela 2). Somente houve interação nessa variável na safra 2021/2022, na qual com o desbaste a produção foi superior na cultivar Pitol 1, em 'Barton' não houve diferença com e sem desbaste. Nas safras 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2022/2023, assim como na produção acumulada, o tratamento com desbaste foi superior ao sem desbaste de árvores.

**Tabela 2** – Desdobramento da interação entre os fatores desbaste e cultivar na produção por planta de duas cultivares de noqueira-pecã em alta densidade com e sem o desbaste de árvores entre as safras 2018/2019 e 2022/2023 e na produção acumulada.

Desbaste	Produção por planta (kg)						
	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022		2022/2023	Acumulada
				Pitol 1	Barton		
Sem desbaste	8,44 b	2,78 b	9,30 b	2,42 bA	2,49 aA	6,79 b	29,77 b
Com desbaste	12,26 a	4,08 a	14,55 a	6,53 aA	2,80 aB	11,24 a	46,79 a
<b>Cultivar</b>							
Pitol 1	8,49 b	4,16 a	9,14 b	-	-	8,85 ns	35,11 b
Barton	12,22 a	2,71 b	14,71 a	-	-	9,17	41,79 a
P (Desbaste)	0,0019	0,0068	<0,0001	0,0042		<0,0001	<0,0001
P (Cultivar)	0,0024	0,0026	<0,0001	0,0165		0,7066	0,0207
P (D x C)	0,9707	0,1513	0,5065	0,013		0,3051	0,3052

Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns = não significativo.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na produção acumulada de cinco anos, a diferença foi de 17,02 kg entre os tratamentos, o que corresponde a 57,17% de aumento com a retirada de árvores da área. A cultivar Barton obteve uma produção acumulada maior que a 'Pitol 1', sendo mais produtiva nas safras 'on' e

menos produtiva nas safras 'off'. Arreola-Ávila *et al.* (2010, p. 152) também observaram aumento da produção por planta em cinco anos de avaliação com a realização de diferentes intensidades de desbaste, enquanto Abanto-Rodríguez *et al.* (2023, p. 1) observaram a recuperação de características produtivas de *Myrciaria dubia* por meio do desbaste de árvores, realizado em plantios de alta densidade. Fernández-Chavez *et al.* (2021, p. 9) destacam que as árvores sob menor densidade apresentam mais produção, pois tem mais espaço e luz, o que eleva a fotossíntese e resulta no aumento produtivo.

Na eficiência produtiva (EPVC) houve interação entre os fatores nas safras 2019/2020 e 2021/2022, que foram duas safras com baixa produção de frutos (Tabela 3). Enquanto na safra 2019/2020 somente as árvores de 'Barton' com desbaste foram superiores, em 2021/2022 foi na cultivar Pitol 1 que as árvores obtiveram EPVC maior com o desbaste das mesmas. Nas demais safras e na média não houve interação, observando-se superioridade com desbaste em 2018/2019, 2020/2021 e na média das safras. Na safra 2022/2023 não houve diferença. Portanto, de maneira geral, as árvores com mais espaço foram mais eficientes na produção que aquelas em alta densidade.

**Tabela 3** – Desdobramento da interação entre os fatores desbaste e cultivar na eficiência produtiva em relação ao volume de copa (EPVC) em noqueira-pecã em alta densidade de plantio.

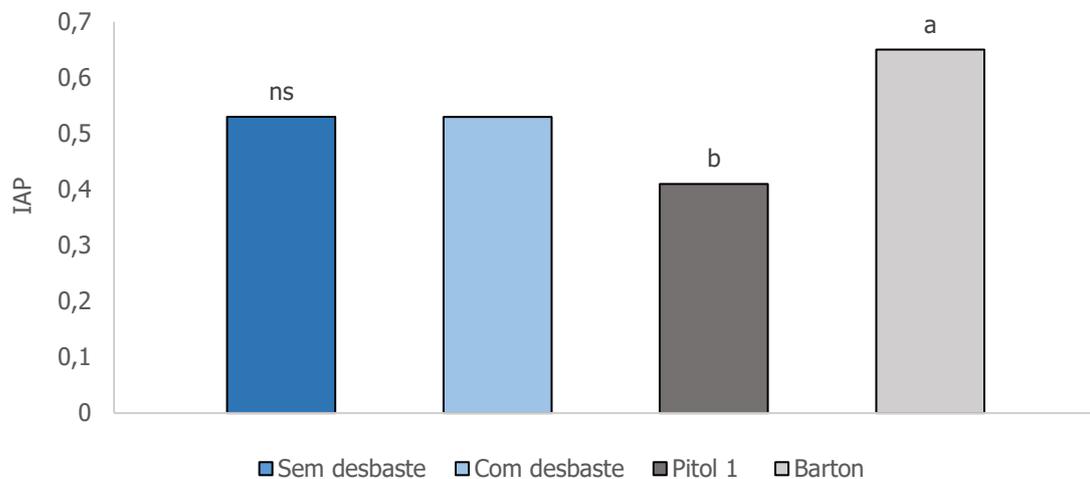
Desbaste	EPVC (kg m <sup>3</sup> )						Média	
	2018/2019	2019/2020		2020/2021	2021/2022			2022/2023
		Pitol 1	Barton		Pitol 1	Barton		
Sem desbaste	0,061 b	0,032 aA	0,012 bB	0,065 b	0,017 bA	0,016 aA	0,039 <sup>ns</sup>	0,040 b
Com desbaste	0,076 a	0,025 aA	0,023 aA	0,079 a	0,036 aA	0,016 aB	0,043	0,050 a
<b>Cultivar</b>								
Pitol 1	0,058 b	-	-	0,057 b	-	-	0,036 b	0,041 b
Barton	0,080 a	-	-	0,087 a	-	-	0,046 a	0,049 a
P (Desbaste)	0,0194	0,4095		0,0005		0,0361	0,2038	< 0,0001
P (Cultivar)	0,0011			< 0,0001		0,0326	0,0048	< 0,0001
P (T x C)	0,0753	0,0035		0,2339		0,0487	0,6790	0,5640

Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns = não significativo.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A noqueira-pecã apresenta como característica a alternância de produção entre safras, com anos de alta produção ('on') seguidos de anos com baixa produção ('off'). A alternância de produção é associada a uma maturação tardia dos frutos na temporada, com pouco tempo de armazenamento de carboidratos para as flores e frutos da próxima estação e da alta concentração de lipídeos nos frutos que necessitam muita energia para síntese (Noperi-Mosqueda *et al.*, 2020, p. 343). No presente estudo a intensidade de alternância de produção (IAP) não foi alterada com ou sem a realização do desbaste de árvores (Figura 4). Porém entre as duas cultivares foi constatado que a 'Barton' apresenta mais alternância que a 'Pitol 1'.

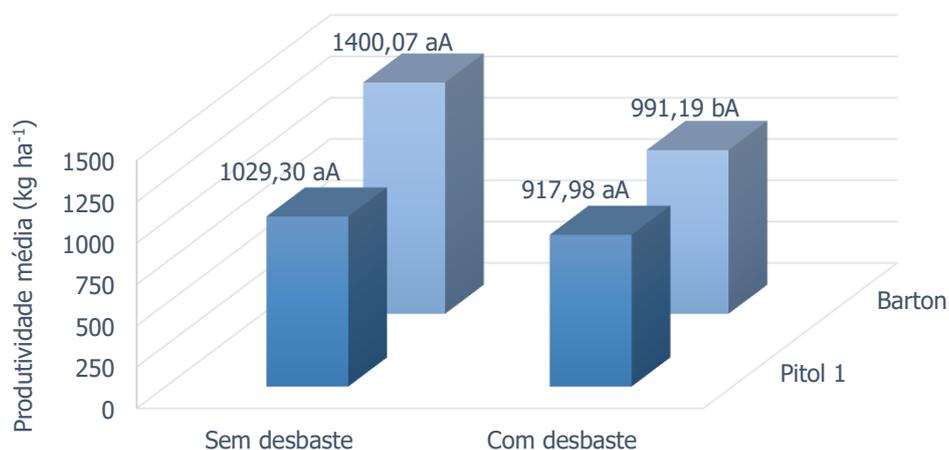
**Figura 4** – Intensidade de alternância de produção (IAP) nos fatores desbaste e cultivar em cinco safras de avaliação em pomar de nogueira-pecã em alta densidade de plantio.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nas variáveis produtivas por unidade o desbaste mostrou-se muito benéfico. Na produtividade média das cinco safras, no entanto, o desbaste resultou em produtividade média menor na cultivar Barton, e na 'Pitol 1' não obteve diferença significativa (Figura 5). Após cinco anos da realização do desbaste o aumento de produção das pecaneiras com o manejo ainda não compensou a retirada de árvores realizada. Foram retiradas 50% das árvores da área no tratamento com o desbaste, por outro lado, a redução de produtividade em relação a área adensada foi de 29,20% na cultivar Barton e de 10,81% na 'Pitol 1'. Fernández-Chavez *et al.* (2021, p. 8) observaram que a produtividade de pomares com 204 árvores por hectare foi maior que a de pomares com 100 árvores entre o sétimo e o 11º ano, associando a diferença ao número de árvores. A alternância de produção observada em ambas as cultivares e a estiagem ocorrida com maior intensidade na safra 2021/2022 comprometeram a obtenção de produtividades médias superiores no experimento.

**Figura 5** – Desdobramento da interação entre os fatores desbaste e cultivar na produtividade média entre as cinco safras de avaliação em pomar de nogueira-pecã em alta densidade de plantio.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Constata-se que houve um aumento de produtividade na cultivar Pitol 1. O que justifica essa diferença é que a 'Pitol 1' é uma cultivar com folíolos maiores e mais compactos comparativamente com a 'Barton', o que trouxe mais prejuízos com o sombreamento causado pela sobreposição de ramos de árvores adjacentes e mais benefícios às árvores após o desbaste. A cultivar Barton por possuir folíolos menos compactos obteve produções por planta com diferença menor com e sem a realização do desbaste de árvores.

O desbaste adotado no experimento foi de 50% das árvores em uma única etapa, o que acaba sendo uma redução abrupta. Essa decisão foi tomada tendo em vista o nível de sombreamento que o pomar se encontrava. Procurando não afetar negativamente a produtividade que o desbaste abrupto ocasiona, a realização do manejo de maneira parcelada ou gradual é uma alternativa, com isso seriam retiradas 25% no primeiro ano, mais 25% no ano seguinte (Arreola-Ávila *et al.*, 2010, p. 153).

O estudo permite inferir que a cultivar Barton adapta-se melhor a uma maior densidade que a 'Pitol 1', porém observando a produção por planta e fatores como ramos secos e número de ramos basais, uma maior densidade deve ser considerada, pois a longo prazo os problemas tendem a se intensificar com a competição por espaço e luz solar. Também se salienta que embora neste estudo tenha sido realizada uma avaliação da produtividade individual por cultivar, na prática haverá a necessidade de utilização de mais cultivares em uma mesma área devido à polinização, então uma padronização de espaçamento deve ser definida.

O desbaste de árvores promoveu melhoria na maioria das variáveis de qualidade de frutos. O comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas foi maior com o desbaste de árvores na média das cinco safras avaliadas (Tabela 4). Entre as cultivares observou-se que os frutos e amêndoas da cultivar Pitol 1 foram maiores que da 'Barton', independente da realização do desbaste de árvores.

**Tabela 4** – Média de cinco safras (2019-2023) de comprimento e diâmetro de frutos e comprimento e diâmetro de amêndoas de nogueira-pecã das cultivares Pitol 1 e Barton com e sem desbaste de árvores.

Desbaste	Comprimento de fruto (mm)		Diâmetro de fruto (mm)		Comprimento de amêndoa (mm)		Diâmetro de amêndoa (mm)	
	Pitol 1	Barton	Pitol 1	Barton	Pitol 1	Barton	Pitol 1	Barton
Sem desbaste	41,30 bA	36,64 bB	22,01 bA	21,35 bB	32,54 bA	29,88 bB	18,49 bA	17,04 bB
Com desbaste	43,93 aA	37,97 aB	23,21 aA	22,24 aB	34,93 aA	31,00 aB	19,50 aA	17,73 aB
P (T x C)	<0,0001		0,0118		0,0001		0,0011	

Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns = não significativo.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A espessura de casca foi superior com o desbaste de árvores em ambas as cultivares, sendo diretamente relacionada à um maior tamanho dos frutos (Tabela 5). A massa de frutos, amêndoas e cascas tanto na cultivar Pitol 1 quanto Barton foram maiores com a retirada de árvores. Entre cultivares a massa da 'Pitol 1' foi maior que a da 'Barton' com e sem o desbaste de árvores. Bilharva *et al.* (2018, p. 5) descreve média superior para cultivar 'Pitol 1' e intervalo que engloba a média com desbaste de árvores de 'Barton'.

**Tabela 5** – Média de cinco safras (2019-2023) da espessura de casca, massa de frutos, amêndoas e cascas de noqueira-pecã das cultivares Pitol 1 e Barton com e sem desbaste de árvores.

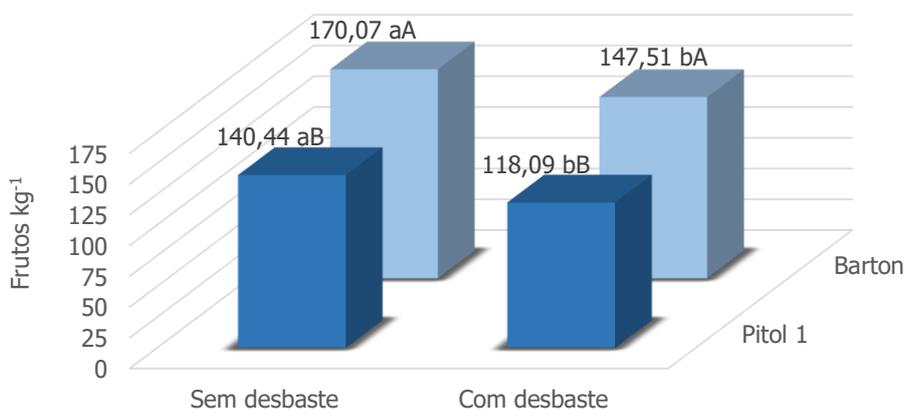
Desbaste	Espessura de casca (mm)		Massa de fruto (g)		Massa de amêndoa (g)		Massa de casca (g)	
	Pitol 1	Barton	Pitol 1	Barton	Pitol 1	Barton	Pitol 1	Barton
Sem desbaste	0,84 bA	0,80 bB	7,48 bA	6,25 bB	4,12 bA	3,42 bB	3,36 bA	2,83 bB
Com desbaste	0,86 aA	0,85 aA	8,82 aA	7,21 aB	4,84 aA	3,97 aB	3,98 aA	3,25 aB
P (D x C)	0,0275		0,0003		0,0009		0,0001	

Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns = não significativo.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Com tamanho e massa de frutos maior com a realização do desbaste, houve também uma redução na quantidade de frutos por quilo (Figura 6). Tanto na cultivar Pitol 1 quanto na 'Barton' foram necessários 22 frutos a menos para atingir um quilo em árvores da área com desbaste. Na prática isso representa frutos mais valorizados na indústria, à medida que frutos por quilo é um dos critérios de valorização. Caso fossem classificados, os frutos de 'Pitol 1' seriam classificados como grandes sem desbaste e supergrandes com a realização do desbaste de plantas. Na cultivar Barton os frutos das áreas com e sem desbaste ficariam na classe grande, embora na área mais adensada o número de frutos ficou no limite para não pertencer à categoria média.

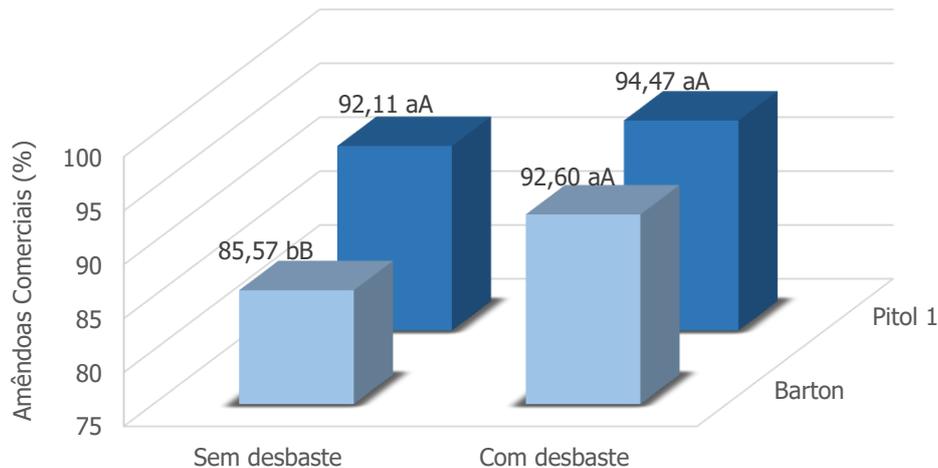
**Figura 6** – Média de cinco safras (2019-2023) do desdobramento da interação entre os fatores desbaste e cultivar na variável frutos por quilo de noqueira-pecã em alta densidade.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Além das variáveis relacionadas ao tamanho dos frutos, a qualidade das amêndoas também é critério de avaliação, sendo a porcentagem de amêndoas comerciais (sem defeitos) um dos avaliados. No presente estudo, na cultivar Pitol 1 o desbaste não elevou a porcentagem de amêndoas comerciais, porém na 'Barton' sem o desbaste houve aproximadamente 7% a menos de amêndoas comerciais em relação às amêndoas de árvores sob maior espaçamento (Figura 7).

**Figura 7** – Média de cinco safras (2019-2023) do desdobramento da interação entre os fatores desbaste e cultivar na variável amêndoas comerciais de noqueira-pecã em alta densidade.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O rendimento de amêndoas é um dos principais parâmetros utilizados para avaliação das nozes, porém não foi diferente nos fatores desbaste e cultivar no presente experimento (Tabela 6). A luminosidade das amêndoas foi maior com o desbaste de árvores, ou seja, as amêndoas foram mais claras que as sem desbaste de árvores. Na cor das amêndoas não houve diferença com e sem desbaste. Entre as cultivares, tanto luminosidade quanto a cor das amêndoas foram maiores na cultivar Barton. Por característica, a 'Pitol 1' apresenta amêndoas mais escuras e avermelhadas em relação à 'Barton', o que pode ser comprovado neste estudo.

**Tabela 6** – Média de cinco safras (2019-2023) de rendimento de amêndoas, luminosidade e cor de amêndoas de noqueira-pecã das cultivares Pitol 1 e Barton com e sem desbaste de árvores.

Desbaste	Rendimento de amêndoas (%)	Luminosidade (L*)	Cor (°hue)
Sem desbaste	54,79 ns	45,13 b	69,87 ns
Com desbaste	54,77	45,75 a	69,93
Cultivar			
Pitol 1	54,98 ns	44,35 b	68,87 b
Barton	54,58	46,56 a	70,94 a
P (Desbaste)	0,9387	0,0097	0,7138
P (Cultivar)	0,0768	<0,0001	<0,0001
P (D x C)	0,2432	0,9975	0,0724

Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas diferem pelo teste de Tukey com 5% de significância. ns = não significativo.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Diante dos resultados, observa-se que o desbaste de árvores foi benéfico em uma série de variáveis relacionadas ao crescimento, eficiência produtiva das árvores e qualidade de frutos. Os dados obtidos foram proporcionados pela retirada de competição entre as árvores, principalmente em relação à luz solar, porém também pelo espaço físico de raízes e parte

aérea, além de reduzir o microclima para doenças fúngicas e facilitar os manejos a serem realizados no pomar.

O desbaste em cinco safras ainda não compensou economicamente a sua realização, à medida que a produtividade média ainda não superou a produtividade da área adensada. Porém, observou-se ao longo do estudo, que devido à limitação produtiva das árvores sem desbaste e menor qualidade de frutos, em poucas safras a metade das árvores irá superar economicamente a área com 204 árvores. Em termos de custos e renda gerada, a madeira obtida pelo desbaste praticamente amortizou os custos para a sua realização.

As podas de abertura de copa são uma alternativa menos drástica em relação ao desbaste, que vem sendo estudadas. A poda mecanizada hedge, que faz a contenção do crescimento lateral das plantas e a poda central são as comumente utilizadas (Wells, 2018, p. 1203; Hellwig *et al.*, 2022, p. 2). A poda hedge, no entanto, nos estudos de Wells (2018) e Wood (2009) não incrementou a produtividade em duas e quatro safras avaliadas respectivamente. Lombardini (2006) somente observou aumento da produtividade em uma de três cultivares avaliadas. A poda é um manejo necessário na formação das árvores, e deve ser executada desde o momento do plantio na nogueira-pecã, para proporcionar uma correta estrutura e disposição dos ramos, fatores que conseqüentemente minimizarão os problemas de sombreamento futuros.

De uma maneira mais ampla, diante da tardia entrada em produção, quinto ano, e da baixa produção em árvores adultas comprometidas pelo sombreamento a utilização de densidades de plantio menores é uma escolha mais interessante. Fernández-Chavez *et al.* (2021, p. 12) em estudo comparando a alta e baixa densidade durante 11 anos observaram que a relação custo-benefício é melhor na baixa densidade, à medida que permite o consórcio com alfafa nos primeiros quatro anos, que é uma fonte de renda na área do pomar. O próprio consórcio com ovinos é mais adequado em baixa densidade, pois a pastagem tende a se desenvolver melhor nesta condição.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desbaste de árvores aumenta o crescimento vegetativo, resultando em mais ramos basais e menos ramos secos nas árvores;

A produção e eficiência produtiva das árvores de nogueira-pecã são aumentadas pelo desbaste de árvores;

O desbaste de árvores aumenta a qualidade de frutos de nogueira-pecã em alta densidade, resultando em frutos com maior tamanho, massa e luminosidade de amêndoas.

### 4. REFERÊNCIAS

ABANTO RODRIGUEZ, C.A. *et al.* Plant thinning recovers fruiting of *Myrciaria dubia* in the Peruvian Amazon. **Agrária**, v.18, n.4, p. 1–7, 2023. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v18i4a3220/1546>. Acesso em: 20 abr. 2024.

ALVARES, C.A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711–728, 2013. Disponível em:

[https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen\\_s\\_climate\\_classification\\_map\\_for\\_Brazil](https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil). Acesso em: 21 abr. 2024.

ARREOLA ÁVILA, J.G. *et al.* Disponibilidad de luz y producción de nuez después del aclareo de árboles de nogal pecanero (*Carya illinoensis*). **Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente**, v.16, n.2, p.147–154, 2010. Disponível em: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-40182010000200004](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182010000200004). Acesso em: 21 abr. 2024.

AZEVEDO, F. A. *et al.* Produtividade de laranjeira Folha Murcha enxertada em limoeiro Cravo sob 326 adensamento de plantio. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n.2, p. 184-188, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/HL35F3FqmCthkThXlk3p9rz/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 21 abr. 2024.

BILHARVA, M.G. *et al.* Pecan: from Research to the Brazilian Reality. **Journal of Experimental Agriculture International**. v. 23, n.6, p.1–16, 2018. Disponível em: <https://journaljeai.com/index.php/JEAI/article/view/67/133>. Acesso em: 21 abr. 2024.

CQFS-RS/SC – Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, SBSC-NRS, 2016.

DE MARCO, R. *et al.* Característica fenológica de cultivares de noqueira- pecã no Uruguai e no Brasil. **Revista Científica Rural, Bagé-RS**, v.25, n.1, p. 302-317, 2023. Disponível em: <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/3998/pdf>. Acesso em: 21 abr. 2024.

FERNÁNDEZ-CHÁVEZ, M. *et al.* Análisis de diversos aspectos económicos de la producción en huertas de nogales de alta y baja densidad. Estudio de caso. **Cultivos Tropicales**. v.42, n.2, p. e01, 2021. Disponível em: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v42n2/1819-4087-ctr-42-02-e01.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2024.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109–112, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yyWQQVwqNch6kzf9qT9Jdhv/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 21 abr. 2024.

FRONZA, D. *et al.* Pecan cultivation: general aspects. **Ciencia Rural**, v.48, n.02, e20170179, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/r4GZhB8T6rWGKG8MnypCjD/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 21 abr. 2024.

GONG, Y. *et al.* Pecan Kernel Phenolics Content and Antioxidant Capacity Are Enhanced by Mechanical Pruning and Higher Fruit Position in the Tree Canopy. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.145, n.3, p.193–202, 2020. Disponível em: <https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/145/3/article-p193.xml>. Acesso em: 21 abr. 2024.

HELLWIG, C. G. *et al.* Hedge and central pruning in a high-density pecan orchard in southern Brazil. **Comunicata Scientiae**, v.13, e3842, 2022. Disponível em: <https://www.comunicata.scientiae.com.br/comunicata/article/view/3842/1105>. Acesso em: 21 abr. 2024.

LOMBARDINI, L. One-Time Pruning of Pecan Trees Induced Limited and Short-Term Benefits in Canopy Light Penetration, Yield, and Nut Quality. **Hortscience**, v.41, n.6, p.1469–1473,

2006. Disponível em: [https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/41/6/article-p1469.xml?tab\\_body=pdf](https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/41/6/article-p1469.xml?tab_body=pdf). Acesso em 21 abr. 2024.

MAJID, I. *et al.* Economic analysis of high-density orchards. **International Journal of Advance Research in Science & Engineering**, v.7, n.4, 821-829, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/343097407\\_Economic\\_Analysis\\_of\\_High\\_Density\\_Orchards](https://www.researchgate.net/publication/343097407_Economic_Analysis_of_High_Density_Orchards).

Acesso em: 22 abr. 2024.

MARTINS, C.R. *et al.* Panorama da produção, processamento e comercialização de noz-pecã no Sul do Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2023.

MAYER, A.N. *et al.* Adensamento de plantio em pessegueiros "Chimarrita". **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, n.1, p.50-59, 2016. Disponível em: [https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/223811711512016050/pdf\\_16](https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/223811711512016050/pdf_16). Acesso em: 21 abr. 2024.

NOPERI-MOSQUEDA, L.C. *et al.* Yield, quality, alternate bearing and long-term yield index in pecan, as a response to mineral and organic nutrition. **Notulae botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v.48, n.1, p.342-353, 2020. Disponível em: <https://www.notulaebotanicae.ro/index.php/nbha/article/view/11725/8909>. Acesso em: 22 abr. 2024.

PEARCE, S. C.; DOBERŠEK-URBANC, S. The Measurement of Irregularity in Growth and Cropping. **Journal of Horticultural Science**, v.42, n.3, p.295-305, 1967. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00221589.1967.11514216>. Acesso em: 22 abr. 2024.

POLETO, T. *et al.* Morphological, chemical and genetic analysis of southern Brazilian pecan (*Caryailinoensis*) accessions. **Scientia Horticulturae**, v.261, p. 1-7, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423819307496?via%3Dihub>. Acesso em: 22 abr. 2024.

REIG, G. *et al.* Long-term Performance of "Delicious" Apple Trees Grafted on Geneva® Rootstocks and Trained to Four High-density Systems under New York State Climatic Conditions. **Hortscience**, v.55, n.10, p.1538-1550, 2020. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/55/10/article-p1538.xml>. Acesso em 22 abr. 2024.

SANTOS, H.G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SOUZA, A.L.K. de *et al.* The effect of planting density on "BRS Rubimel" peach trained as a "Y-shaped" system. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.41, n.2, p.1-7, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/DLLFjwRkBsVng5vLZwC3Zmd/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 22 abr. 2024.

WELLS, L. Mechanical Hedge Pruning Affects Nut Size, Nut Quality, Wind Damage, and Stem Water Potential of Pecan in Humid Conditions. **Hortscience**, v.53, n.8, p.1203-1207, 2018. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/53/8/article-p1203.xml>. Acesso em: 22 abr. 2024.

WELLS, L. **Southeastern Pecan Grower's Handbook**. Athens, University of Georgia, 2017.

WOOD, B.W. Mechanical Hedge Pruning of Pecan in a Relatively Low-light Environment. **Hortscience**, v.44, n.1, p.68–72, 2009. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/44/1/article-p68.xml>. Acesso em: 22 abr. 2024.

ZHANG, R.; PENG, F.; LI, Y. Pecan production in China. **Scientia horticultrae**, v.197, p.719–727, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423815302648>. Acesso em: 22 abr. 2024.

ZHU, H.; STAFNE, E.T. Influence of Paclobutrazol on Shoot Growth and Flowering in a High-density Pecan Orchard. **Horttechnology**, v.29, n.2, p.210–212, 2019. Disponível em: <https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/29/2/article-p210.xml>. Acesso em: 22 abr. 2024.

**4.3 Artigo 3. Nogueira-pecã em alta densidade submetida às podas hedge, central e ao desbaste de plantas no Sul do Brasil**  
(Submetido a Revista Acta Scientiarum Agronomy)

## **Nogueira-pecã em alta densidade submetida às podas hedge e central e desbaste de plantas no Sul do Brasil**

**RESUMO:** Muitos pomares de noqueira-pecã implantados em alta densidade apresentam crescimento e produção insatisfatórios devido ao excesso de sombreamento. Objetivou-se com este estudo testar as podas hedge e central e o desbaste de plantas como alternativas para aumentar o crescimento vegetativo e produção de noqueira-pecã cultivadas em alta densidade. O experimento foi realizado em Santa Rosa, RS, Brasil, durante cinco safras, em um delineamento experimental em blocos casualizados, sendo constituído de três repetições, cada repetição com cinco plantas. Os tratamentos consistiram em: 1) controle; 2) poda hedge; 3) poda central e 4) desbaste (remoção de plantas). Foram avaliados o crescimento vegetativo, o número de ramos secos e aspectos relacionados à produção e à eficiência produtiva das plantas. O desbaste provocou ao aumento da largura transversal e do volume da copa, a mais ramos basais e menos ramos secos por planta. A produção foi maior nas plantas submetidas ao desbaste (42,89%), seguida pela poda central (39,80%) e poda hedge (37,03%) quando comparadas às plantas controle. A produtividade média, em comparação com o controle, foi maior após a utilização de ambos os métodos de poda, ou seja, a poda hedge permitiu um aumento de 37,20% enquanto a poda central promoveu a um aumento de 39,85%, o desbaste de plantas, no entanto, resultou em produtividade 10,80% menor. Plantas que sofreram poda hedge obtiveram maior eficiência produtiva em relação ao volume de copa comparadas às plantas testemunha, enquanto em relação à área da secção transversal do tronco, o desbaste de plantas foi mais eficiente em relação às plantas controle. O desbaste de plantas aumenta o crescimento vegetativo, a produção e eficiência produtiva, no entanto, a produtividade é maior com as podas hedge e central.

**Palavras-chave:** *Carya illinoensis*, espaçamento, produtividade, nozes.

### **INTRODUÇÃO**

A radiação solar é determinante da produtividade dos organismos fotossintéticos (Durand et al., 2021). A capacidade de interceptar a radiação incidente, a arquitetura e a

33 conversão da energia captada pelas plantas em biomassa também influenciam seu rendimento  
34 (Singh, Marboth, Singh, & Poojan, 2020). Por outro lado, o pouco espaçamento pode levar ao  
35 aumento do sombreamento dentro e entre linhas quando a altura das plantas não é regulada  
36 (Anthony, Serra & Musacchi, 2020).

37 A densidade de plantio tem sido frequentemente debatida na cultura da noqueira-pecã.  
38 Segundo Wells (2017), a densidade de plantio depende de determinados fatores, como região,  
39 cultivares, características de solo e interesses dos produtores. Há uma tendência mundial de  
40 utilização de altas densidades de plantio em fruticultura para maximizar a produção e obter  
41 rentabilidade maior e mais precoce por área (Mayer, Neves & Silva, 2016; Azevedo, Pacheco,  
42 Schinor, Carvalho & Conceição, 2015; Souza et al., 2019; Manganaris et al., 2022; Mahmud,  
43 Ibell, Wright, Monges & Bally, 2023). No entanto, o sucesso depende do uso de técnicas de  
44 manejo para controlar o porte das plantas, como o uso de porta-enxertos nanicos (Reig et al,  
45 2020; Li et al., 2023), podas regulares (Zhang, Peng & Li 2015) e utilização de reguladores de  
46 crescimento de plantas (Carra et al., 2016).

47 No caso da noqueira-pecã, como ainda não foram desenvolvidos porta-enxertos ou  
48 cultivares nanicas, o controle do tamanho das plantas tornou-se um desafio em pomares de alta  
49 densidade (Zhu & Stafne, 2019). As plantas de noqueira-pecã podem atingir mais de 40 m de  
50 altura e 20 m de diâmetro de copa (Fronza, Hamann, Both, Anese & Mayer, 2018). Muitos  
51 produtores brasileiros decidiram estabelecer pomares de alta densidade, com mais de 100  
52 plantas por hectare, visando maior renda desde os primeiros anos de começo de produção, isso  
53 porque um maior número de plantas tende a resultar em uma maior produtividade. Esta escolha,  
54 visando obter maiores rendimentos econômicos já nos primeiros anos, vem trazendo  
55 arrependimento, à medida que com 10 anos de plantio é notada uma sobreposição de ramos,  
56 causando sombreamento e conseqüentemente redução de produção (Fronza et al., 2018;  
57 Fernández-Chávez et al., 2021). O sombreamento diminui o crescimento das gemas e reflete  
58 negativamente na produção e qualidade das nozes, uma vez que o acúmulo de açúcar é afetado  
59 (Fernández-Chávez et al., 2021). Além disso, os ramos podem morrer e deixarem de ser  
60 produtivos quando o pomar está muito fechado, a penetração da luz solar no interior da copa é  
61 muito baixa, além da superfície da copa ser reduzida em volume e os frutos se desenvolvem  
62 mais alto no dossel (Worley, Mullinix, & Daniel, 1996; Núñez, Valdez, Martínez & Valenzuela,  
63 2001; Lombardini, 2006). Assim, é fundamental realizar poda ou desbaste para mitigar o  
64 sombreamento nos ramos baixos (Wood, 2009).

65 A poda é um aspecto básico para aumentar a produção das plantas, principalmente em  
66 pomares de alta densidade (Fernández-Chávez et al., 2021). Em pomares adultos com

67 problemas relacionados ao sombreamento, dois métodos de poda para abertura da copa têm  
68 sido estudados para viabilizar a produção: poda hedge e poda central. A poda hedge é  
69 mecanizada e consiste em podar um ou dois lados das plantas lateralmente para criar um muro  
70 frutal. Este método de poda de noqueira-pecã foi consolidado no oeste dos EUA que tem por  
71 objetivo evitar a sobreposição de ramos e permitir que a luz e o ar penetrem através das copas  
72 e estimulem novos crescimentos (Lombardini, 2006; Wood, 2009; Wells, 2018; Toledo et al.,  
73 2024). A poda central, também conhecida como poda seletiva, consiste na remoção de ramos  
74 inteiros para permitir maior penetração de luz solar e ar nas copas (Worley et al., 1996;  
75 Lombardini, 2006).

76 O desbaste ou remoção de plantas adultas é uma decisão difícil de ser tomada pelos  
77 produtores devido ao alto investimento em recursos nos anos precedentes (Lombardini, 2006).  
78 O desbaste tem sido uma prática comum de manejo de luz em pomares, mas sua desvantagem  
79 é que a produção de frutos por área diminui temporariamente (Worley et al., 1996; Gong, Pegg,  
80 Kerrihard, Lewis & Heerema, 2020). A retirada de plantas pode ser realizada de duas maneiras:  
81 supressão – com o uso de motosserra – ou transplante de plantas para outro local.

82 Com base nessa realidade e no fato de que há poucos estudos sobre o tema em condições  
83 encontradas no Sul do Brasil, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência de dois  
84 métodos de poda, do desbaste de plantas, e controle no crescimento vegetativo e na produção  
85 de noqueira-pecã em um pomar de alta densidade.

86

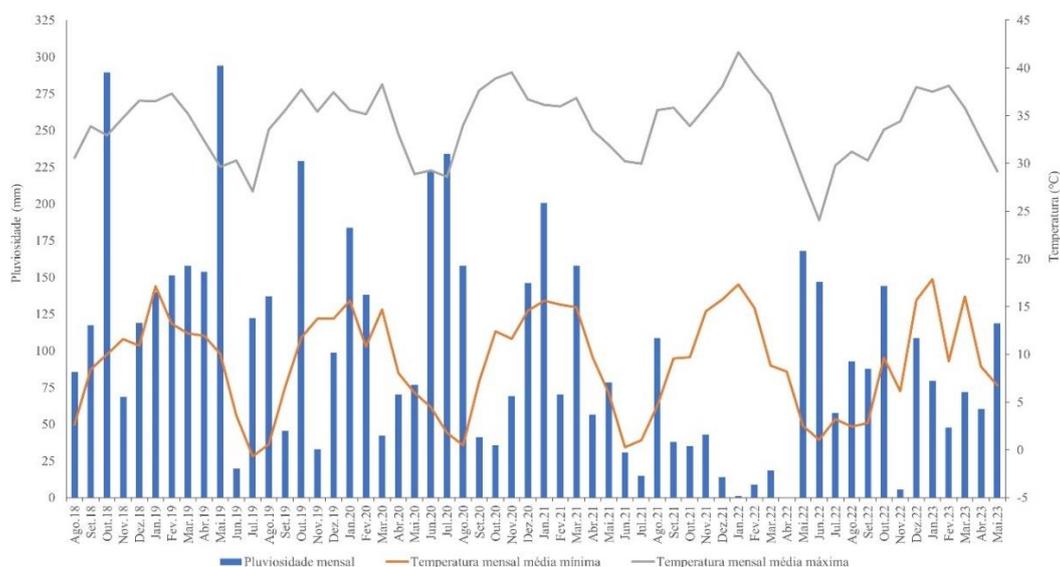
87

## MATERIAL E MÉTODOS

88 O experimento foi conduzido em um pomar comercial de noqueira-pecã em Santa Rosa,  
89 Rio Grande do Sul (RS), Brasil (27° 55'15" S; 54° 32'37" W) entre agosto de 2018 e junho de  
90 2023, sendo avaliadas cinco safras de produção. Na classificação de Köppen e Geiger, o clima  
91 na área é Cfa (Alvares, Stape, Sentelhas, Gonçalves & Sparovek, 2013). O solo é Latossolo  
92 vermelho distroférico típico e a altitude é de 330 m acima do nível do mar (Santos et al., 2018).  
93 O pomar foi consorciado com ovinocultura. A pluviosidade, temperatura máxima e mínima  
94 mensais foram acompanhadas ao longo de cinco safras, utilizando-se dados fornecidos pela  
95 Estação Meteorológica Santa Rosa - TRMM.291/Agriempo (Figura 1).

96 O número de horas de frio foi obtido somando-se horas  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$  de maio a agosto de  
97 2018 a 2022, com base em dados emitidos pela Estação Meteorológica - Santa Rosa - A810  
98 (Figura 2).

99

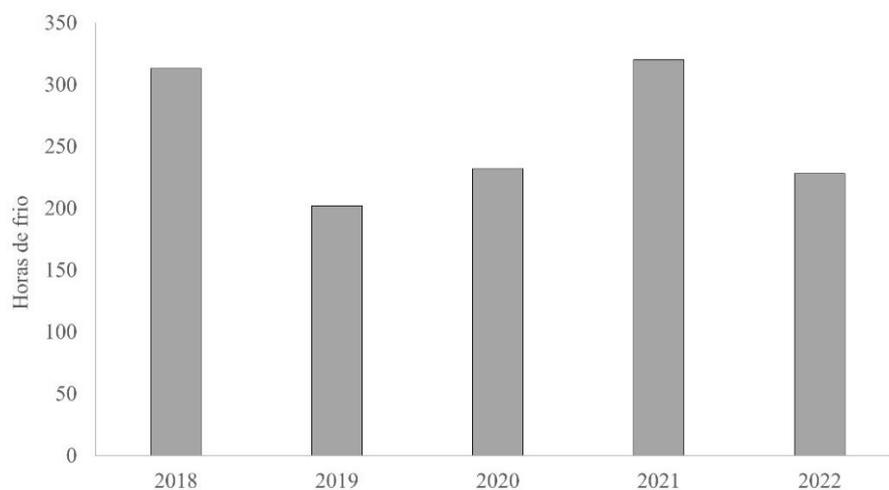


100

101 **Figura 1.** Médias de temperaturas mínimas e máximas mensais e precipitação pluviométrica  
 102 em Santa Rosa, RS, nas safras 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022 e 2022/2023.  
 103 Fonte: dados emitidos pelo Agritempo - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico.

104

105 O pomar, cujo espaçamento é de 7m x 7m e densidade é de 204 plantas por hectare, foi  
 106 implantado em 2008. Não possui sistema de irrigação e não havia sido realizada poda anual  
 107 antes da implantação do experimento que foi realizado em plantas enxertadas de ‘Pitol 1’.  
 108 Trata-se de uma cultivar registrada no Brasil, que apresenta crescimento vigoroso e folhagem  
 109 compacta. A ‘Pitol 1’, também conhecida como ‘Melhorada’, é uma das cultivares mais comuns  
 110 no Brasil, pois compõe 19% dos pomares do país (Crosa, De Marco, Souza, & Martins, 2020).  
 111 Outras cultivares encontradas no pomar são Barton, Success e Shawnee.



112

113 **Figura 2.** Número de horas de frio ( $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ ) de maio a agosto de 2018 a 2022; dados fornecidos  
 114 pela Estação Meteorológica - Santa Rosa - A810.

115 O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados,  
 116 com três blocos de cinco repetições, totalizando 15 plantas por tratamento. Os tratamentos  
 117 consistiram de: 1) controle; 2) poda hedge; 3) poda central; e 4) desbaste de plantas.

118 A poda hedge foi realizada em duas etapas, ambas no sentido entre linhas do pomar  
 119 (Leste-Oeste). Um lado foi podado em agosto de 2018, enquanto o outro lado em agosto de  
 120 2019. O lado que foi podado em 2018 recebeu intervenção novamente em agosto de 2021. A  
 121 poda hedge consistiu no corte de ramos laterais a 2,5 m do tronco. A poda dos ramos de maior  
 122 diâmetro foi realizada com motopoda, enquanto os ramos de menor diâmetro foram podados  
 123 com tesoura pneumática aérea. O manejo também incluiu um trator e um reboque de madeira  
 124 para alcançar os ramos mais altos. A soma das massas médias retiradas com a poda hedge em  
 125 dois lados nos anos 2018 e 2019 foi de 7,6 kg.

126 A poda central somente foi realizada em agosto de 2018. A poda central consistiu na  
 127 retirada de um a três ramos secundários localizados no centro da copa com auxílio de motopoda.  
 128 Após a poda, foi colocada tinta plástica nos locais de corte de maior diâmetro para evitar a  
 129 atividade de agentes patogênicos. A massa média retirada pela poda central foi de 18,6 kg por  
 130 planta.

131 O desbaste de plantas foi realizado de uma única etapa, em agosto de 2018, e consistiu  
 132 na retirada alternada de plantas. O desenho de plantio quadrado original tornou-se triangular e  
 133 a densidade diminuiu de 204 para 102 plantas por hectare. A retirada de plantas foi realizada  
 134 através do corte com motosserra. Todos os tratamentos foram executados no período de  
 135 dormência.

136 A altura e as larguras lateral e transversal foram medidas com fita métrica que foi fixada  
 137 a uma vara de bambu para alcançar o topo das plantas. O volume de copa (VC) foi calculado  
 138 pela equação do cone, enquanto a área de secção transversal do tronco (ASTT) resultou dos  
 139 dados do diâmetro do tronco medido a 0,40 m do solo. As variáveis foram avaliadas em janeiro  
 140 de 2019 e maio de 2023. O VC e o ASTT foram calculados pelas seguintes equações:

$$141 \quad CV = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$$

142 VC = volume de copa  $\pi = 3,1416$  r = raio de copa h = altura da planta

$$143 \quad ASTT = \pi \cdot r^2$$

144 ASTT = área de secção transversal do tronco  $\pi = 3,1416$  r = raio do tronco

145 Com os dados obtidos dos dois períodos de avaliações, 2019 e 2023, foi calculado o  
146 crescimento que ocorreu em relação à altura, largura lateral e transversal, volume de copa e  
147 ASTT.

148 O número de ramos basais, avaliado em maio de 2023, consistiu na contagem de ramos  
149 secundários cujos pontos de inserção estavam localizados até 3 m de altura da planta. O número  
150 de ramos secos foi avaliado no período vegetativo (janeiro) de 2019 a 2023. Foram contados os  
151 ramos sem folhas e os com folhas secas localizados no centro e base das copas.

152 A colheita de nozes foi realizada de 26 a 29 de maio de 2019, de 02 a 04 de junho de  
153 2020, de 15 a 18 de junho de 2021, de 20 a 25 de maio de 2022 e de 23 a 26 de maio de 2023.  
154 A colheita foi realizada por agitador de tronco acoplado em trator e os frutos foram coletados  
155 manualmente. A produção por planta foi avaliada por meio da pesagem dos frutos em balança  
156 digital. Foram calculadas a produção média por planta de cada safra avaliada e a geral de todas  
157 as cinco safras (2019-2023). O número de frutos com epicarpo fechado (FEFP) também foi  
158 avaliado durante a colheita.

159 Produtividade, eficiência produtiva em relação ao volume de copa (EPVC), eficiência  
160 produtiva em relação ao ASTT (EPASTT) foram calculados entre as safras de 2018/2019 a  
161 2022/2023. Para atingir a média entre as safras, calculou-se a média das unidades amostrais.  
162 Em seguida, a média geral dos tratamentos foi encontrada pelas seguintes equações:  
163 produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) com base nos dados de produção e número de plantas;  $\text{EPVC} =$   
164  $\text{produção/volume de copa (kg m}^{-3}\text{)}$ ; e  $\text{EPASTT} = \text{produção /ASTT (kg cm}^{-2}\text{)}$ .

165 Após a análise dos pressupostos, os resultados foram submetidos à análise de variância  
166 e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro com o auxílio do  
167 programa SISVAR, versão 5.6 (Ferreira, 2014).

168

169

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

170 O crescimento vegetativo foi afetado pela realização do desbaste de plantas (Tabela 1).  
171 A retirada de plantas proporcionou um crescimento transversal de copa maior em relação às  
172 podas hedge, central e plantas controle. O volume de copa foi maior somente em relação às  
173 plantas controle. Por outro lado, a altura, largura lateral de copa e a ASTT não foram diferentes.

174

175

176 **Tabela 1.** Crescimento médio da altura da planta (CAP), largura transversal da copa (CLTC),  
 177 largura lateral da copa (CLLC), volume da copa (CVC) e área de seção transversal do tronco  
 178 (CASTT) de 2019 a 2023 de nogueiras-pecã submetidas ao desbaste de plantas, e às podas  
 179 hedge e central. Santa Rosa, RS, Brasil.

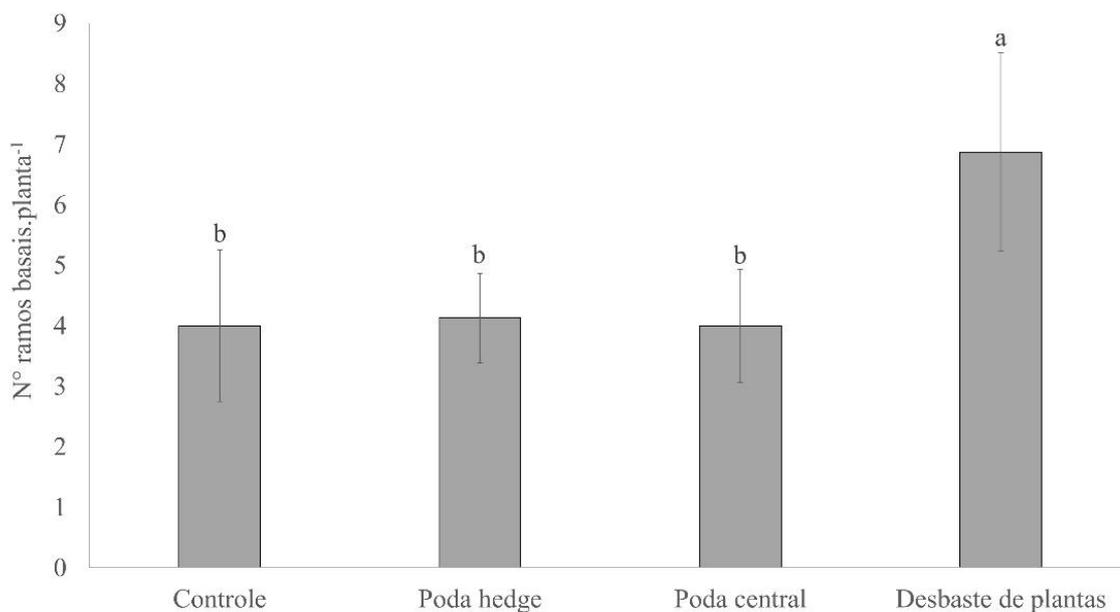
Tratamentos	(2019 - 2023)					
	CAP (m)	CLTC (m)	CLLC (m)	CVC (m <sup>3</sup> )	CASTT (cm <sup>2</sup> )	
Controle	2,11 ± 1,07 ns	0,22 ± 1,13 b	0,85 ± 1,49 ns	52,36 ± 57,87 b	131,02 ± 108,80 ns	
Poda hedge	2,06 ± 1,04	0,22 ± 1,09 b	1,68 ± 1,49	66,52 ± 42,16 ab	163,76 ± 149,72	
Poda central	2,15 ± 0,99	0,07 ± 1,99 b	0,84 ± 1,04	59,26 ± 71,44 ab	113,57 ± 135,70	
Desbaste de plantas	1,34 ± 1,21	1,97 ± 1,19 a	1,51 ± 0,98	115,16 ± 53,23 a	164,07 ± 70,54	
Valor de p	0,1242	0,0014	0,1757	0,0213	0,4440	

180 As médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.  
 181 ns = não significante.

182  
 183 O desbaste permitiu que nas plantas remanescentes os ramos cresçam horizontalmente,  
 184 uma vez que há mais espaço, maior incidência de luz solar e menor competição por nutrientes.  
 185 Nos demais tratamentos, devido à alta densidade, as plantas caracterizaram-se por apresentar  
 186 maior crescimento em altura, com mais ramos verticalizados em busca de radiação solar. A luz  
 187 solar está relacionada à fotossíntese nas plantas, na qual a energia luminosa é transformada em  
 188 energia química e assim ocorre a acumulação fotoassimilados (Taiz, Zeiger, Müller, & Murhy,  
 189 2021).

190 Sob uma condição de excesso de sombreamento, os ramos basais não são  
 191 fotossinteticamente ativos, com isso a plantas priorizam um crescimento mais vertical, para  
 192 onde há luz solar. A poda e o desbaste de plantas têm como função permitir que uma quantidade  
 193 maior de ramos nas plantas intercepte a luz solar, permitindo um crescimento mais homogêneo,  
 194 resultando em maior quantidade de ramos frutíferos nas plantas. Ramos cujos ângulos de  
 195 inserção são mais horizontais – geralmente os mais basais – são os mais produtivos em  
 196 nogueiras-pecã em pomares onde há luz solar incidente ideal (Hellwig et al., 2022).

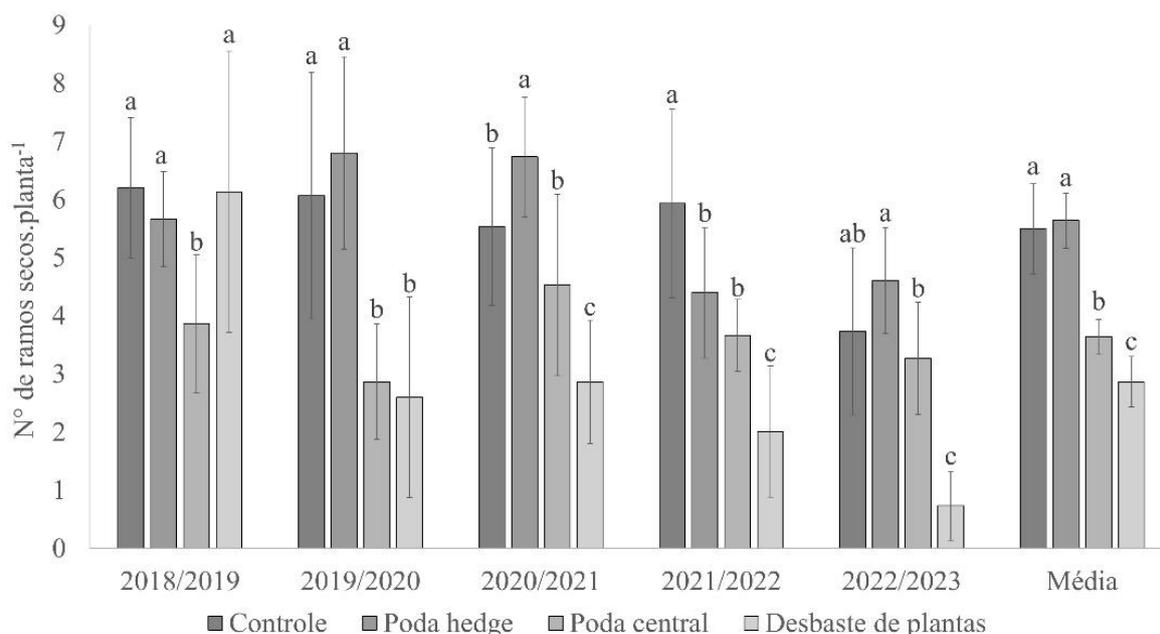
197 O número de ramos basais, com até 3 m de altura, foi superior com o desbaste de plantas  
 198 em relação à poda hedge, poda central e controle (Figura 3). Com o desbaste de plantas, foram  
 199 obtidos quase 7 ramos por planta, enquanto, no controle, poda hedge e central, as plantas  
 200 obtiveram médias próximas a 4 ramos.



201  
 202 **Figura 3.** Ramos basais (até 3 metros de altura) por planta cinco anos após o início do  
 203 experimento, em nogueiras-pecã submetidas as podas hedge e central, ao desbaste plantas e  
 204 controle. Santa Rosa, RS, Brasil.

205  
 206 Os ramos basais são os localizados no estrato mais produtivo das plantas, com isso,  
 207 quando mais numerosos acabam acarretando maior potencial produtivo nas plantas. Com o  
 208 secamento de ramos, os mesmos acabam quebrando e caindo e com isso, também reduzindo o  
 209 número de ramos nas plantas.

210 O número de ramos secos por planta na safra 2018/2019 foi inferior com a poda central  
 211 comparado aos demais tratamentos (Figura 4). Na safra 2019/2020, foram inferiores com a poda  
 212 central e desbaste em relação à poda hedge e ao controle. Na safra 2020/2021, o número de  
 213 ramos secos com a poda hedge foi superior aos demais tratamentos, enquanto o controle e a  
 214 poda central obtiveram número superior ao encontrado com o desbaste. Na safra 2021/2022, o  
 215 controle obteve o maior número, seguido das podas hedge e central, enquanto o desbaste  
 216 resultou no menor número, em comparação com os demais tratamentos. No ciclo 2022/2023,  
 217 o desbaste de plantas mais uma vez resultou em menos ramos secos em relação às plantas  
 218 podadas e não podadas. A poda central obteve menos ramos secos em relação a poda hedge.  
 219 Em relação à média das cinco safras, o desbaste obteve um número menor de ramos secos,  
 220 seguido da poda central, enquanto a poda hedge não obteve diferenças em relação às plantas  
 221 testemunha.

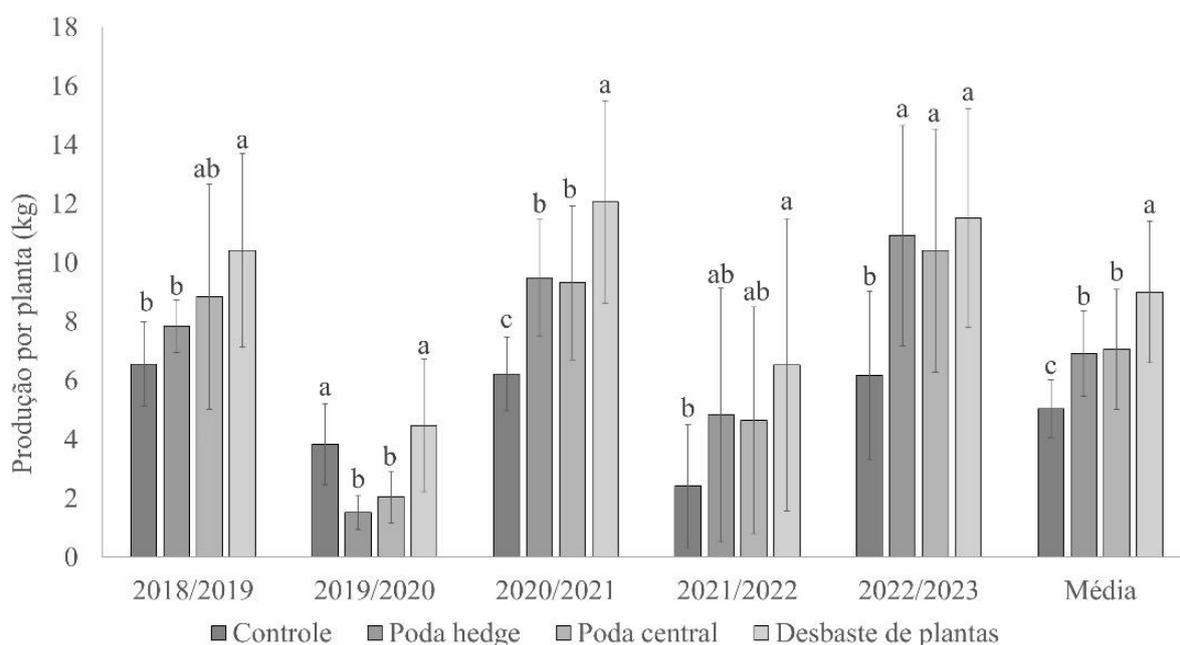


222  
 223 **Figura 4.** Número de ramos secos por planta entre as safras 2018/2019 e 2022/2023 e sua média  
 224 (2019-2023) em nogueiras-pecã submetidas às podas hedge, central, desbaste de plantas e  
 225 controle. Santa Rosa, RS, Brasil.

226 De acordo com os resultados, observa-se que o desbaste, seguido da poda central, foram  
 227 os tratamentos que resultaram em menos ramos secos nas plantas. Em geral, a poda hedge não  
 228 diminuiu os ramos secos das plantas, sendo que em alguns anos foram obtidos mais ramos secos  
 229 que o controle. Em termos práticos, além do secamento natural causado pelo sombreamento, as  
 230 plantas com poda hedge obtiveram ramos secos resultantes da poda realizada, ou seja, após este  
 231 procedimento, os ramos podados não brotaram e acabaram secando. Na poda central o mesmo  
 232 não ocorreu, ficando como segunda técnica mais indicada para diminuir o número de ramos  
 233 secos, após o desbaste. No último ciclo avaliado, houve pouquíssimos ramos secos nas plantas  
 234 na área com o desbaste (média de 0,73).

235 Os ramos secos, principalmente os encontrados na parte basal das plantas, acabam  
 236 afetando a produção das mesmas, uma vez que ocorrem principalmente no primeiro estrato, no  
 237 qual se concentra a maior parte da produção. Os resultados corroboram com Núñez et al. (2001)  
 238 que relataram que os ramos podem secar e deixar de ser produtivos em pomares onde o manejo  
 239 cause a diminuição da intensidade de luz no interior da copa. Além de afetar a produção, ramos  
 240 secos que caem no solo acabam dificultando práticas de manejo, como roçada, controle  
 241 fitossanitário e colheita de frutos. Assim, o desbaste, ou o uso de plantio de baixa densidade,  
 242 poderia amenizar o problema.

243 Observou-se alternância de produção nas pecaneiras, durante os cinco ciclos de  
 244 avaliação, independente dos tratamentos realizados (Figura 5) Enquanto os ciclos 2018/2019,  
 245 2020/2021 e 2022/2023 caracterizaram-se por maiores produções, conhecidos como anos ‘on’,  
 246 nos ciclos 2019/2020 e 2021/2022 as plantas tiveram baixa produção, sendo denominamos anos  
 247 ‘off’. A alternância de produção, observada nas safras estudadas, é um fenômeno comum em  
 248 plantas frutíferas. No caso da noqueira-pecã, caracteriza-se por carga excessiva e baixa  
 249 qualidade dos frutos em um ano, seguido de baixa produção no ano seguinte. A maturação  
 250 tardia, próxima à queda foliar, a alta concentração de lipídios nas nozes e a alta produção em  
 251 alguns anos contribuem para a baixa produção no ano seguinte (Khalil et al., 2016; Noperi-  
 252 Mosqueda et al., 2020).



253 **Figura 5.** Produção por planta nas safras 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022 e  
 254 2022/2023 e a média 2019-2023 de noqueiras-pecã submetidas às podas hedge, central,  
 255 desbaste de plantas e controle. Santa Rosa, RS, Brasil.

257 Outro fenômeno observado ao longo do período de avaliação foi o *La Niña*, que afetou  
 258 principalmente a produção na safra 2021/2022. Na safra 2018/2019, o desbaste proporcionou  
 259 produção superior em relação à poda de hedge e controle. A poda central não obteve produção  
 260 inferior ao desbaste, mas também não foi superior à alcançada com a poda hedge e a controle.

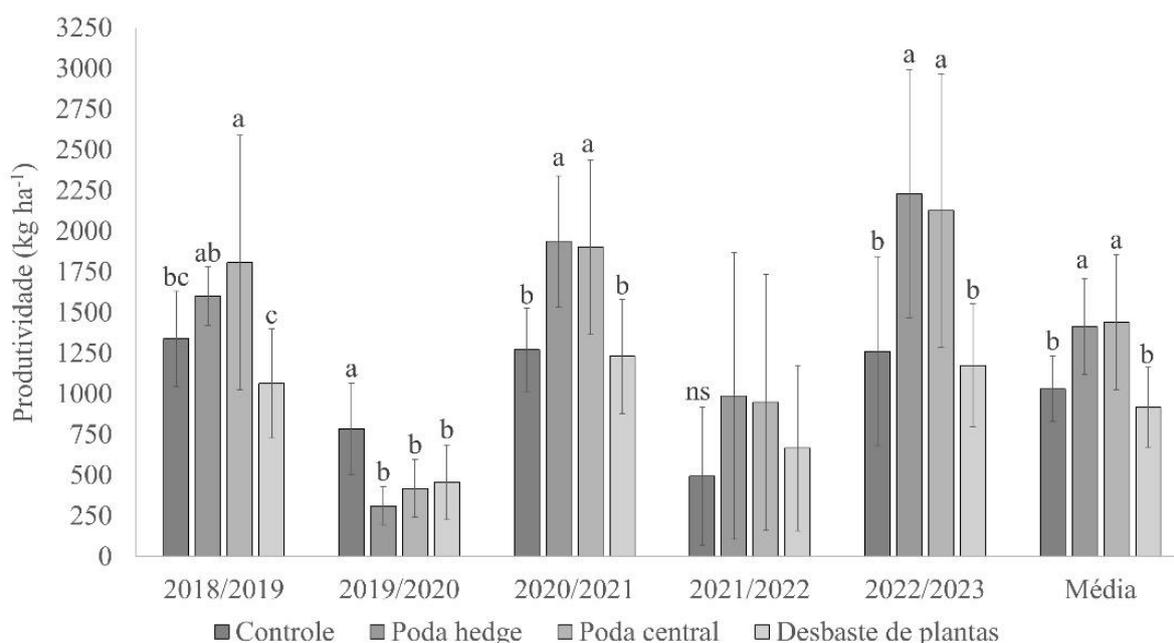
261 Em 2019/2020, safra atípica, a maior produção média foi de 4,47 kg. Nessa safra, tanto  
 262 o desbaste quanto o controle proporcionaram maior produção do que a alcançada com os dois  
 263 tratamentos de poda. Observando as médias mensais pluviométricas (Figura 3), constata-se que

264 o mês de outubro de 2019 foi bastante chuvoso, fato que pode ter afetado a polinização das  
265 plantas, uma vez que o pólen é distribuído pelo vento (anemófila). Na safra 2020/2021, a  
266 produção com o desbaste foi superior à encontrada com os demais tratamentos, seguidas das  
267 podas hedge e central, que resultaram em uma produção superior ao controle. Na safra  
268 2021/2022, o desbaste resultou em uma produção superior ao controle, enquanto a produção  
269 com as podas não diferiu da produção do desbaste e controle. Na safra 2022/2023, o desbaste e  
270 as podas hedge e central proporcionaram produção superior ao controle. Por fim, na média das  
271 cinco safras, o desbaste obteve produção superior aos demais tratamentos, seguido das podas  
272 hedge e central, cujas produções foram superiores ao controle. Em comparação com o controle,  
273 o desbaste, as podas central e hedge obtiveram produção por planta 43,89%, 39,80% e 37,03%  
274 superiores ao controle, respectivamente. Em relação à produção acumulada, o controle obteve  
275 25,23 kg/planta; poda hedge 34,61 kg/planta; poda central 35,29 kg/planta; e desbaste, 45,00  
276 kg/planta.

277 A poda e o desbaste melhoraram a produção por planta, principalmente na área onde  
278 foi realizado desbaste, uma vez que o aumento de produção acumulada foi 2 vezes maior que a  
279 resultante da poda. Fernández-Chávez et al. (2021) também observaram baixa produção por  
280 planta em pomares mais adensados e atribuíram a menor eficiência fotossintética ao  
281 sombreamento foliar, como resultado, a produtividade, a frutificação e a formação de botões  
282 florais foram afetadas. As podas hedge e central e o desbaste possibilitaram maior incidência  
283 de luz solar nas folhas em comparação ao controle. Segundo Lombardini (2006), há até 95% de  
284 interceptação de luz em pomares adensados e não podados. Os ramos basais são os mais  
285 prejudicados nesta interceptação, tornando-se improdutivos e até mesmo secando devido ao  
286 sombreamento como mencionado anteriormente.

287 A produtividade, que considera o número de plantas por hectare, diferiu dos resultados  
288 da produção por planta (Figura 6). Na safra 2018/2019, a poda central foi superior ao desbaste  
289 e ao controle. A poda hedge proporcionou maior produtividade do que o desbaste, mas não  
290 diferiu dos resultados do controle e da poda central. Na safra 2019/2020, o controle obteve  
291 produtividade superior aos demais tratamentos. Nas safras 2020/2021 e 2022/2023 e na média  
292 2019-2023, as podas hedge e central e resultaram em produtividade superior ao controle e ao  
293 desbaste. Na safra 2021/2022, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Portanto,  
294 em relação à produtividade, tanto a poda hedge quanto a central obtiveram resultados mais  
295 satisfatórios do que o controle e o desbaste. Como em alguns anos a produção foi alta e em  
296 outros foi baixa, a produtividade variou de 310,35 a 2227,00 kg.ha<sup>-1</sup>. Em relação ao controle,

297 o desbaste de plantas somente obteve produtividade inferior na safra 2019/2020, e não obteve  
 298 diferenças nas outras safras. A produtividade média de todas as safras no controle, poda hedge  
 299 e central e desbaste de plantas foram de 1029,15, 1412,06, 1439,63 e 917,95 kg.ha<sup>-1</sup>,  
 300 respectivamente. Em cinco safras de avaliação ocorreram acréscimos de 37,50% na  
 301 produtividade com a poda hedge e de 39,88% com a poda central e diminuição de 10,80% com  
 302 o desbaste de plantas quando comparados às plantas controle.



303  
 304 **Figura 6.** Produtividade nas safras 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022 e 2022/2023  
 305 e a média 2019-2023 de nogueiras-pecã submetidas às podas hedge, central, desbaste de plantas  
 306 e controle. Santa Rosa, RS, Brasil.

307  
 308 A segunda safra foi a única em que ambos os métodos de poda obtiveram uma  
 309 produtividade menor a das plantas controle. Alguns fatores estão associados, como a retirada  
 310 de ramos com potencial produtivo pela poda e a maior alternância produtiva de plantas que  
 311 produziram mais na safra anterior. Em relação ao desbaste, o principal fator que deve ser  
 312 avaliado é que esse tratamento removeu 50% das plantas. Isso significa que as outras plantas  
 313 precisaram dobrar a produção, em comparação com os outros tratamentos, para igualar a  
 314 produtividade. Fenández-Chávez et al. (2021) avaliaram a produtividade de pomares com 100  
 315 e 204 plantas por hectare e observaram produtividade maior na alta densidade entre o 7º e o 11º  
 316 ano. Vale ressaltar que, neste estudo, as plantas foram avaliadas entre o 11º e o 15º ano,  
 317 portanto, um período mais adiantado. O desbaste obteve uma evolução de produtividade em  
 318 relação ao controle, o que mostra uma tendência a atingir maiores produtividades com o passar

319 dos anos. Em relação à avaliação isolada da produtividade, a poda em pomares adensados é  
320 interessante, mas deve-se considerar a necessidade de investimento em mão de obra e  
321 equipamentos para realizá-la.

322 Os maiores valores de produtividade média (2019-2023) foram alcançados pelos dois  
323 tratamentos de poda. Estão na faixa da média brasileira, que é de 1433 kg ha<sup>-1</sup> (Fronza et al.,  
324 2018). Tanto o controle quanto o desbaste obtiveram menor produtividade; o primeiro porque  
325 as plantas competiam pela luz solar e o segundo, porque havia menos plantas na área. Vale  
326 ressaltar que o pomar não é irrigado e que a produtividade foi afetada pela estiagem,  
327 principalmente nas últimas duas safras. Nos cinco meses críticos em que a cultura precisa de  
328 água (de dezembro a abril), as pluviosidades nas safras 2021/2022 e 2022/2023 foram de apenas  
329 42,8 mm e 368,4 mm, respectivamente. Entre os meses de dezembro e abril ocorre o  
330 desenvolvimento dos frutos, inicialmente com o crescimento, e após com o preenchimento das  
331 amêndoas nos meses finais. De Marco et al. (2021) observaram que os períodos de déficit  
332 hídrico afetam principalmente o tamanho e o enchimento das nozes. Por outro lado, o excesso  
333 de chuvas ocorridas em outubro de 2019, período em que acontece a polinização da noqueira-  
334 pecã, explica a baixa produtividade nesta safra. Alguns autores que estudaram a poda hedge  
335 não obtiveram resultados favoráveis de produtividade (Wood, 2009; Wells, 2018). Lombardini  
336 (2006) avaliou a poda hedge e a seletiva de três cultivares ao longo de três safras e encontrou  
337 incremento de produtividade em uma das cultivares ('Desirable'), o que demonstra que a  
338 resposta pode variar entre as cultivares. A cultivar Pitol, avaliada no presente estudo, teve  
339 resultados positivos com as podas realizadas, especialmente nos anos de alta produção. A  
340 característica de folhagem compacta e crescimento vigoroso das plantas comprometeu a  
341 produtividade em alta densidade e as podas possibilitaram maior exposição dos ramos à luz  
342 solar, aumentando os processos fotossintéticos e a produção.

343 Outro fator que pode estar associado à alta e baixa produção em diferentes safras é o  
344 número de horas de frio ( $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ ), que variou entre 202 e 320 na área. Porém, não foi observada  
345 uma relação direta entre a quantidade de horas de frio e a produtividade do pomar na safra  
346 produtiva correspondente. As safras produtivas que sucederam os anos com maiores acúmulos  
347 de horas de frio foram 2018/2019 e 2021/2022, um com elevada produção e outro com baixa  
348 produção de frutos.

349 A eficiência produtiva foi avaliada em relação a duas variáveis – VC e ASTT – em cinco  
350 safras e médias das safras (Tabela 2). A eficiência produtiva relacionada ao VC (EPVC) obteve  
351 diferenças entre os tratamentos nas safras 2019/2020, 2020/2021 e 2022/2023 e na média 2019-

352 2023. Na safra 2019/2020, o controle e o desbaste obtiveram médias maiores às podas hedge e  
353 central. Na safra 2020/2021, as podas e o desbaste obtiveram médias maiores do que as plantas  
354 testemunha, enquanto a poda central não foi diferente dos demais tratamentos. Na safra  
355 2022/2023, a poda hedge atingiu a maior média, seguida da poda central, desbaste e controle.  
356 A média de todas as cinco safras aponta a poda hedge superior ao controle, enquanto a poda  
357 central e o desbaste não proporcionaram uma eficiência produtiva superior ao controle, nem  
358 inferior à poda hedge.

359 A eficiência produtiva relacionada a ASTT (EPASTT) obteve diferenças nas safras  
360 2019/2020 e 2022/2023 e na média 2019-2023 (Tabela 2). Na safra 2019/2020, o controle e o  
361 desbaste resultaram em uma maior eficiência produtiva do que as podas hedge e central. Na  
362 safra 2022/2023, poda hedge, poda central e desbaste de plantas resultaram em uma eficiência  
363 produtiva maior do que à do controle. A média das safras aponta para superioridade do desbaste  
364 em relação aos demais tratamentos.

365 O número de FEFP foi maior com o desbaste de plantas em três das cinco safras  
366 avaliadas (2019/2020, 2020/2021 e 2022/2023) e na média das cinco safras (Tabela 2). Na safra  
367 2018/2019, o controle obteve o maior número de FEFP, enquanto, na safra 2021/2022, não  
368 houve diferença entre os tratamentos. Em relação às perdas, tomando-se os dados da média  
369 2019-2023 e o cálculo da massa média de fruto de cada tratamento (dados não disponíveis), o  
370 desbaste de plantas obteve perda de produção estimada de 293,88 g, enquanto o controle, a poda  
371 hedge e a poda central obtiveram 164,93 g, 144,52 g e 129,46 g, respectivamente. Em relação  
372 à produção das plantas, expressa em porcentagem, com o desbaste e com o controle, as perdas  
373 de produção foram de 3,13%, enquanto com a poda hedge e poda central, 2,05% e 1,80%,  
374 respectivamente, ou seja, a poda diminuiu ligeiramente os percentuais de perdas com FEFP.

375 O FEFP é considerado perda de colheita porque se refere a frutos que não podem ser  
376 comercializados. As porcentagens resultantes dos tratamentos são baixas, quando comparadas  
377 com a produção total. Alguns fatores que não permitem a abertura do epicarpo e foram  
378 observados ao longo deste estudo são o déficit de polinização, as altas temperaturas e o déficit  
379 hídrico na pré-colheita.

380

381

382

383

384 **Tabela 2.** Eficiência produtiva em relação ao volume de copa (EPVC) e à área de secção  
 385 transversal do tronco (EPASTT) e número de frutos com epicarpo fechado (FEFP) entre as  
 386 safras 2018/2019 e 2022/2023 e a média 2019-2023 de nogueiras-pecã submetidas às podas  
 387 hedge, central, desbaste de plantas e controle. Santa Rosa, RS, Brasil.

Tratamentos	EPVC (kg m <sup>3</sup> )		EPASTT (kg cm <sup>2</sup> )		FEFP
	2018/2019				
Controle	0,056 ± 0,023	ns	0,027 ± 0,009	ns	33,07 ± 12,59 a
Poda hedge	0,067 ± 0,014		0,025 ± 0,007		6,40 ± 2,99 c
Poda central	0,053 ± 0,020		0,026 ± 0,008		6,27 ± 3,06 c
Desbaste de plantas	0,060 ± 0,018		0,032 ± 0,007		19,13 ± 8,67 b
Valor de p	0,1999		0,1949		<0,0001
2019/2020					
Controle	0,032 ± 0,012	a	0,016 ± 0,008	a	22,60 ± 11,15 b
Poda hedge	0,013 ± 0,006	b	0,005 ± 0,002	b	5,67 ± 4,65 c
Poda central	0,013 ± 0,007	b	0,007 ± 0,004	b	4,67 ± 2,87 c
Desbaste de plantas	0,025 ± 0,012	a	0,013 ± 0,006	a	34,00 ± 16,04 a
Valor de p	<0,0001		<0,0001		<0,0001
2020/2021					
Controle	0,048 ± 0,016	b	0,020 ± 0,007	ns	20,73 ± 10,53 b
Poda hedge	0,069 ± 0,017	a	0,021 ± 0,005		18,33 ± 9,30 b
Poda central	0,056 ± 0,016	ab	0,023 ± 0,005		19,87 ± 6,24 b
Desbaste de plantas	0,066 ± 0,017	a	0,027 ± 0,008		49,13 ± 18,44 a
Valor de p	0,0033		0,0611		<0,0001
2021/2022					
Controle	0,017 ± 0,013	ns	0,007 ± 0,006	ns	7,80 ± 8,87 ns
Poda hedge	0,035 ± 0,033		0,010 ± 0,009		18,67 ± 12,27
Poda central	0,032 ± 0,029		0,012 ± 0,011		8,40 ± 7,07
Desbaste de plantas	0,036 ± 0,027		0,014 ± 0,011		20,00 ± 20,30
Valor de p	0,1406		0,1586		0,0646
2022/2023					
Controle	0,033 ± 0,012	c	0,015 ± 0,005	b	26,07 ± 12,36 b
Poda hedge	0,057 ± 0,015	a	0,022 ± 0,005	a	39,40 ± 10,89 ab
Poda central	0,047 ± 0,016	ab	0,023 ± 0,006	a	38,60 ± 21,01 ab
Desbaste de plantas	0,039 ± 0,012	bc	0,023 ± 0,007	a	44,33 ± 16,99 a
Valor de p	0,0001		0,0007		0,0195
Média (2019-2023)					
Controle	0,037 ± 0,007	b	0,017 ± 0,003	b	22,05 ± 3,30 b
Poda hedge	0,049 ± 0,008	a	0,017 ± 0,003	b	17,69 ± 4,90 b
Poda central	0,040 ± 0,012	ab	0,018 ± 0,004	b	15,56 ± 5,20 b
Desbaste de plantas	0,045 ± 0,008	ab	0,022 ± 0,004	a	33,32 ± 9,82 a
Valor de p	0,0047		0,0016		<0,0001

388 As médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.  
 389 ns = não significante.

## CONCLUSÃO

390  
391 Tanto a poda hedge quanto a central aumentam a produtividade de noz-pecã por hectare;  
392 O desbaste leva ao maior crescimento em volume, largura transversal da copa e número de  
393 ramos basais, além de aumentar a produção de frutos e sua eficiência por plantas; Ramos secos,  
394 problema encontrado em pomares de alta densidade, podem ser atenuados principalmente pelo  
395 desbaste e também pela poda central.

## REFERÊNCIAS

- 398 Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., de Moraes Gonçalves, J.L., & Sparovek, G. (2013).  
399 Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711-728. DOI:  
400 <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- 401 Anthony, B.M., Serra, S., & Musacchi, S. (2020). Optimization of Light Interception, Leaf Area  
402 and Yield in “WA38”: Comparisons among Training Systems, Rootstocks and Pruning  
403 Techniques. *Agronomy*, 10, 689. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10050689>
- 404 Azevedo, F.A., Pacheco, C. de A., Schinor, E.H., Carvalho, S.A. de, & Conceição, P.M. da.  
405 (2015). Produtividade de laranjeira Folha Murcha enxertada em limoeiro Cravo sob  
406 adensamento de plantio. *Bragantia*, 74, 184-188. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0374>
- 407 Carra, B., Pasa, M.S., Fachinello, J.C. Spagnol, D., Abreu, E.S. de., & Giovanaz, M.A. (2016).  
408 Prohexadione calcium affects shoot growth, but not yield components, of “Le Conte” pear in  
409 warm-winter climate conditions. *Scientia Horticulturae*, 209, 241-248. DOI:  
410 <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.06.036>
- 411 Crosa, C.F.R., Marco, R.D., Souza, R.S. de, & Martins, C.R. (2020). Tecnologia de produção  
412 de noz-pecã no sul do Brasil. *Revista Científica Rural*, 22, 249-262. DOI:  
413 <https://doi.org/10.30945/rcr-v22i2.3170>
- 414 De Marco, R., Goldschmidt, R.J.Z., Herter, F.G., Martins, C.R., Mello-Farias, P.C., & Uberti,  
415 A. (2021). The irrigation effect on nuts' growth and yield of *Carya illinoensis*. *Anais da*  
416 *Academia Brasileira de Ciências*, 93(1), e20181351. DOI: [https://doi.org/10.1590/0001-](https://doi.org/10.1590/0001-3765202120181351)  
417 [3765202120181351](https://doi.org/10.1590/0001-3765202120181351)
- 418 Durand, M., Murchie, E.H., Lindfors, A.V., Urban, O., Aphalo, P.J., Matthew Robson, T.  
419 (2021). Diffuse solar radiation and canopy photosynthesis in a changing  
420 environment. *Agricultural and Forest Meteorology*, 311, 108684–108684. DOI:  
421 <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108684>

- 422 Fernández-Chávez, M., Guerrero-Morales, S., Palacios-Monárrez, A., Uranga-Valencia, L.P.,  
423 Escalera-Ochoa, L., & Pérez-Álvarez, S., (2021). Análisis de diversos aspectos económicos de  
424 la producción en huertas de nogales de alta y baja densidad. Estudio de caso. *Cultivos*  
425 *Tropicales*. 42(2), e01.
- 426 Ferreira, D.F. (2014). Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.  
427 *Ciência e Agrotecnologia*, 38, 109-112. DOI: [https://doi.org/10.1590/s1413-](https://doi.org/10.1590/s1413-70542014000200001)  
428 70542014000200001
- 429 Fronza, D., Hamann, J.J., Both, V., Anese, R. de O., & Meyer, E.A. (2018). Pecan cultivation:  
430 general aspects. *Ciência Rural*, 48, 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170179>
- 431 Gong, Y., Pegg, R.B., Kerrihard, A.L., Lewis, B.E., & Heerema, R.J. (2020). Pecan Kernel  
432 Phenolics Content and Antioxidant Capacity Are Enhanced by Mechanical Pruning and Higher  
433 Fruit Position in the Tree Canopy. *Journal of the American Society for Horticultural Science*,  
434 145, 193-202. DOI: <https://doi.org/10.21273/jashs04810-19>
- 435 Hellwig, C. G., Martins, C. R., Lima, A. D.V., Barreto, C.F., Medeiros, J. C.F., & Malgarim,  
436 M.B. (2022). Hedge and central pruning in a high-density pecan orchard in southern  
437 Brazil. *Comunicata Scientiae*, 13, e3842. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v13.3842>
- 438 Khalil, S.K., Mexal, J.G., Khalil, I.H., Wahab, S., Rehman, A., Hussain, Z., ... Khattak, M.K.  
439 (2016). Foliar Ethephon Fruit Thinning Improves Nut Quality and Could Manage Alternate  
440 Bearing in Pecan. *The Pharmaceutical and Chemical Journal*, 3, 150-156.
- 441 Li, Q., Gao, Y., Wang, K., Feng, J., Sun, S., Lu, X., ... Wang, D. (2023). Transcriptome  
442 Analysis of the Effects of Grafting Interstocks on Apple Rootstocks and Scions. *International*  
443 *Journal of Molecular Sciences*, 24, 1-22. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms24010807>
- 444 Lombardini, L. (2006). One-Time Pruning of Pecan Trees Induced Limited and Short-Term  
445 Benefits in Canopy Light Penetration, Yield, and Nut Quality. *HortScience*, 41, 1469-1473.  
446 DOI: <https://doi.org/10.21273/hortsci.41.6.1469>
- 447 Mahmud, K.P., Ibell, P.T., Wright, C.L., Monks, D., & Bally, I. (2023). High-Density Espalier  
448 Trained Mangoes Make Better Use of Light. *Agronomy*, 13, 2557. DOI:  
449 <https://doi.org/10.3390/agronomy13102557>
- 450 Manganaris, G.A., Minas, I.S., Cirilli, M., Torres, R., Bassi, D., & Costa, G. (2022). Peach for  
451 the future: A specialty crop revisited. *Scientia Horticulturae*, 305, 111390. DOI:  
452 <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111390>

- 453 Mayer, N.A., Neves, T.R. das, Rocha, C.T., & Silva, V.A.L. da. (2016). Adensamento de  
454 plantio em pessegueiros “Chimarrita”. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 15, 50-59. DOI:  
455 <https://doi.org/10.5965/223811711512016050>
- 456 Noperi-Mosqueda, L.C., Soto-Parra, J.M., Sanchez, E., Navarro-León, E., Pérez-Leal, R.,  
457 Flores-Cordova, M.A., ... Yáñez-Muñoz, R.M. (2020). Yield, quality, alternate bearing and  
458 long-term yield index in pecan, as a response to mineral and organic nutrition. *Notulae*  
459 *Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(1), 342-353. DOI:  
460 <https://doi.org/10.15835/nbha48111725>
- 461 Núñez, M. J. H., Valdez, G. V., Martínez, D. G., & Valenzuela, C. E. (2001). Poda. In: Núñez,  
462 M. J. H., Valdez, G. V.; Martínez, D. G., & Valenzuela, C. E. *El nogal pecanero en Sonora* (p.  
463 113-122). Hermosillo, México: INIFAP–CIRNO-CECH.
- 464 Reig, G., Lordan, J., Hoying, S.A., Fargione, M.J., Donahue, D.J., Francescato, P., ...  
465 Robinson, T.L. (2020). Long-term Performance of “Delicious” Apple Trees Grafted on  
466 Geneva® Rootstocks and Trained to Four High-density Systems under New York State  
467 Climatic Conditions. *Hortscience*, 55, 1538-1550. DOI:  
468 <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14904-20>
- 469 Santos, H.G. dos, Jacomine, P.K.T, Anjos, L.H.C. dos, Oliveira, V.A. de, Lumbreras J.F.,  
470 Coelho M.R., ... Cunha T.J.F. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos* (5ª ed.).  
471 Brasília, Brasil: Embrapa.
- 472 Singh, J., Marboh, E.S., Singh, P., & Poojan, S. (2020). Light interception under different  
473 training system and high density planting in fruit crops. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 9, 611-  
474 616.
- 475 Souza, A.L.K. de, Souza, E.L. de, Camargo, S.S., Feldberg, N.P., Pasa, M. da S., & Bender, A.  
476 (2019). The effect of planting density on “BRS Rubimel” peach trained as a “Y-shaped” system.  
477 *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41(2), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452019122>
- 478 Taiz, L., Zeiger, E.; Müller, I. M.; Murphy, A. (2017). *Fundamentos de Fisiologia Vegetal*. (6ª  
479 ed.). Porto Alegre, Brasil: Artmed.
- 480 Toledo, P. F.S., Phillips, K., Schmidt, J.M., Bock, C.H., Wong, C., Hudson, W.G., ... Acebes-  
481 Doria, A.L. (2024). Canopy hedge pruning in pecan production differentially affects groups of  
482 arthropod pests and associated natural enemies. *Crop Protection*, 176, 106521-106521, 2024.  
483 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106521>

484 Wells, L. (2018). Mechanical Hedge Pruning Affects Nut Size, Nut Quality, Wind Damage,  
485 and Stem Water Potential of Pecan in Humid Conditions. *HortScience*, 53, 1203-1207. DOI:  
486 <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13217-18>

487 Wells, L. (2017). *Southeastern Pecan Grower's Handbook*. Georgia: University of Georgia.

488 Wood, B.W. (2009). Mechanical hedge pruning of pecan in a relatively low-light environment.  
489 *HortScience*, 44, 68-72. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.1.68>

490 Worley, R. E., Mullinix, B. G., & Daniel, J. W. (1996). Selective limb pruning, tree removal,  
491 and paclobutrazol growth retardant for crowding pecan trees. *Scientia horticulturae*, 67, 79-85.  
492 DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(96\)00942-9](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(96)00942-9)

493 Zhang, R., Peng, F., & Li, Y. (2015). Pecan production in China. *Scientia Horticulturae*, 197,  
494 719-727. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.10.035>

495 Zhu, H., & Stafne, E.T. (2019). Influence of Paclobutrazol on Shoot Growth and Flowering in  
496 a High-density Pecan Orchard. *HortTechnology*, 29(2), 210-212. DOI:  
497 <https://doi.org/10.21273/horttech04241-18>

498

499

500

501

502

503

504

505

506

507

**4.4 Artigo 4. Desbaste e poda melhoram a qualidade da noz-pecã em pomares adensados com problemas de sombreamento**

(Artigo a ser submetido a revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB))

1           **Desbaste e poda melhoram a qualidade da noz-pecã em pomares adensados com**  
2                                   **problemas de sombreamento**

3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16   **Resumo** – O excesso de sombreamento é um problema que vem sendo observado em pomares  
17 de noqueira-pecã conduzidos em alta densidade. Além do secamento de ramos e produtividade,  
18 a qualidade de frutos também pode ser afetada. O objetivo do estudo foi avaliar a qualidade de  
19 frutos de um pomar de noqueira-pecã em alta densidade com problemas de sombreamento,  
20 submetidos a dois métodos de poda e ao desbaste de plantas. O experimento foi conduzido em  
21 pomar comercial de alta densidade no município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil. O  
22 delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro tratamentos: sem  
23 poda e nem desbaste; poda hedge; poda central e desbaste de plantas. Foram avaliadas as  
24 variáveis: frutos por quilo, massas de frutos, de amêndoas e cascas; rendimento de amêndoas;  
25 comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas; classificação de tamanho dos frutos, espessura  
26 de casca; cor, luminosidade e amêndoas comerciais. O desbaste de plantas e as podas resultaram  
27 em frutos e amêndoas de maior tamanho e massa, diminuindo a quantidade de frutos por quilo.  
28 O rendimento, a cor e a luminosidade de amêndoas não foram maiores com os manejos em  
29 relação às plantas sem poda e desbaste. A qualidade de frutos é afetada pelos métodos de poda

30 e pelo desbaste de plantas, com aumento de tamanho e massa em relação às plantas sem poda  
31 e desbaste.

32

33 **Termos de indexação:** *Carya illinoensis*, Cultivar Melhorada, tamanho de frutos.

34

35 **Thinning and pruning improve pecan quality in high-density orchards with shading**  
36 **problems**

37

38 **Abstract** – Excess of shading is an issue that has been found in high-density pecan orchards.  
39 Branches may dry and productivity and fruit quality may be affected. This study aimed at  
40 evaluating fruit quality in a high-density pecan orchard with shading problems after plants were  
41 subject to two pruning methods and thinning. The experiment, which was conducted in a high-  
42 density commercial orchard in Santa Rosa, Rio Grande do Sul (RS) state, Brazil, had a  
43 completely randomized block design with the following four treatments: neither pruning nor  
44 thinning; hedge pruning; central pruning; and tree thinning. Variables under evaluation were  
45 fruit per kilo, fruit mass, kernel mass, shell mass, kernel yield, fruit length, kernel length, fruit  
46 diameter, kernel diameter, classification of fruit size, shell thickness, kernel color, kernel  
47 luminosity and commercial kernels. Tree thinning and both pruning methods resulted in  
48 increase in fruit and kernel size and mass and decrease in the number of fruits per kilo. Kernel  
49 yield, color and luminosity were not higher after the practices by comparison with plants that  
50 were subject neither to pruning nor to thinning. Fruit quality is affected by both pruning methods  
51 and plant thinning since fruit size and mass increased by comparison with plants that were not  
52 subject to any treatment.

53

54 **Indexation terms:** *Carya illinoensis*, Cultivar Melhorada, fruit size.

55

## Introdução

56  
57 A noqueira-pecã é uma planta frutífera que foi introduzida no Brasil na década de 1870  
58 em áreas subtropicais das regiões sul e sudeste do país (Poletto et al., 2020). As plantas podem  
59 atingir grandes dimensões e produzir por muitos anos (Fronza et al., 2018). O Brasil atualmente  
60 é um dos cinco maiores produtores da cultura, somente atrás de México, Estados Unidos, África  
61 do Sul e China (INC, 2023). Dentre os motivos para a expansão da cultura no país estão fatores  
62 como aumento da demanda por alimentos saudáveis pelos consumidores, o que favorece a  
63 cultura à medida que os frutos são ricos em aminoácidos (Wu et al., 2022), lipídeos,  
64 carboidratos e fibras alimentares e demonstraram prevenir doenças como câncer, inflamação,  
65 hipertensão e diabetes (Tong et al., 2022). Outra razão que motivou a produção de noz-pecã é  
66 a longevidade do período de produção, com plantas podendo chegar a cem anos produzindo  
67 frutos de elevado valor comercial (Fronza et al., 2018).

68 Neste sentido, procurando maximizar a produção por área, muitos produtores de  
69 noqueira-pecã do Sul do Brasil optaram pela alta densidade de plantio em pomares implantados  
70 nos últimos 20 anos, baseado principalmente no que é uma tendência em outras frutíferas como  
71 a macieira (Reig et al., 2020), oliveira (Rallo et al., 2013; Díez et al., 2016), pessegueiro (Mayer  
72 et al., 2016), dentre outras. Em pesquisa realizada pela Embrapa, a alta densidade, caracterizada  
73 por ter mais de 100 plantas por hectare, corresponde a 39,0% do total dos pomares de noqueira-  
74 pecã do Brasil (Martins et al., 2023). Na cultura da macieira um dos fatores que consolidou a  
75 alta densidade como sendo viável é a utilização de porta-enxertos anãos, com os quais se  
76 conseguiu controlar o tamanho das plantas (Reig et al., 2020). Na oliveira, Rallo et al. (2013)  
77 relatam que o manejo da água e nutrientes para o controle do vigor e escolha de cultivares de  
78 baixo vigor são cruciais para o sucesso da alta densidade e para evitar problemas de  
79 sombreamento. Menzel et al. (2017) relatam ainda que sistemas de poda e reguladores de  
80 crescimento são outras estratégias utilizadas na gestão de pomares adensados de mangueiras.

81 No caso da nogueira-pecã, não há cultivares ou porta-enxertos anãos disponíveis, o que  
82 dificulta a adoção da alta densidade (Zhu & Stafne, 2019). Dos pomares de nogueira-pecã que  
83 foram implantados em alta densidade, muitos não possuem manejos de poda anuais devido à  
84 dificuldade de realização pelo porte das plantas. Segundo Fernández-Chavez et al. (2021) a  
85 poda é um aspecto básico para aumentar a produção em pomares de alta densidade. Por outro  
86 lado, a alta densidade aliada à falta de poda resulta em excesso de sombreamento, devido a  
87 sobreposição dos ramos, reduzindo o potencial produtivo, a qualidade dos frutos e causando  
88 secamento de ramos basais (Hellwig et al., 2022).

89 A nogueira-pecã necessita da radiação solar para o processo de fotossíntese, que está  
90 associado com o crescimento, produção e qualidade de frutos (Arreola Ávila et al., 2010).  
91 Porém, nos pomares de nogueira-pecã esse processo é limitado devido ao sombreamento,  
92 principalmente nos ramos mais baixos. Outro fator que também podem representar diferença  
93 na disponibilidade fotossintética é a característica vegetativa da cultivar. A cultivar Pitol 1  
94 destaca-se como uma das mais presentes nos pomares brasileiros (Crosa et al., 2020).  
95 Entretanto, por suas características vegetativas de porte vigoroso e pela presença de folíolos  
96 grandes e compactos, está sujeita a maiores problemas com sombreamento no dossel vegetativo  
97 e entre plantas (Hellwig et al., 2022), e ainda pelo ciclo mais longo associado à reserva de  
98 carboidratos, apresenta maiores problemas de alternância de produção (Casagrande et al.,  
99 2023), que podem influenciar na qualidade dos frutos.

100 Como alternativas de manejo para pomares de nogueira-pecã adensados e sombreados em  
101 excesso, a poda e o desbaste de plantas vêm sendo estudados. O método de poda mais  
102 consolidado nos EUA é a poda mecanizada, denominada como poda hedge, que consiste no  
103 desponde de ramos na lateral das plantas (Wood, 2009; Wells, 2018; Toledo et al., 2024). Outro  
104 tipo de poda realizado é a poda central, que visa retirada de ramos inteiros no interior da copa  
105 das plantas para favorecer a circulação de ar e entrada de radiação solar (Worley et al., 1996;

106 Lombardini, 2006). Outro método é o desbaste de plantas, um manejo mais drástico, que visa  
107 retirar plantas do interior do pomar e pode ser realizado pela supressão ou transplante para nova  
108 área e resulta em diminuição da produtividade nos anos subsequentes (Worley et al., 1996;  
109 Gong et al., 2020).

110 Estas estratégias de evitar o sombreamento podem afetar a qualidade dos frutos de noqueira-  
111 pecã, principalmente naqueles fatores que influenciam no preço pago aos produtores como o  
112 rendimento de amêndoa, tamanho e massa de frutos e presença de defeitos (Martins et al.,  
113 2023). Diante disso, objetivo-se com este trabalho avaliar a qualidade de frutos de um pomar  
114 de noqueira-pecã conduzido em alta densidade com problemas de sombreamento, submetido a  
115 dois métodos de poda e ao desbaste de plantas.

116

117

### **Material e Métodos**

118 O experimento foi conduzido em um pomar comercial de noqueira-pecã no município  
119 de Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil (27° 55'15" S; 54° 32'37" W). De acordo com a  
120 classificação de Köppen-Geiger o clima é Cfa (Alvares et al., 2013). O solo é classificado como  
121 Latossolo vermelho distroférico típico, com altitude de 330 metros acima do nível do mar  
122 (Santos et al., 2018). Os dados de pluviosidade e temperaturas máximas e mínimas mensais  
123 durante o período de avaliação dos cinco ciclos produtivos foram obtidos pela Estação  
124 Meteorológica Santa Rosa – TRMM.291/Agritempo (Figura 1).

125 O pomar foi implantado em 2008 em espaçamento de 7m x 7m, com 204 plantas por  
126 hectare, constituído pelas cultivares Barton e Pitol 1 como principais, além de ‘Shawnee’ e  
127 ‘Success’ como polinizadoras. Para o experimento, somente a cultivar Pitol 1 foi utilizada. Os  
128 manejos foram conduzidos de acordo com o produtor, sem sistema de irrigação.

129 O experimento foi conduzido em plantas com 10 anos de idade no período de agosto de  
130 2018 a junho de 2023, sendo avaliados cinco ciclos produtivos: 2018/2019, 2019/2020,

131 2020/2021, 2021/2022 e 2022/2023. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos  
132 casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos realizados no pomar  
133 foram as podas hedge e central, desbaste de plantas e sem poda e desbaste (controle).

134 A poda hedge foi realizada de maneira bianual, com um lado sendo podado em agosto  
135 de 2018 e outro lado em agosto de 2019, em 2021 e 2022 voltou-se a podar os mesmos lados.  
136 A poda central foi realizada somente em agosto de 2018, consistindo na retirada de ramos  
137 secundários inteiros do interior da copa das plantas. O desbaste de plantas foi realizado pela  
138 supressão das mesmas, eliminando de maneira alternada, com auxílio de motosserra a metade  
139 das pecaneiras da área. Com isso passou-se de 204 para 102 plantas por hectare.

140 A colheita foi realizada de acordo com o indicativo do produtor. Após a colheita,  
141 amostras de noz-pecã com aproximadamente 1,4 kg por planta foram separadas para passarem  
142 por processo de secagem em secador de ar forçado Rovler® com as seguintes dimensões (4m  
143 x 3m x 0,8m) até atingir umidade em torno de 4%. Após a secagem, foram avaliados o número  
144 de frutos necessários para alcançar um quilograma, utilizando-se balança digital de alta  
145 precisão. Foram realizadas avaliações de comprimento, diâmetro de frutos, comprimento e  
146 diâmetro de amêndoas e espessura de casca, massas de frutos, amêndoas e cascas, rendimento  
147 de amêndoa, coloração; e classificação comercial das amêndoas, desconsiderando as amêndoas  
148 com defeitos. Utilizou-se amostra de 25 frutos por planta seguindo a metodologia amostral de  
149 Poletto et al. (2018).

150 O comprimento e diâmetro de frutos, comprimento e diâmetro de amêndoas e espessura  
151 de casca, foram avaliados com auxílio de paquímetro digital MTX®. A classificação de frutos  
152 por tamanho foi avaliada de acordo com a norma mexicana NMX-FF-084-SCFI-2009 adaptada,  
153 sendo utilizada a massa de todos os frutos avaliados durante as cinco safras e calculada a  
154 porcentagem de frutos distribuídos nas categorias pequena, média, grande, extragrande e  
155 supergrande. A massa média foi determinada em frutos, amêndoas e cascas com auxílio de

156 balança digital de precisão. Para a separação das partes dos frutos, os mesmos foram  
157 descascados com equipamento manual de quebra-nozes da marca KeHome<sup>®</sup>. O rendimento de  
158 amêndoa foi determinado a partir da seguinte equação: Rendimento de amêndoa (%) = (massa  
159 de amêndoa (g)/massa de fruto (g)) x 100. A coloração (°Hue) e luminosidade das amêndoas  
160 (L\*) foram avaliadas com colorímetro Konica Minolta CR 410 com fonte de luz D65. A  
161 avaliação de amêndoas comerciais consistiu na análise visual, contabilizando as que não  
162 possuíam defeitos como oxidação, manchada por insetos ou chocas, e convertendo em  
163 porcentagem.

164 Após a avaliação dos pressupostos, os resultados foram submetidos a análise de  
165 variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro pelo  
166 programa Sisvar versão 5.6 (Ferreira, 2014).

167

## 168 **Resultados e Discussão**

169 O tamanho da noz-pecã foi influenciado pelos métodos de poda e pelo desbaste das  
170 plantas. As pecaneiras que receberam poda e desbaste obtiveram frutos de maior tamanho,  
171 tanto com casca como na amêndoa (descascada) (Tabela 1). Cabe salientar que o comprimento  
172 e diâmetro dos frutos (com e sem casca) foram mais contundentes em resposta aos manejos de  
173 poda e desbaste a partir da safra 2020/2021, sugerindo que a qualidade demora um pouco a  
174 mais. Enquanto nos anos iniciais as plantas tiveram que se adaptar à nova condição, maior  
175 espaço ocasionado pelo desbaste e lesões causadas pela retirada de ramos com as podas. A  
176 partir da terceira safra com plantas mais adaptadas, maior presença de estruturas reprodutivas  
177 (ramilhos) e maior captação de carboidratos pelas plantas, o tamanho dos frutos foi  
178 incrementado com os manejos. Em média, com relação às plantas sem poda e desbaste, o  
179 comprimento e diâmetro foram respectivamente 2,63 mm e 1,2 mm maiores com o desbaste,  
180 2,5 mm e 0,9 mm maiores com poda central e 2,36 mm e 0,64 mm maiores com poda hedge.

181 A espessura de casca foi mais variável com as safras, embora nas duas últimas avaliadas  
182 as frutas provenientes de plantas com os manejos de poda e desbaste tiveram cascas mais  
183 espessas, na média geral, não demonstraram serem parâmetros afetados pelos manejos de poda  
184 e desbaste (Tabela 2). Embora considerada um subproduto, a casca de noz-pecã é constituída  
185 de altos níveis de antioxidantes, como compostos fenólicos, antocianinas totais e taninos  
186 condensados (Ferrari et al., 2022), o que faz a casca ter potencial de uso na medicina popular  
187 (Moccia et al., 2020).

188 As massas de frutos, de amêndoas e cascas refletiram o maior tamanho das nozes  
189 ocasionado pelos métodos de poda e desbaste de plantas (Tabela 2). Nos primeiros anos  
190 avaliados, as diferenças nas massas de frutos, das amêndoas e cascas não foram tão evidentes,  
191 mas a partir do terceiro ciclo de avaliação constatou-se nozes-pecã com maior peso em fruto  
192 (com casca), amêndoa e casca, repercutindo na média geral. O aumento de massa de fruto em  
193 relação ao tratamento sem poda e desbaste foi de 17,91%, 11,23% e 9,22% respectivamente com  
194 o desbaste de plantas, poda central e poda hedge. Diferenças percentuais parecidas foram  
195 observadas nas amêndoas e cascas.

196 A fotossíntese é o processo de captura da energia luminosa para conversão em energia  
197 química na forma de carboidratos, além disso é responsável por fixar carbono nas plantas (Taiz  
198 et al., 2021). A energia química é essencial para etapas como crescimento e desenvolvimento  
199 das plantas, produção de frutos, assim como na qualidade dos mesmos (Arreola Ávila et al.,  
200 2010). A noqueira-pecã apresenta dominância apical (Martins et al., 2021), a qual sob a  
201 condição de sombreamento, fez com que a seiva das plantas se direcionasse com maior  
202 intensidade para a parte mais alta e iluminada das plantas (fototropismo), originando brotações  
203 vigorosas, porém com poucos frutos. As podas e o desbaste de plantas, favorecendo a entrada  
204 de luz no pomar, permitiram que houvesse a fotodegradação de parte das auxinas devido a um

205 crescimento mais horizontal das plantas, que por sua vez, permitiu um acúmulo de carboidratos  
206 ao longo dos ramos, e proporcionou maior tamanho e massa dos frutos.

207 O número de frutos necessários para compor um quilo é um parâmetro comercial  
208 empregado pelas agroindústrias para pagamento aos produtores. Quanto maior a quantidade de  
209 frutos necessários, menor o valor obtido. Nos primeiros anos os resultados não foram tão  
210 evidentes, com exceção dos frutos provenientes da área do pomar onde houve desbaste de  
211 plantas (Figura 2a). Desde o primeiro ciclo de avaliação o menor número de frutos para atingir  
212 um quilo foi obtido na área com desbaste de plantas. Com relação às podas, a partir do terceiro  
213 ciclo de avaliação as mesmas começaram a influenciar no número de frutos por quilo. Este  
214 parâmetro também reduzido na média das cinco safras com os tratamentos de desbaste de  
215 plantas (23 frutos a menos), poda central (15 frutos a menos) e poda hedge (14 frutos a menos).  
216 Portanto, o desbaste obteve uma resposta mais imediata no calibre dos frutos em relação às  
217 podas. Essa resposta mais tardia com a realização das podas demonstra que a qualidade é  
218 aumentada nos anos subsequentes. Isto se deve, provavelmente, devido à planta ainda não  
219 responder vegetativamente à poda realizada, com o surgimento de um maior número de  
220 ramiños e com o passar dos anos diante de um maior equilíbrio entre folhas e frutos nas plantas  
221 o tamanho das nozes também foi favorecido.

222 O rendimento médio de amêndoas dos cinco anos de avaliação não foi influenciado  
223 positivamente pelos tratamentos de poda e desbaste de plantas (Figura 2b). Na safra 2020/2021  
224 as plantas sem poda e desbaste obtiveram rendimento superior às podas hedge e central. O que  
225 pode ser explicado pela maior presença de frutos mal preenchidos (chochos) dentre das  
226 amostras avaliadas nos dois tratamentos com poda. O rendimento de amêndoa é um dos critérios  
227 utilizados pela indústria para avaliação das nozes, sendo que deve ser acima de 50% para obter  
228 uma maior valorização, o que foi observado em todos os tratamentos e safras avaliadas.  
229 Lombardini (2006), Wood (2009) e Wells (2018) observaram benefício da poda hedge na

230 cultivar Desirable. Porém Lombardini (2006) não obteve a mesma resposta com as podas nas  
231 cultivares Cape Fear e Kiowa. Portanto, a resposta da poda nessa variável é dependente da  
232 cultivar utilizada no pomar.

233 O desbaste de plantas e os métodos de poda promoveram uma porcentagem maior de  
234 frutos nas categorias supergrande e extragrande e praticamente não foram obtidos frutos  
235 pequenos nas amostras avaliadas (Figura 3). No mercado de exportação, a classificação é  
236 importante, pois os compradores preferem frutos maiores, pagando mais pelo quilo de nozes-  
237 pecãs das categorias supergrande e extragrande.

238 Tanto na cor quanto luminosidade espera-se valores altos, o que representa amêndoas  
239 mais claras e amareladas e não escuras e marrom-avermelhadas. As cores claras indicam  
240 frescor, enquanto as escuras indicam idade avançada e ranço e a cor escura pode ainda estar  
241 associada à reação de Maillard, na qual o açúcar e as proteínas são reagentes primários  
242 (Prabhakar et al., 2022). A luminosidade e a cor das amêndoas, embora com diferença em  
243 algumas safras e na média das safras, não foram parâmetros tão relevantes no estudo, pois não  
244 incrementaram os valores em relação às amêndoas de plantas sem poda e desbaste (Tabela 3).  
245 Devido ao envolvimento das amêndoas pelas cascas, outros fatores como a umidade, o tamanho  
246 e a constituição dos frutos também influenciam na luminosidade e cor. Siebeneichler et al.  
247 (2024) observaram que a cultivar Pitol 1, também denominada ‘Melhorada’ destaca-se por seu  
248 tamanho e massa, porém apresenta elevado valor de acidez comparativamente a outras  
249 cultivares estudadas.

250 Observou-se pouca relação entre os manejos de poda e desbaste de plantas na  
251 porcentagem de amêndoas comerciais (Tabela 3). Somente na safra 2022/2023 os manejos de  
252 poda e desbaste obtiveram frutos com menos defeitos. Dentre os defeitos observados a má-  
253 formação (chochos) e frutos oxidados foram os mais comuns, que acabam inviabilizando o  
254 consumo e comercialização.

255 O desbaste de plantas foi o manejo que mais favoreceu o incremento de qualidade nos  
256 frutos. A redução de competição por recursos como a água, nutrientes e principalmente radiação  
257 solar justificam o melhor resultado comparado aos demais tratamentos. As podas também  
258 proporcionaram o aumento da qualidade em relação às plantas sem manejo. Com a retirada ou  
259 despoite de ramos, as plantas receberam mais radiação solar em uma maior área da copa,  
260 melhorando os processos fotossintéticos, acumulação de carboidratos e conseqüente qualidade  
261 dos frutos. Em contrapartida, o sombreamento afetou as variáveis de qualidade dos frutos na  
262 cultivar Pitol 1.

### 263 **Conclusões**

- 264 1. A poda e o desbaste de plantas aumentam o comprimento, diâmetro e massa de frutos, além  
265 incrementar a porcentagem de frutos de categorias superiores e diminuir a quantidade de  
266 frutos por quilo.
- 267 2. As porcentagens de amêndoas comerciais e rendimento de amêndoa não são alteradas com  
268 os manejos de poda e desbaste de plantas.

### 269 **Agradecimentos**

271 Ao produtor por permitir a avaliação do experimento, à Embrapa Clima Temperado pela  
272 estrutura para avaliação do experimento, à Universidade Federal de Pelotas pela estrutura e por  
273 permitir meu aprimoramento acadêmico e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento  
274 Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa.

### 275 **Referências**

277 ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J. L. de M.;  
278 SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**,  
279 v.22, p.711–728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

- 280 ARREOLA ÁVILA, J.G.; LAGARDA MURRIETA, A.; BORJA DE LA ROSA, A.; VALDEZ  
281 CEPEDA, R.; LÓPEZ ARIZA, B. Disponibilidad de luz y producción de nuez después del  
282 aclareo de árboles de nogal pecanero (*Carya illinoensis*). **Revista Chapingo. Serie Ciencias**  
283 **Forestales y del Ambiente**, v.16, p.147–154, 2010.
- 284 CASAGRANDA, D.G.; KIRINUS, M.B.M; MARTINS, C.R.; ETHUR, E.M.; MALGARIM,  
285 M.B. Produtividade da nogueira pecã na região de Anta Gorda no Rio Grande do  
286 Sul. **Research, Society and Development**, v.12, p. e24912139574, 2023.
- 287 CROSA, C. F. R.; DE MARCO, R.; DE SOUZA, R. S.; MARTINS, C.R. Tecnologia de  
288 produção de noz-pecã no sul do Brasil. **Revista Científica Rural**, v.22, p.249-262, 2020. DOI:  
289 <https://doi.org/10.30945/rcr-v22i2.3170>.
- 290 DÍEZ, C.M.; MORAL, J.; CABELLO, D.; MORELLO, P.; RALLO, L.; BARRANCO, D.  
291 Cultivar and Tree Density As Key Factors in the Long-Term Performance of Super High-  
292 Density Olive Orchards. **Frontiers in Plant Science**, v.7, p.1-13, 2016. DOI:  
293 <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01226>.
- 294 FERRARI, V.; GIL, G.; HEINZEN, H.; ZOPPOLO, R.; FACUNDO IBÁÑEZ. Influence of  
295 Cultivar on Nutritional Composition and Nutraceutical Potential of Pecan Growing in  
296 Uruguay. **Frontiers in Nutrition**, v.9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.868054>.
- 297 FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple  
298 comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v.38, p.109-112, 2014.  
299 DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.
- 300 FRONZA, D.; HAMANN, J.J.; BOTH, V.; ANESE, R. de O.; MEYER, E.A. Pecan cultivation:  
301 general aspects. **Ciencia Rural**, v.48, 2018. DOI: [https://doi.org/10.1590/0103-](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170179)  
302 [8478cr20170179](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170179).
- 303 GONG, Y.; PEGG, R.B.; KERRIHARD, A.L.; LEWIS, B.E.; HEEREMA, R.J. Pecan Kernel  
304 Phenolics Content and Antioxidant Capacity Are Enhanced by Mechanical Pruning and Higher

305 Fruit Position in the Tree Canopy. **Journal of the American Society for Horticultural**  
306 **Science**, v.145, p.193–202, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21273/jashs04810-19>.

307 HELLWIG, C. G.; MARTINS, C. R.; LIMA, A. D. V.; BARRETO, C. F.; MEDEIROS, J. C.  
308 F.; MALGARIM, M. B. Hedge and central pruning in a high-density pecan orchard in southern  
309 Brazil. **Comunicata Scientiae**, v.13, e3842-e3842, 2022.

310 INC (International Nut and Fruit Council Foundation). **Nuts and Dried Fruits Statistical**  
311 **Yearbook 2022/23**. Disponível em: <[https://inc.nutfruit.org/wp](https://inc.nutfruit.org/wp-content/uploads/2023/05/Statistical-Yearbook-2022-2023.pdf)  
312 [content/uploads/2023/05/Statistical-Yearbook-2022-2023.pdf](https://inc.nutfruit.org/wp-content/uploads/2023/05/Statistical-Yearbook-2022-2023.pdf)> Acesso em: Jan. 27 2024.

313 LOMBARDINI, L. One-Time Pruning of Pecan Trees Induced Limited and Short-Term  
314 Benefits in Canopy Light Penetration, Yield, and Nut Quality. **Hortscience**, v.41, p.1469–1473,  
315 2006. DOI: <https://doi.org/10.21273/hortsci.41.6.1469>.

316 MARTINS, C.R.; HOFFMANN A.; NACHTIGAL, J.C.; ALBA, J.M.F.; LOPES, J.L.  
317 **Panorama da produção, processamento e comercialização de noz-pecã no Sul do Brasil**.  
318 Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2023. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 535).

319 MARTINS, C.R.; MARQUES, C.; HELLWIG, C. G.; NAVA, D. E; NAVA, G.; HEIDEN, G.;  
320 FILIPPINI ALBA, J. M.; WREGGE, M. S.; LAZAROTTO, M.; MALGARIM, M. B.; SOUZA,  
321 R. S. de; FARIAS, R. de M.; DE MARCO, R. **Práticas Básicas do Plantio à Colheita de Noz-**  
322 **pecã**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2021 (Embrapa Clima Temperado, Circular Técnica  
323 225).

324 MAYER, A.N.; NEVES, T.R. DAS; ROCHA, C.T.; DA SILVA, V.A.L. Adensamento de  
325 plantio em pessegueiros “Chimarrita”. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, p.50–59,  
326 2016. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711512016050>.

327 MENZEL, C.M.; M.D. LE LAGADEC. Can the productivity of mango orchards be increased  
328 by using high-density plantings? **Scientia Horticulturae**, v.219, p.222–263, 2017. DOI:  
329 <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.041>.

- 330 MOCCIA, F.; AGUSTIN-SALAZAR, S.; BERG, A.-L.; SETARO, B.; MICILLO, R.; PIZZO,  
331 E.; WEBER, F.; GAMEZ-MEZA, N.; SCHIEBER, A.; CERRUTI, P.; PANZELLA, L.;  
332 NAPOLITANO, A. Pecan (*Carya illinoensis* (Wagenh.) K. Koch) Nut Shell as an Accessible  
333 Polyphenol Source for Active Packaging and Food Colorant Stabilization. **ACS Sustainable**  
334 **Chemistry & Engineering**, v.8, p.6700–6712, 2020. DOI:  
335 <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c00356>.
- 336 Norma Oficial Mexicana - NMX-FF-084-SCFI-2009. **Productos alimenticios no**  
337 **industrializados para consumo humano - Fruto fresco - Nuez pecanera *Carya illinoensis***  
338 **(Wangenh) K. Koch - Especificaciones y métodos de prueba**. 2009. Disponível em:  
339 <[http://www.comenuz.com/assets/nmx-ff\\_093\\_scfi\\_2011.pdf](http://www.comenuz.com/assets/nmx-ff_093_scfi_2011.pdf)> Acesso em: Jan, 22, 2024.
- 340 POLETTO, T.; FANTINEL, V.S.; MUNIZ, M.F.B.; DUTRA, A.F. Tamanho de amostra para  
341 caracterização de frutos de *carya illinoensis*. **Agropecuária Científica no semi-árido**, v.14,  
342 p.103-107, 2018.
- 343 POLETTO, T.; POLETTO, I.; SILVA, L.M.M.; MUNIZ, M.F.B.; REINIGER, L.R.S.;  
344 RICHARDS, N.; STEFENON, V.M. Morphological, chemical and genetic analysis of southern  
345 Brazilian pecan (*Carya illinoensis*) accessions. **Scientia Horticulturae**, v.261, p.108863–  
346 108863, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108863>.
- 347 PRABHAKAR, H.; BOCK, C.H.; KERR, W.L.; KONG, F. Pecan color change during storage:  
348 Kinetics and Modeling of the Processes. **Current Research in Food Science**, v.5, p.261–271,  
349 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.01.015>.
- 350 RALLO, L.; BARRANCO, D.; CASTRO-GARCÍA, S.; CONNOR, D.J.; DEL CAMPO, M.G.;  
351 RALLO, P. High-Density Olive Plantations. p.303–384, 2013. DOI:  
352 <https://doi.org/10.1002/9781118707418.ch07>.
- 353 REIG, G.; LORDAN, J.; HOYING, S.; FARGIONE, M.; DONAHUE, D.J.;  
354 FRANCESCOTTO, P.; ACIMOVIC, D.; FAZIO, G.; ROBINSON, T. Long-term Performance

355 of “Delicious” Apple Trees Grafted on Geneva® Rootstocks and Trained to Four High-density  
356 Systems under New York State Climatic Conditions. **Hortscience**, v.55, p.1538–1550, 2020.  
357 DOI: <https://doi.org/10.21273/hortsci14904-20>.

358 SANTOS, H.G.; JACOMINE P.K.T.; ANJOS L.H.C.; OLIVEIRA V.A.; LUMBRERAS  
359 J.F.; COELHO M.R.; ALMEIDA J.A.; ARAÚJO FILHO J.C.; OLIVEIRA J.B.; CUNHA  
360 T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. rev e ampl. Brasília: Embrapa, 2018.  
361 356p.

362 SIEBENEICHLER, T. J.; CRIZEL, R. L.; DUARTE, T. de O.; CARVALHO, I. R.; GALLI, V.;  
363 SOUZA, R. S. de; MARTINS, C. R.; FERREIRA, C. D.; HOFFMANN, J. F. Influence of  
364 cultivar on quality parameters of pecans produced in Southern Brazil. **Scientia Horticulturae**,  
365 v.336, p.113423–113423, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113423>.

366 TAIZ, L., ZEIGER, E.; MÜLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fundamentos de Fisiologia Vegetal**.  
367 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

368 TOLEDO, P. F.S.; PHILLIPS, K.; SCHMIDT, J.M.; BOCK, C.H.; WONG, C.; HUDSON,  
369 W.G.; SHAPIRO-ILAN, D.I.; WELLS, L.; ACEBES-DORIA, A.L. Canopy hedge pruning in  
370 pecan production differentially affects groups of arthropod pests and associated natural  
371 enemies. **Crop Protection**, v.176, p.106521-106521, 2024.

372 TONG, X.; SZACILO, A.; CHEN, H.; TAN, L.; KONG, L. Using rich media to promote  
373 knowledge on nutrition and health benefits of pecans among young consumers. **Journal of**  
374 **Agriculture and Food Research**, v.10, p.100387–100387, 2022. DOI:  
375 <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100387>.

376 WELLS, L. Mechanical Hedge Pruning Affects Nut Size, Nut Quality, Wind Damage, and Stem  
377 Water Potential of Pecan in Humid Conditions. **Hortscience**, v.53, p.1203–1207, 2018. DOI:  
378 <https://doi.org/10.21273/hortsci13217-18>.

379 WOOD, B.W. Mechanical Hedge Pruning of Pecan in a Relatively Low-light  
380 Environment. **Hortscience**, v.44, p.68–72, 2009. DOI:  
381 <https://doi.org/10.21273/hortsci.44.1.68>.

382 WORLEY, R.E.; MULLINIX, B.G.; DANIEL, J.W. Selective limb pruning, tree removal, and  
383 paclobutrazol growth retardant for crowding pecan trees. **Scientia Horticulturae**, v.67, p.79–  
384 85, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0304-4238\(96\)00942-9](https://doi.org/10.1016/s0304-4238(96)00942-9).

385 WU, S.; YAO, X.; WANG, K.; YANG, S.; REN, H.; HUANG, M.; CHANG, J. Quality  
386 Analysis and Comprehensive Evaluation of Fruits from Different Cultivars of Pecan (*Carya*  
387 *illinoensis* (Wangenheim) K. Koch). **Forests**, v.13, p.746–746, 2022. DOI:  
388 <https://doi.org/10.3390/f13050746>.

389 ZHU, H.; STAFNE, E.T. Influence of Paclobutrazol on Shoot Growth and Flowering in a High-  
390 density Pecan Orchard. **Horttechnology**, v.29, p.210–212, 2019. DOI:  
391 <https://doi.org/10.21273/horttech04241-18>.

392

393

394

395

396

397

398

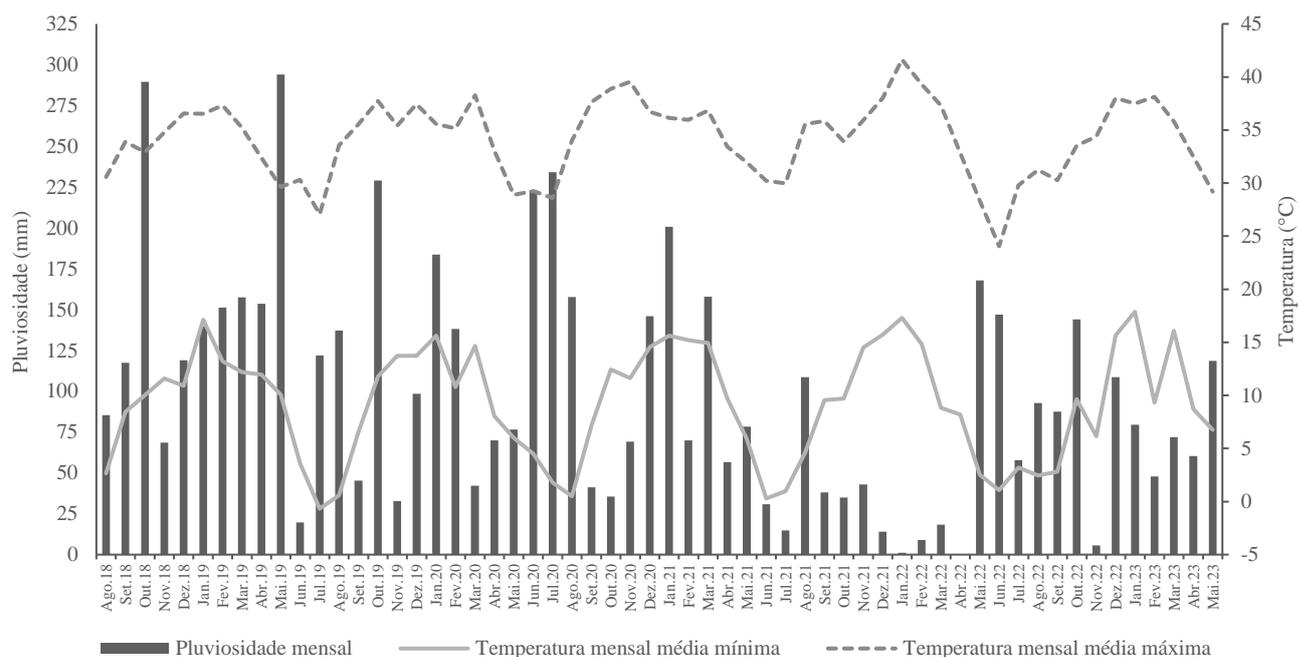
399

400

401

402

403



404

405 **Figura 1.** Pluviosidade e temperaturas médias mínimas e máximas mensais de Santa Rosa-RS,

406 entre o período de agosto de 2018 e maio de 2023. Fonte: Dados obtidos pelo Agritempo-

407 Sistema de monitoramento Agrometeorológico.

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418 **Tabela 1.** Comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas de noqueira-pecã cultivar Pitól 1  
 419 durante as safras 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022 e 2022/2023 submetidas às  
 420 podas hedge, central e desbaste de plantas. Santa Rosa-RS.

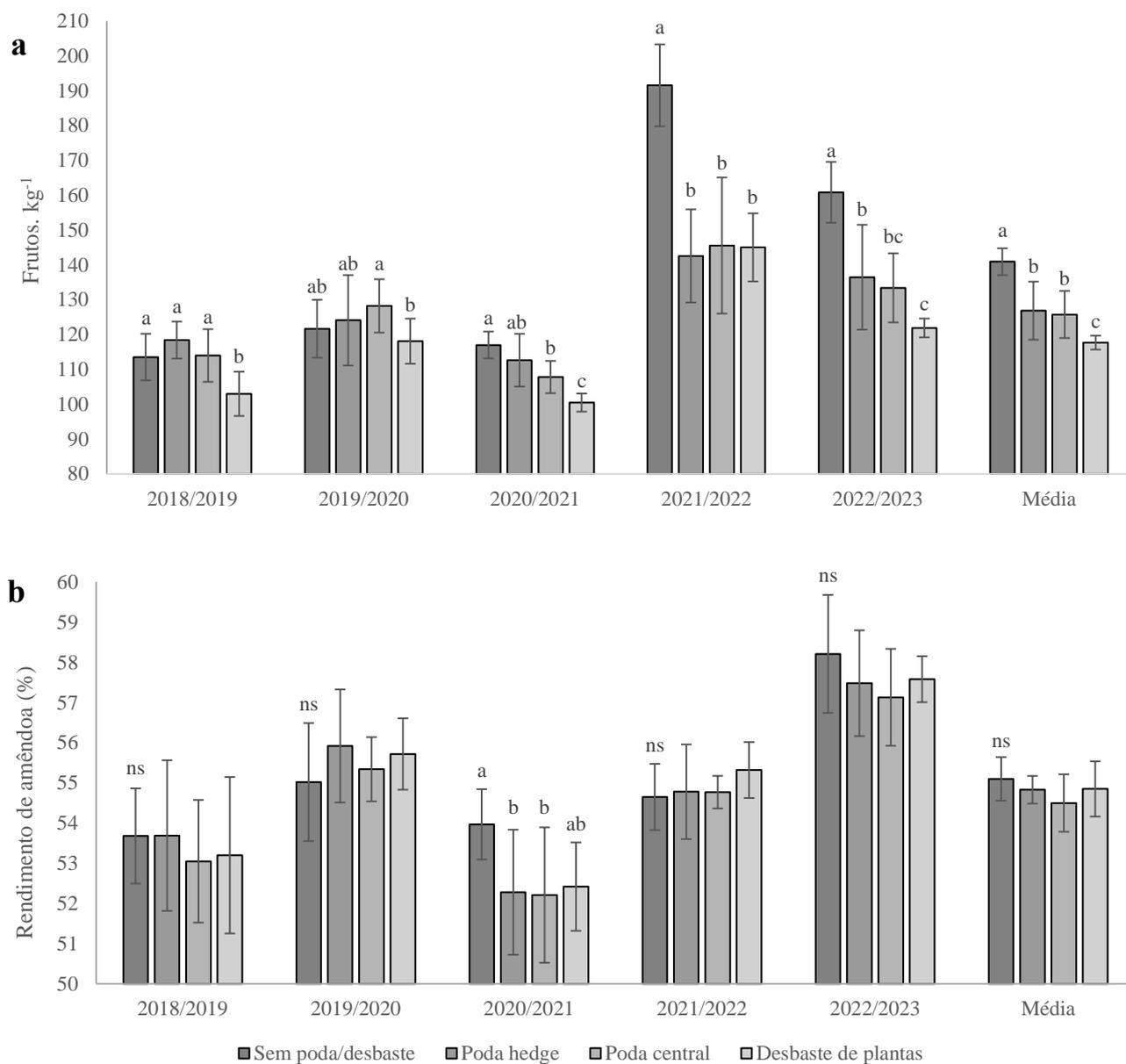
Tratamento	Comprimento de fruto	Diâmetro de fruto	Comprimento de amêndoa	Diâmetro de amêndoa
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
2018/2019				
Sem poda/desbaste	48,21 ± 0,94 b	23,48 ± 0,30 b	37,73 ± 0,63 ns	18,25 ± 0,71 b
Poda hedge	48,92 ± 1,14 ab	23,43 ± 0,61 b	37,90 ± 1,39	18,47 ± 0,23 ab
Poda central	49,70 ± 0,79 a	24,02 ± 0,56 ab	38,92 ± 0,97	18,52 ± 0,38 ab
Desbaste de plantas	49,60 ± 1,03 a	24,27 ± 0,49 a	38,72 ± 1,52	19,12 ± 0,76 a
Valor de p	0,0169	0,0012	0,0958	0,0253
2019/2020				
Sem poda/desbaste	43,46 ± 1,00 ns	23,23 ± 0,46 ns	34,35 ± 1,19 ns	19,17 ± 0,47 b
Poda hedge	43,88 ± 1,90	23,12 ± 0,66	35,18 ± 1,92	19,54 ± 0,53 ab
Poda central	44,04 ± 0,84	23,17 ± 0,48	35,28 ± 0,76	19,39 ± 0,29 ab
Desbaste de plantas	44,02 ± 0,60	23,56 ± 0,21	35,55 ± 0,78	19,82 ± 0,47 a
Valor de p	0,6893	0,0684	0,1659	0,0147
2020/2021				
Sem poda/desbaste	43,87 ± 0,78 b	24,00 ± 0,24 c	34,46 ± 0,32 c	20,71 ± 0,23 b
Poda hedge	45,40 ± 1,48 a	24,50 ± 0,43 b	35,61 ± 1,27 b	20,85 ± 0,27 b
Poda central	45,27 ± 0,98 a	24,55 ± 0,25 b	35,94 ± 0,64 ab	20,88 ± 0,34 b
Desbaste de plantas	45,91 ± 0,66 a	25,16 ± 0,16 a	36,60 ± 0,43 a	21,26 ± 0,24 a
Valor de p	0,0023	<0,0001	<0,0001	0,0009
2021/2022				
Sem poda/desbaste	34,22 ± 0,97 b	19,08 ± 0,50 b	26,32 ± 0,85 b	17,17 ± 0,41 b
Poda hedge	39,60 ± 1,82 a	21,06 ± 0,87 a	30,40 ± 1,71 a	18,48 ± 0,53 a
Poda central	39,05 ± 2,06 a	21,55 ± 0,80 a	30,13 ± 1,89 a	18,56 ± 0,50 a
Desbaste de plantas	38,46 ± 1,35 a	21,36 ± 0,36 a	29,87 ± 1,14 a	18,58 ± 0,39 a
Valor de p	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
2022/2023				
Sem poda/desbaste	36,73 ± 0,98 b	20,25 ± 0,53 b	29,84 ± 0,64 b	17,17 ± 0,53 b
Poda hedge	40,51 ± 1,37 a	21,15 ± 0,74 a	32,84 ± 1,33 a	18,12 ± 0,64 a
Poda central	40,94 ± 1,25 a	21,27 ± 0,80 a	33,35 ± 0,87 a	18,19 ± 0,67 a
Desbaste de plantas	41,65 ± 0,97 a	21,73 ± 0,41 a	33,89 ± 0,72 a	18,75 ± 0,27 a
Valor de p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Média 2019-2023				
Sem poda/desbaste	41,30 ± 0,38 b	22,01 ± 0,23 c	32,54 ± 0,20 b	18,49 ± 0,20 c
Poda hedge	43,66 ± 1,23 a	22,65 ± 0,54 b	34,39 ± 1,31 a	19,09 ± 0,34 b
Poda central	43,80 ± 0,80 a	22,91 ± 0,46 ab	34,72 ± 0,51 a	19,11 ± 0,29 b
Desbaste de plantas	43,93 ± 0,73 a	23,21 ± 0,09 a	34,93 ± 0,63 a	19,50 ± 0,21 a
Valor de p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

421 Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas diferem pelo teste de Tukey com 5% de  
 422 significância. ns = não significativo.

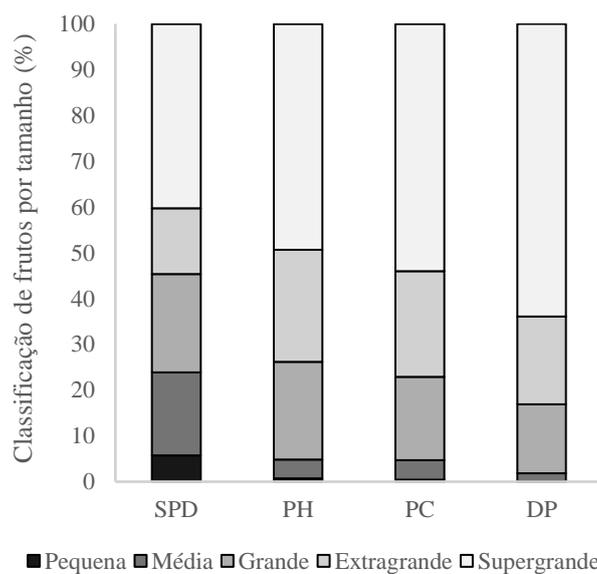
423 **Tabela 2.** Massa de frutos, de amêndoas e cascas e espessura de cascas de nogueiras-pecã  
 424 cultivar Pitol 1 durante as safras 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022 e 2022/2023  
 425 submetidas às podas hedge, central e desbaste de plantas. Santa Rosa-RS.

Tratamento	Massa de fruto (g)	Massa de amêndoa (g)	Massa de casca (g)	Espessura de casca (mm)
	2018/2019			
Sem poda/desbaste	8,96 ± 0,44 b	4,76 ± 0,23 ab	4,19 ± 0,25 b	1,08 ± 0,10 a
Poda hedge	8,70 ± 0,40 b	4,61 ± 0,34 b	4,08 ± 0,21 b	0,88 ± 0,08 b
Poda central	9,10 ± 0,63 ab	4,80 ± 0,43 ab	4,25 ± 0,20 b	0,91 ± 0,16 b
Desbaste de plantas	9,76 ± 0,65 a	5,17 ± 0,49 a	4,58 ± 0,21 a	0,94 ± 0,07 ab
Valor de p	0,0021	0,0210	0,0001	0,0027
	2019/2020			
Sem poda/desbaste	8,42 ± 0,57 b	4,66 ± 0,36 b	3,75 ± 0,24 b	0,99 ± 0,03 ns
Poda hedge	8,77 ± 0,93 ab	4,94 ± 0,59 ab	3,83 ± 0,35 ab	0,92 ± 0,03
Poda central	8,72 ± 0,40 ab	4,85 ± 0,24 ab	3,87 ± 0,18 ab	0,90 ± 0,04
Desbaste de plantas	9,28 ± 0,45 a	5,19 ± 0,25 a	4,08 ± 0,22 a	0,90 ± 0,03
Valor de p	0,0120	0,0114	0,0284	0,7258
	2020/2021			
Sem poda/desbaste	8,55 ± 0,27 c	4,65 ± 0,19 b	3,91 ± 0,10 c	0,84 ± 0,02 ns
Poda hedge	8,91 ± 0,58 bc	4,72 ± 0,29 b	4,19 ± 0,33 b	0,87 ± 0,04
Poda central	9,29 ± 0,40 b	4,91 ± 0,27 b	4,38 ± 0,21 b	0,86 ± 0,03
Desbaste de plantas	9,96 ± 0,26 a	5,28 ± 0,17 a	4,67 ± 0,16 a	0,87 ± 0,04
Valor de p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,3420
	2021/2022			
Sem poda/desbaste	5,24 ± 0,32 b	2,88 ± 0,19 b	2,36 ± 0,13 b	0,72 ± 0,03 b
Poda hedge	7,07 ± 0,72 a	3,89 ± 0,47 a	3,18 ± 0,26 a	0,79 ± 0,03 a
Poda central	6,98 ± 0,87 a	3,83 ± 0,48 a	3,14 ± 0,39 a	0,82 ± 0,04 a
Desbaste de plantas	6,92 ± 0,46 a	3,84 ± 0,29 a	3,08 ± 0,18 a	0,82 ± 0,03 a
Valor de p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	2022/2023			
Sem poda/desbaste	6,23 ± 0,33 c	3,63 ± 0,24 c	2,60 ± 0,14 c	0,66 ± 0,02 c
Poda hedge	7,40 ± 0,76 b	4,27 ± 0,50 b	3,14 ± 0,28 b	0,72 ± 0,03 b
Poda central	7,53 ± 0,56 b	4,31 ± 0,31 b	3,22 ± 0,28 b	0,77 ± 0,02 a
Desbaste de plantas	8,21 ± 0,18 a	4,73 ± 0,10 a	3,47 ± 0,10 a	0,78 ± 0,02 a
Valor de p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Média 2019-2023			
Sem poda/desbaste	7,48 ± 0,15 c	4,12 ± 0,10 c	3,36 ± 0,07 c	0,86 ± 0,01 ns
Poda hedge	8,17 ± 0,48 b	4,49 ± 0,26 b	3,68 ± 0,23 b	0,84 ± 0,02
Poda central	8,32 ± 0,36 b	4,54 ± 0,20 b	3,77 ± 0,19 b	0,85 ± 0,04
Desbaste de plantas	8,82 ± 0,16 a	4,84 ± 0,12 a	3,98 ± 0,07 a	0,86 ± 0,02
Valor de p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,5376

426 Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas diferem pelo teste de Tukey com 5% de  
 427 significância. ns = não significativo.



428 **Figura 2.** Número de frutos por quilo (a) e rendimento de amêndoas (b) de noqueira-pecã  
 429 cultivar Pitol 1 em alta densidade submetidas às podas hedge, central, desbaste de plantas e sem  
 430 poda/desbaste durante as safras 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022 e 2022/2023.  
 431 Santa Rosa-RS.



432

433 **Figura 3.** Classificação de frutos de noqueira-pecã da cultivar Pitól 1 em alta densidade por  
434 tamanho submetidas às podas hedge (PH), central (PC), desbaste de plantas (DP) e sem  
435 poda/desbaste (SPD). Santa Rosa - RS.

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447 **Tabela 3.** Luminosidade e cor de amêndoas e amêndoas comerciais de nogueiras-pecã cultivar  
 448 Pitól 1 durante as safras 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022 e 2022/2023 submetidas  
 449 às podas hedge, central e desbaste de plantas. Santa Rosa-RS.

Tratamento	Luminosidade (L*)	Cor (Hue°)	Amêndoas comerciais (%)
	2018/2019		
Sem poda/desbaste	43,09 ± 0,78 a	66,58 ± 0,82 ns	89,44 ± 6,62 ns
Poda hedge	41,26 ± 1,73 b	66,14 ± 1,00	91,11 ± 5,21
Poda central	41,48 ± 1,17 b	66,20 ± 0,82	91,11 ± 7,15
Desbaste de plantas	43,40 ± 1,43 a	66,61 ± 1,02	91,44 ± 7,60
Valor de p	0,0001	0,5497	0,9266
2019/2020			
Sem poda/desbaste	46,31 ± 1,61 b	71,59 ± 0,91 ab	92,00 ± 4,47 ns
Poda hedge	45,94 ± 1,68 b	70,60 ± 2,15 bc	91,55 ± 2,40
Poda central	48,65 ± 0,97 a	73,17 ± 0,82 a	94,22 ± 5,33
Desbaste de plantas	46,74 ± 2,42 ab	69,43 ± 1,99 c	95,11 ± 3,33
Valor de p	0,0059	<0,0001	0,2334
2020/2021			
Sem poda/desbaste	40,73 ± 1,57 ns	68,47 ± 0,66 a	88,00 ± 6,92 ns
Poda hedge	41,56 ± 1,17	67,30 ± 0,99 b	88,44 ± 7,05
Poda central	41,17 ± 1,19	68,74 ± 0,65 a	89,33 ± 5,66
Desbaste de plantas	42,14 ± 0,97	68,58 ± 0,76 a	87,55 ± 4,67
Valor de p	0,1579	0,0011	0,9447
2021/2022			
Sem poda/desbaste	43,11 ± 0,42 ns	70,51 ± 0,56 ns	97,33 ± 2,82 ns
Poda hedge	42,43 ± 1,31	70,34 ± 1,54	96,44 ± 3,71
Poda central	42,68 ± 1,33	70,61 ± 1,43	96,89 ± 3,89
Desbaste de plantas	43,36 ± 1,65	70,89 ± 1,71	99,55 ± 1,33
Valor de p	0,3519	0,8653	0,1770
2022/2023			
Sem poda/desbaste	47,21 ± 1,40 ns	68,15 ± 0,73 ns	93,78 ± 5,70 b
Poda hedge	46,58 ± 1,18	68,39 ± 0,76	99,11 ± 1,76 a
Poda central	46,18 ± 2,19	67,89 ± 0,67	98,22 ± 2,11 a
Desbaste de plantas	47,44 ± 2,27	67,93 ± 1,12	98,66 ± 2,00 a
Valor de p	0,5129	0,6004	0,0072
Média 2019-2023			
Sem poda/desbaste	43,09 ± 0,39 ab	68,06 ± 0,22 ab	92,11 ± 2,29 ns
Poda hedge	42,55 ± 0,90 b	67,55 ± 0,86 b	93,33 ± 2,19
Poda central	43,03 ± 0,86 ab	68,32 ± 0,53 a	93,95 ± 2,97
Desbaste de plantas	43,61 ± 0,82 a	67,69 ± 0,81 ab	94,47 ± 2,24
Valor de p	0,0194	0,0160	0,2703

450 Médias seguidas pelas diferentes letras minúsculas nas colunas diferem pelo teste de Tukey com 5% de  
 451 significância. ns = não significativo.

**4.5 Artigo 5. Poda pós-colheita como estratégia de redução de vigor e secamento de brotações em pomar de alta densidade de noqueira-pecã**  
(Submetido a Revista Scientia Plena)



## Poda pós-colheita como estratégia de redução de vigor e secamento de brotações em pomar de alta densidade de noqueira-pecã

Postharvest pruning as a strategy to decrease shoot vigor and drying in a high-density pecan orchard

---

Pomares de noqueira-pecã conduzidos em alta densidade necessitam de poda para melhorar a produção e reduzir problemas de sombreamento. A época de realizar a poda pode influenciar no vigor da brotação, secamento de ramos, na frutificação e na qualidade de frutos da noqueira-pecã. O objetivo do estudo foi avaliar como a época e método de poda afetam o crescimento vegetativo, a produção e a qualidade de frutos em pomares de noqueira-pecã adensados. Os tratamentos avaliados em duas safras com a cultivar Pitol 1 foram: sem poda, poda hedge pós-colheita, poda hedge seca, poda central pós-colheita e poda central seca. As variáveis analisadas foram crescimento de brotações, presença de ramos secos, eficiência produtiva e qualidade dos frutos. A poda pós-colheita reduziu o vigor e conseqüentemente o crescimento das brotações. A presença de ramos secos foi reduzida com a poda central em ambas as épocas de execução, enquanto a poda hedge não reduziu esse problema. A produção e eficiência produtiva foram aumentadas pelas podas somente na segunda safra após a realização. Os frutos de plantas submetidos as podas pós-colheita obtiveram maior peso, porém somente as com poda central obtiveram maior tamanho. A poda central resultou em amêndoas mais claras e amareladas. A poda pós-colheita é uma alternativa para obter brotações menos vigorosas em pomares de noqueira-pecã em alta densidade e apresenta resposta semelhante na redução de ramos secos da poda executada durante o inverno. A poda central pós-colheita que mais aumenta a qualidade de frutos, com incremento de tamanho e peso.

Palavras-chave: *Carya illinoensis*, intensidade luminosa, sombreamento.

High-density pecan orchards need pruning to improve production and mitigate shading issues. The period in which it is carried out may influence shoot vigor, branch drying, fructification and fruit quality. This study aimed at evaluating how pruning periods and methods affect fruit vegetative growth, production and quality in high-density pecan orchards. The cultivar Pitol 1 was subject to the following treatments, which were evaluated in two cycles: no pruning, postharvest hedge pruning, dry hedge pruning, postharvest central pruning and dry central pruning. Variables under analysis were shoot growth, dry branches, production efficiency and fruit quality. Postharvest pruning decreased vigor and, consequently, shoot growth. The number of dry branches decreased after central pruning in both pruning periods whereas hedge pruning did not mitigate the problem. Production and production efficiency just increased after pruning in the second cycle. Fruit borne by plants that were subject to postharvest pruning got heavier but only the ones borne by plants subject to central pruning got larger. Central pruning resulted in lighter and yellowish kernels. Postharvest pruning is an alternative solution to get less vigorous shoot growth in high-density pecan orchards and its response is similar to the one of the winter pruning regarding reduction in dry branches. Postharvest central pruning is the treatment that increases fruit quality more than the others, in terms of size and weight.

Key words: *Carya illinoensis*, luminous intensity, shading .

---

## 1. INTRODUÇÃO

A noqueira-pecã é uma planta frutífera arbórea que quando adulta pode atingir mais de 40 metros de altura e 20 metros de diâmetro de copa [1]. A cultura apresenta como característica um crescimento lento, chegando a uma produção de frutos somente a partir do sexto ano e atingindo produções comerciais mais consistentes a partir do 10º ano. No Brasil, o plantio vem se consolidando, tornando o País o quinto maior produtor mundial [2]. A produtividade média dos pomares brasileiros que está entre 600 e 1000 kg.ha<sup>-1</sup> [3], é considerada insatisfatória para a viabilidade da cultura. Fatores como presença de pomares novos ainda improdutivos ou com baixa produção e principalmente falta de manejos em pomares mais antigos estão entre os motivos para essa baixa produtividade [3].

Assim como ocorre em outras frutíferas no qual a alta densidade visa a obtenção de maiores produtividades já nos primeiros anos e conseqüentemente maior retorno econômico por hectare [4,5,6], muitos produtores implantaram seus pomares em alta densidade de plantio, com mais de 100 plantas por hectare.

No entanto, ao atingir a fase produtiva, os pomares apresentam problemas com excesso de sombreamento ocasionado pela sobreposição de ramos das plantas [1,7]. O sombreamento é fator crítico na cultura à medida que os ramos mais prejudicados são justamente os da parte mais basal das plantas, que em condições ideais são os que mais produzem nozes [8]. Em outras culturas frutíferas a viabilidade da alta densidade está acompanhada de técnicas como utilização de porta-enxertos ou cultivares anãs, controle do vigor das plantas com podas frequentes e utilização de reguladores vegetais [9,10,11]). Na noqueira-pecã cultivares ou porta-enxertos anões não estão disponíveis, sendo um fator limitante [12].

A poda é uma das alternativas para melhorar a produção e reduzir os problemas de sombreamento. É uma técnica largamente utilizada na fruticultura e tem dentre os princípios fisiológicos: o controle do vigor das plantas, maior produção de frutos e de maior qualidade, regulação de ramos frutíferos e vegetativos, condução das plantas, retirada de ramos ladrões, doentes e mortos e regulação da alternância de produção [13,14].

Em pomares adultos adensados a poda visa proporcionar a maior entrada de luz solar no interior da copa das plantas, à medida que somente há produção de frutos em ramos que tem atividade fotossintética. Nestes pomares com problemas de sombreamento a poda hedge e a poda central são métodos que vem sendo estudados [8]. A poda hedge é realizada normalmente de maneira mecanizada, consistindo no desponte lateral das plantas originando um muro frutal, enquanto a poda central consiste na retirada de ramos estratégicos do interior da copa das plantas [15, 16,17,18].

A poda é tradicionalmente realizada durante o inverno, durante a dormência das plantas. Porém a época de realizar a poda pode influenciar no vigor da brotação, secamento de ramos e na frutificação da noqueira-pecã. Um problema observado pelas podas realizadas durante a dormência das plantas é o crescimento vigoroso das brotações [19], que no caso de podas de abertura podem inclusive retornar o problema de sombreamento no interior do pomar. O estudo de épocas alternativas procurando um menor crescimento das brotações se faz necessário para observação da resposta. A colheita da noz-pecã ocorre durante o outono, e a data tem variação entre as cultivares. A realização de uma poda pós-colheita pode ser uma alternativa, pois é realizada com plantas ainda com folhas, porém sem comprometimento da colheita dos frutos.

Diante disso, o objetivo foi avaliar a época de realização da poda, pós-colheita (outono) e seca (inverno) e o método de poda, poda hedge e central no crescimento de brotações, produção e qualidade de noz-pecã em pomares adensados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um pomar comercial de noqueira-pecã no município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil. O pomar está localizado nas coordenadas geográficas: latitude 27° 55' 15" S; longitude 54° 32' 37" W; e a altitude é 330 m. Na classificação climática de Köppen-Geiger o clima é classificado como Cfa [20], a média anual de temperatura é 20,8°C e a média pluviométrica é de 1801mm. O solo é Latossolo vermelho distroférico típico [21]. O

pomar foi implantado em 2008, em espaçamento de 7m x7m em uma densidade de 204 plantas por hectare. Não foram realizados manejos anuais de poda nos anos anteriores a instalação do experimento e o pomar não apresenta sistema de irrigação. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições e cinco plantas por unidade amostral. Os tratamentos consistiram na combinação de dois métodos e duas épocas de poda: 1) Sem poda (Figura 1a); 2) Poda hedge pós-colheita (Figura 1b); 3) Poda hedge seca (Figura 1c); 4) Poda central pós-colheita (Figura 1d) e 5) Poda central seca (Figura 1e). Portanto a poda pós-colheita foi realizada durante o outono, enquanto a poda seca durante o inverno. Os tratamentos foram realizados em plantas enxertadas da cultivar ‘Pitol 1’, também conhecida como ‘Melhorada’. Essa cultivar é registrada no Brasil e possui hábito de crescimento vigoroso e folíolos compactos.

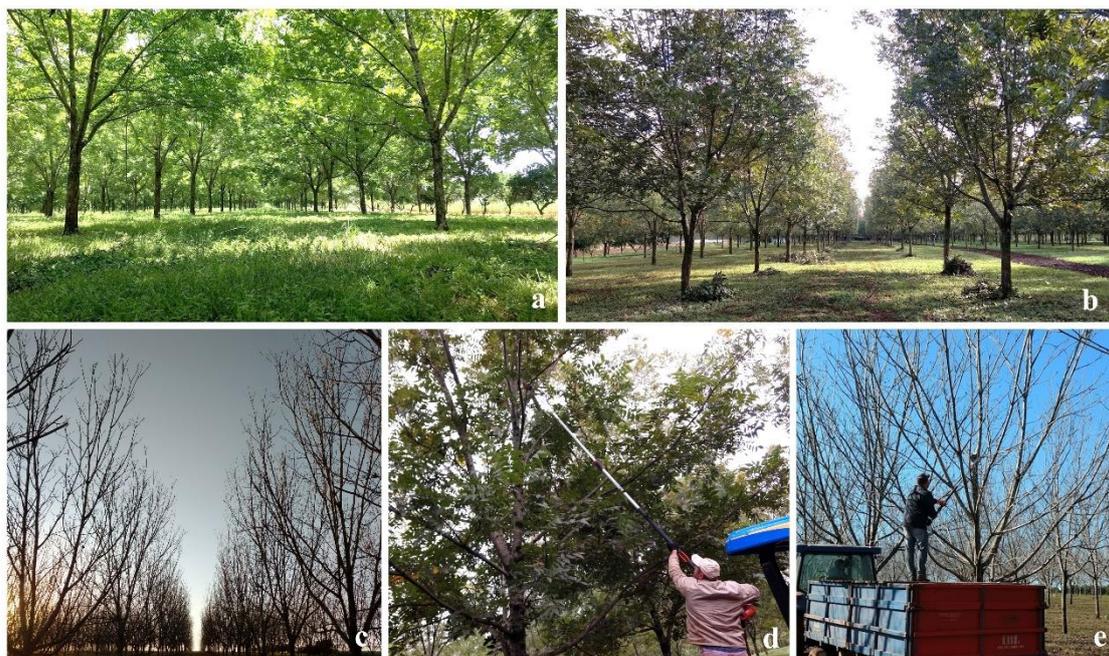


Figura 1. Tratamentos do experimento: sem poda (a), poda hedge pós-colheita (b), poda hedge seca (c), poda central pós-colheita (d) e poda central seca (e).

A poda hedge foi realizada despontando lateralmente os ramos das plantas com auxílio de uma motopoda e podão com cabo extensor, sendo realizada em duas etapas, em um lado no primeiro ano, e no lado oposto no ano seguinte (no sentido entre filas, posição solar Leste-Oeste). Os ramos foram podados a distância de 2,5m em relação ao tronco das plantas. A poda hedge de inverno foi realizada em 08 de agosto de 2018 e 13 de agosto de 2019. A poda hedge pós-colheita, por sua vez, foi realizada em 01 de junho de 2019 e 08 de junho de 2020. A poda central foi realizada retirando de um a três ramos no centro da copa das plantas com a utilização da motopoda. As podas centrais foram realizadas em uma única etapa, sendo a poda central de inverno realizada em 08 de agosto de 2018 e a poda central pós-colheita sendo realizada em 02 de junho de 2019. Após a realização das podas os ramos foram cortados e pesados em balança mecânica, obtendo-se assim, a massa de poda dos tratamentos. Nas podas hedge seca e pós-colheita foi utilizada de cada planta a soma de massa de poda de ambos os lados podados. A massa de poda foi maior com as podas centrais pós-colheita e seca com relação as podas hedge realizadas nas duas épocas (Figura 2). Essa diferença é devido ao método de poda adotado, no qual na poda hedge é realizado somente o desponte de ramos, enquanto na poda central são retirados ramos inteiros aumentando assim a massa de poda retirada das plantas.

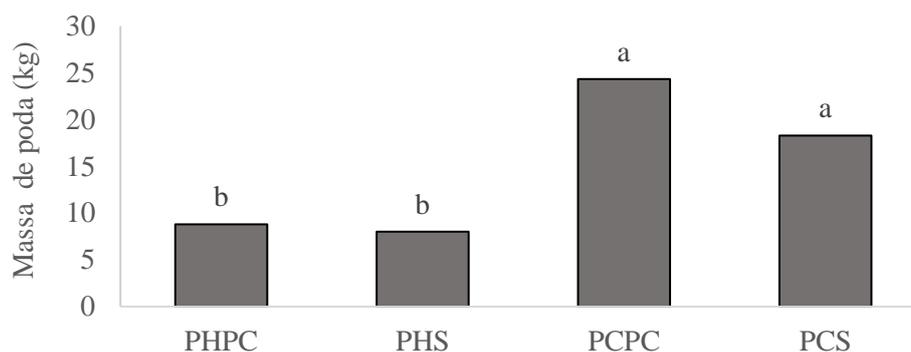


Figura 2. Massa de poda de noqueira-pecã em alta densidade de plantio submetidas aos tratamentos: poda hedge pós-colheita (PHPC), poda hedge seca (PHS), poda central pós-colheita (PCPC) e poda central seca (PCS).

O número de ramos secos foi avaliado durante o período vegetativo das plantas em 2020 e 2021, sendo contabilizados os ramos que não apresentavam folhas e aqueles que possuíam folhas secas. Foi avaliado o crescimento das brotações oriundas do local de corte dos ramos, sendo aferidos o comprimento de quatro brotações por planta com auxílio de uma trena métrica um ano após a execução das podas. Nas plantas não podadas foi avaliado o crescimento anual do ramo. As colheitas de nozes foram realizadas entre 02 e 04 de junho em 2020 e 15 e 16 de junho em 2021, sendo utilizado um trator com o equipamento ‘shaker’ para derrubar as nozes e a coleta de frutos sendo realizada de maneira manual. A produção foi avaliada pesando as nozes de cada planta em balança digital. Foram estimados a produtividade, a eficiência produtiva em relação ao volume de copa (EPVC) e eficiência produtiva em relação a área da secção transversal do tronco (EPASTT) de acordo com as seguintes equações: produtividade baseada na produção por planta e densidade de plantio; EPVC= Produção (kg)/volume de copa (m<sup>3</sup>); EPASTT= Produção (kg)/área da secção transversal do tronco (cm<sup>2</sup>). O volume de copa e a área da secção do tronco foram obtidos pelas seguintes equações:

$$VC = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$$

VC = volume de copa  $\pi = 3,1416$   $r$  = raio de copa  $h$  = altura de copa

$$ASTT = \pi \cdot r^2$$

ASTT = área da secção transversal do tronco  $\pi = 3,1416$   $r$  = raio de tronco

Em cada planta foram separadas amostras de 1,4 kg, posteriormente levadas para o processo de secagem em um secador de ar forçado, para então, serem avaliados frutos por quilo. Depois foram selecionados aleatoriamente 25 frutos por amostra (em um total de nove amostras por tratamento, totalizando 225 frutos) para avaliação da massa de frutos, amêndoas e cascas (g); comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas (mm); foi calculado o rendimento de amêndoas com a seguinte equação: Rendimento de amêndoas (%) = (massa de amêndoa (g)/massa de fruto (g)) x 100. Nas amêndoas ainda foram avaliados a luminosidade e cor com auxílio de calorímetro 410 Konica Minolta e a porcentagem de amêndoas comerciais, que consistiu em excluir todas as amêndoas com defeitos, ocasionados pela oxidação, manchados pelo ataque de insetos e doenças e amêndoas chochas).

Após avaliação dos pressupostos, os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro pelo programa Sisvar versão 5.6 [22].

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As podas pós-colheita, realizadas no outono, resultaram em crescimento de brotações inferiores aos mesmos métodos de podas realizadas no inverno (poda seca) (Figura 3). Na poda hedge houve redução de 7,58% no crescimento das brotações, enquanto na poda central a redução foi de 30,05% em relação a mesma poda realizada no inverno. Portanto ambas as podas obtiveram menor crescimento quando realizadas logo após a colheita, o que é interessante pensando-se na manutenção da luz solar no interior e entre plantas.

O período de inverno, corresponde a fase de dormência vegetativa das plantas, quando importantes processos metabólicos ocorrem, como a translocação da água das gemas e mobilização dos carboidratos para os tecidos adjacentes como ramos, tronco e principalmente raízes [23]. Segundo Faust (1989) [19] a poda durante o período de dormência é vigorante, enquanto no período vegetativo tem efeito de diminuir o crescimento, o que foi observado no presente estudo. Wells (2024) [24] comparou o crescimento das brotações de plantas podadas com poda hedge no inverno e no verão, observando que a poda realizada durante o período vegetativo reduziu em 76% o crescimento, ou seja, demonstrou um resultado ainda mais satisfatório.

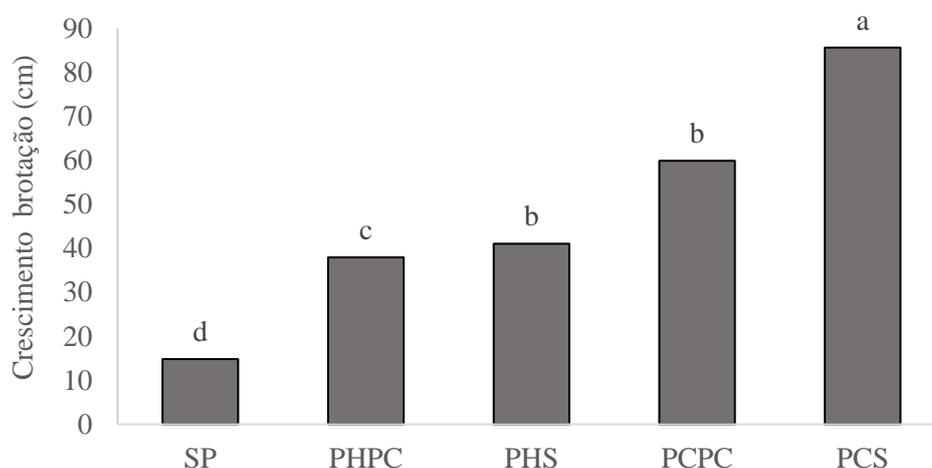


Figura 3. Crescimento anual de brotações de noqueira-pecã em alta densidade de plantio submetidas aos tratamentos: sem poda (SP), poda hedge pós-colheita (PHPC), poda hedge seca (PHS), poda central pós-colheita (PCPC) e poda central seca (PCS).

A presença de ramos secos foi reduzida pela poda central seca nas duas safras e na central pós-colheita na segunda safra (Figura 4). Na média das safras ambas as podas centrais obtiveram menos ramos secos nas plantas. A redução de ramos secos na poda central se deu principalmente pois as plantas receberam mais luz solar no interior da copa. A luz solar é fator primordial para que as folhas dos ramos basais e no interior na copa mantenham-se fotossinteticamente ativos. Por outro lado, na condição de sombreamento, as folhas acabam perdendo essa capacidade e secando. A poda hedge não reduziu o secamento dos ramos, resposta diferente da poda central. Dentre as hipóteses está que essa poda acaba aumentando o número de ramos na lateral das plantas, aumentando a luz solar neste local, porém no interior da copa a planta ainda fica sombreada, outro fator é que muitos ramos despontados acabaram não brotando mais. O secamento de ramos é um enorme problema nas noqueiras-pecã, pois os ramos mais prejudicados, os basais, são os com maior potencial produtivo [8].

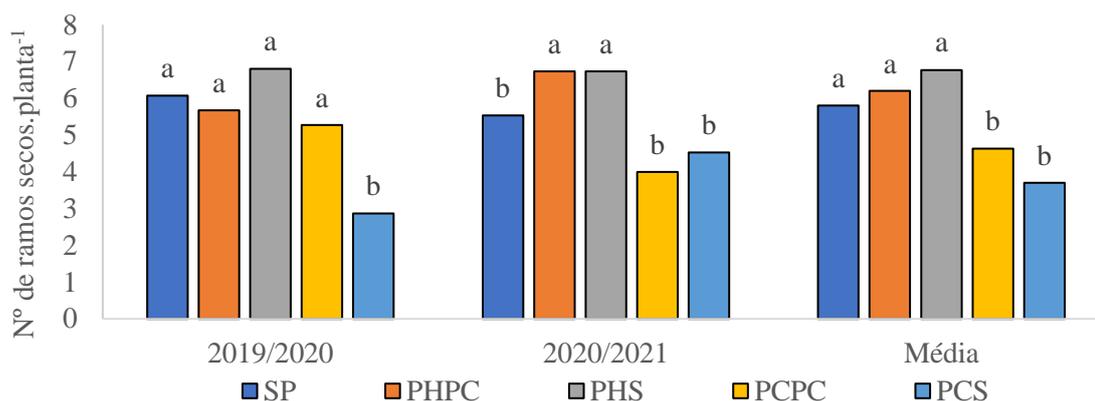


Figura 4. Número de ramos secos por planta de noqueira-pecã submetidas aos tratamentos: sem poda (SP), poda hedge pós-colheita (PHPC), poda hedge seca (PHS), poda central pós-colheita (PCPC) e poda central seca (PCS).

No primeiro ano, a produção foi menor nas plantas que receberam os métodos de poda independente da época que foi realizada, fato que ocorreu em uma safra de baixa produção. Entretanto, no segundo ano, a produção foi maior naquelas plantas podadas (Tabela 1). Indicando que a poda em noqueira-pecã promove melhoria com o passar dos anos.

Tabela 1. Produção por planta, produtividade, eficiência produtiva em relação ao volume de copa (PECV), eficiência produtiva em relação a área da secção transversal do tronco (EPASTT) de noqueira-pecã submetidas aos tratamentos: sem poda, poda hedge pós-colheita, poda hedge de inverno, poda central pós-colheita e poda central de inverno nas safras 2019/2020, 2020/2021 e média entre as safras.

Tratamentos	Produção por planta (kg)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	EPVC (kg m <sup>3</sup> )	EPASTT (kg cm <sup>2</sup> )
2019/2020				
Sem poda	3,84 a	784,18 a	0,029 a	0,012 a
Poda hedge pós-colheita	2,50 b	509,32 b	0,021 a	0,007 b
Poda hedge seca	1,52 c	310,35 c	0,011 b	0,004 bc
Poda central pós-colheita	1,42 c	289,27 c	0,009 b	0,003 c
Poda central seca	2,05 bc	418,18 bc	0,012 b	0,005 bc
Valor p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2020/2021				
Sem poda	6,22 b	1269,83 b	0,048 b	0,020 ns
Poda hedge pós-colheita	7,60 ab	1549,58 ab	0,066 a	0,021
Poda hedge seca	9,49 a	1936,37 a	0,066 a	0,021
Poda central pós-colheita	9,43 a	1923,72 a	0,061 ab	0,022
Poda central seca	9,32 a	1901,14 a	0,056 ab	0,023
Valor p	0,0001	0,0001	0,0015	0,7214
Média				
Sem poda	5,04 ns	1026,12 ns	0,038 ns	0,016 ns
Poda hedge pós-colheita	5,05	1030,20	0,044	0,014
Poda hedge seca	5,51	1123,02	0,040	0,012
Poda central pós-colheita	5,43	1106,70	0,035	0,013
Poda central seca	5,69	1159,74	0,034	0,014
Valor p	0,4501	0,4501	0,0537	0,0671

\*Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns= não significativo.

As podas aumentaram o número de ramilhos nas plantas, que são os ramos produtivos da noqueira-pecã, que apresentam entre 5 e 40 cm de comprimento [25]. Quando se analisa a produção média destas duas safras, constata-se que não altera a produtividade, mantendo a produção acima de 1 tonelada.

Observa-se que ocorreu alternância de produção nas duas safras avaliadas, enquanto em 2019/2020 foi uma safra de baixa produção, em 2020/2021 foi uma safra de maior produção. A alternância de produção ocorre principalmente por causa de dois motivos que são amadurecimento dos frutos no final do ciclo, perto da senescência das folhas, reduzindo tempo de acumulação de carboidratos para o ciclo seguinte e a constituição de 70% de lipídios por parte dos frutos o que acarreta grande desgaste das plantas em anos de alta produção [23, 26].

A eficiência produtiva na média das duas safras avaliadas não obteve diferença entre os tratamentos tanto com relação ao volume de copa (EPVC), quanto com relação a área da secção transversal do tronco (EPASTT) (Tabela 1). Observando a segunda safra, constata-se que com o desponde dos ramos com a poda hedge ao mesmo tempo que aumentou a produção das plantas foi reduzido o volume de copa das plantas, levando a produção mais próxima ao eixo das plantas, tornando-as mais eficientes na produção de frutos.

A massa de frutos obteve diferença na segunda safra e na média das safras, nas quais as podas hedge seca e pós-colheita e a poda central seca obtiveram massa de frutos maiores as das plantas sem poda (Tabela 2).

*Tabela 2. Massas de frutos, amêndoas e cascas e frutos por quilograma de noqueira-pecã 'Pitol 1' submetidas a diferentes métodos e épocas de poda no município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil, nas safras 2019/2020 e 2020/2021 e média entre safras.*

Tratamentos	Massa de fruto (g)	Massa de amêndoa (g)	Massa de casca (g)	Frutos.kg <sup>-1</sup>
2019/2020				
Sem poda	8,42 ns	4,66 ns	3,75 ns	119,87 b
Poda hedge pós-colheita	8,76	4,90	3,86	122,93 ab
Poda hedge seca	8,77	4,94	3,83	125,87 ab
Poda central pós-colheita	8,83	4,88	3,94	121,13 b
Poda central seca	8,72	4,85	3,87	128,93 a
Valor de p	0,4145	0,3424	0,4512	0,0080
2020/2021				
Sem poda	8,55 b	4,65 ns	3,91 b	118,60 ns
Poda hedge pós-colheita	9,14 a	4,81	4,33 a	116,60
Poda hedge seca	8,91 ab	4,72	4,19 a	119,33
Poda central pós-colheita	9,34 a	4,91	4,43 a	115,20
Poda central seca	9,29 a	4,90	4,38 a	116,47
Valor de p	< 0,0001	0,0650	< 0,0001	0,0452
Média				
Sem poda	8,49 b	4,65 ns	3,83 b	118,16 ns
Poda hedge pós-colheita	8,95 a	4,86	4,09 a	116,04
Poda hedge seca	8,84 ab	4,83	4,01 ab	119,09
Poda central pós-colheita	9,08 a	4,90	4,19 a	114,07
Poda central seca	9,00 a	4,88	4,13 a	118,14
Valor de p	0,0057	0,1068	0,0006	0,1100

\*Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns= não significativo.

A massa de amêndoa não obteve diferença nas duas safras avaliadas. A massa de casca somente obteve diferença na safra 2020/2021 e na média das duas safras avaliadas. Na safra 2020/2021 os quatro tratamentos que sofreram poda, resultaram em massa maior. Na média das duas safras, a poda hedge pós-colheita e ambas as podas centrais obtiveram massas de cascas maiores.

Na variável frutos por quilo a poda central de inverno foi superior na primeira safra em relação aos tratamentos sem poda e poda central pós-colheita. Na safra 2020/2021 e média entre safras não houve diferença significativa entre os tratamentos. Essa variável também apresenta importância principalmente na classificação das nozes por tamanho. Tomando-se a média entre safras os frutos de todos os tratamentos são classificados como supergrandes segundo a norma mexicana NMX-FF-084-SCFI-2009 [27].

Nas variáveis de comprimento e diâmetro de frutos a poda central pós-colheita obteve as maiores médias (Tabela 3). O comprimento de amêndoas foi superior com todos os tratamentos podados, o diâmetro das amêndoas, no entanto foi apenas superior nas duas podas realizadas na pós-colheita em relação as plantas sem poda. Embora com variações entre as safras a poda central pós-colheita foi o tratamento que mais incrementou tamanho de frutos e amêndoas com relação ao tratamento sem poda. A poda central realizada durante a pós-colheita tem como vantagem a observação imediata do aumento de radiação solar com a retirada dos ramos, permitindo ajustar o número de ramos e definir quais mais vem ocasionando sombreamento nas plantas.

*Tabela 3. Comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas de noqueira-pecã 'Pitol 1' submetidas a diferentes métodos e épocas de poda no município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil, nas safras 2019/2020 e 2020/2021 e média entre safras.*

Tratamentos	Comprimento de fruto (mm)	Diâmetro de fruto (mm)	Comprimento de amêndoa (mm)	Diâmetro de amêndoa (mm)
2019/2020				
Sem poda	43,48 b	23,25 ns	34,35 b	19,17 b
Poda hedge pós-colheita	44,04 ab	23,40	35,01 ab	19,51 ab
Poda hedge seca	43,87 ab	23,12	35,18 ab	19,54 ab
Poda central pós-colheita	44,99 a	23,53	35,88 a	19,67 a
Poda central seca	44,02 ab	23,16	35,28 ab	19,39 ab
Valor de p	0,0456	0,0671	0,0611	0,0411
2020/2021				
Sem poda	43,88 c	24,02 c	34,46 c	20,71 ns
Poda hedge pós-colheita	45,54 ab	24,51 b	35,85 ab	20,98
Poda hedge seca	45,40 b	24,50 b	35,61 b	20,85
Poda central pós-colheita	46,49 a	25,00 a	36,67 a	20,95
Poda central seca	45,30 b	24,54 b	35,94 ab	20,88
Valor de p	< 0,0001	0,0001	0,0001	0,2028
Média				
Sem poda	43,68 c	23,63 c	34,41 b	19,94 b
Poda hedge pós-colheita	44,79 ab	23,95 b	35,43 a	20,24 a
Poda hedge seca	44,63 bc	23,81 bc	35,39 a	20,19 ab
Poda central pós-colheita	45,74 a	24,24 a	36,27 a	20,31 a
Poda central seca	44,66 abc	23,85 bc	35,61 a	20,13 ab
Valor de p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0035

\*Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns= não significativo.

A variável rendimento de amêndoa somente obteve diferença entre os tratamentos na segunda safra, sendo o tratamento sem poda superior a poda hedge pós-colheita (Tabela 4). O fator que foi determinante no menor rendimento de amêndoas na poda hedge pós-colheita foi que neste tratamento havia o dobro de frutos chochos em comparação com o tratamento sem poda. O rendimento de amêndoa é um dos critérios utilizados na avaliação e no preço pago pelas nozes, quanto maior o percentual de amêndoa maior o valor recebido pelos produtores. Nos dois anos de avaliação as podas não aumentaram esta variável. Vale ressaltar que o pomar não apresenta sistema de irrigação e De Marco et al (2021) [28] avaliando a irrigação durante os meses de janeiro a maio, na cultivar Success, observou um aumento do rendimento de amêndoa irrigando 140 L planta<sup>-1</sup> a cada dois dias. Bilharva et al. (2018) [3] relata um rendimento de amêndoa de 55,24%, ou seja, porcentagem que foi obtida durante a primeira safra de avaliação.

A luminosidade das amêndoas foi superior em ambos os tratamentos com poda central na safra 2019/2020 e não foi diferente na safra 2020/2021. Na média entre as safras as podas centrais pós-colheita e de inverno foram superiores em relação ao tratamento sem poda. Os resultados permitem inferir que a poda central resulta em amêndoas mais claras em relação a poda hedge. Dentre os fatores que podem estar relacionados estão a maior entrada de luz e circulação de ar no interior da copa, enquanto a poda hedge reduziu a sobreposição de ramos de plantas vizinhas, porém aumentou a massa vegetal próximo ao eixo das plantas.

*Tabela 4. Rendimento de amêndoa, luminosidade e coloração de amêndoa e amêndoas comerciais de frutos de noqueira-pecã 'Pitoll' submetidas a diferentes métodos e épocas de poda no município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil, nas safras 2019/2020 e 2020/2021 e média entre safras.*

Tratamentos	Rendimento de Amêndoa (%)	Luminosidade (L*)	Cor (°Hue)	Amêndoas comerciais (%)
2019/2020				
Sem poda	55,02 ns	46,31 b	71,59 b	92,00 ns
Poda hedge pós-colheita	55,68	46,38 b	69,34 c	96,00
Poda hedge seca	55,92	45,94 b	70,60 bc	91,55
Poda central pós-colheita	55,15	48,34 a	69,94 c	94,67
Poda central seca	55,34	48,65 a	73,17 a	94,22
Valor de p	0,4136	<0,0001	<0,0001	0,1098
2020/2021				
Sem poda	53,97 a	40,07 ns	68,34 ab	88,00 ns
Poda hedge pós-colheita	51,66 b	41,37	67,92 ab	90,22
Poda hedge seca	52,28 ab	41,56	67,31 b	88,44
Poda central pós-colheita	52,09 ab	41,07	67,34 b	86,67
Poda central seca	52,21 ab	41,17	68,74 a	89,33
Valor de p	0,0264	0,2460	0,0117	0,7804
Média				
Sem poda	54,49 ns	43,19 b	69,97 b	90,00 ns
Poda hedge pós-colheita	53,67	43,88 ab	68,63 c	93,11
Poda hedge seca	54,10	43,75 ab	68,96 c	90,00
Poda central pós-colheita	53,62	44,71 a	68,64 c	90,67
Poda central seca	53,77	44,91 a	70,96 a	91,78
Valor de p	0,3099	0,0023	<0,0001	0,3745

\*Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns= não significativo.

A cor das amêndoas foi superior com a poda central de inverno nas duas safras avaliadas, em 2019/2020 com relação a todos os demais tratamentos e em 2020/2021 superior com relação a poda hedge de inverno e poda central pós-colheita. Na média entre safras a poda central de inverno foi superior aos demais tratamentos. As demais podas foram inclusive inferiores ao tratamento sem poda. A coloração de amêndoas, assim como a luminosidade são utilizados como critérios de frescor das amêndoas, à medida que amêndoas escuras e com cor avermelhada estão relacionados a característica de rancificação, enquanto amêndoas claras e amareladas associadas como produtos novos e de qualidade [8, 29]. A variável amêndoas comerciais não obteve diferença significativa entre os tratamentos nas safras avaliadas.

Como sugestão os autores acreditam que a avaliação da poda pós-colheita em diferentes cultivares de noqueira-pecã é importante, pois a resposta poderá variar entre elas. A cultivar Pitol 1 apresenta maturação tardia, com isso a poda também é atrasada, outras cultivares com colheita mais precoce podem hipoteticamente favorecer uma poda mais precoce e obter maior efeito na redução do crescimento das brotações.

#### 4. CONCLUSÃO

A época de poda interfere no crescimento anual de brotações de noqueira-pecã, originando menor crescimento quando realizada no período pós-colheita. A poda central independente da época reduz o número de ramos secos nas plantas. A produção de frutos é aumentada com a poda hedge seca e podas centrais pós-colheita e seca em anos de alta produção. A poda central realizada na pós-colheita que mais aumenta a qualidade dos frutos de noqueira-pecã, com aumento do tamanho e massa.

#### 5. AGRADECIMENTOS

O autor agradece a Universidade Federal de Pelotas, por possibilitar meu aprimoramento acadêmico, a Embrapa Clima Temperado pela estrutura, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa e a Fazenda Müller por possibilitar a realização do experimento no pomar.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fronza D, Hamann, JJ, Both, V, Anese R. de O, Meyer EA. Pecan cultivation: general aspects. *Ciência Rural*. 2018. 48(2), 1-9, <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170179>
2. INC (International Nut and Fruit Council Foundation). Nuts and Dried Fruits Global Statistical yearbook 2022/2023 [Internet]. [Citado em 21 dez 2023] Disponível em: <https://inc.nutfruit.org/wp-content/uploads/2023/05/Statistical-Yearbook-2022-2023.pdf>.
3. Bilharva MG, Martins CR, Hamann JJ, Fronza D, De Marco R, Malgarim M B. Pecan: from research to the Brazilian reality. *Journal of Experimental Agriculture International*. 2018 Jun; 23(6), 1-16, <https://doi.org/10.9734/JEAI/2018/41899>
4. Mayer NA, Neves TR das, Rocha CT, Silva VAL da. Adensamento de plantio em pessegueiros “Chimarrita”. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. 2016 Apr; 15(1), 50-59, <https://doi.org/10.5965/223811711512016050>
5. Manganaris GA, Minas, IS, Cirilli M, Torres R, Bassi, D, Costa G. Peach for the future: A specialty crop revisited. *Scientia Horticulturae*, 2022 Nov; 305, 111390, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111390>
6. Mahmud KP, Ibell PT, Wright CL, Monks D, Bally I. High-Density Espalier Trained Mangoes Make Better Use of Light. *Agronomy*. 2023 Oct; 13(10), 2557, <https://doi.org/10.3390/agronomy13102557>
7. Fernández-Chávez M, Guerrero-Morales S, Palacios-Monárrez A, Uranga-Valencia LP, Escalera-Ochoa L, Pérez-Álvarez S. Análisis de diversos aspectos económicos de la producción en huertas de nogales de alta y baja densidad. Estudio de caso. *Cultivos Tropicales*. 2021 Jan; 42(2), e01.
8. Hellwig CG, Martins CR, Lima ADV, Barreto CF, Medeiros JCF, Malgarim MB. Hedge and central pruning in a high-density pecan orchard in southern Brazil. *Comunicata Scientiae*. 2022 Aug; 13, e3842, <https://doi.org/10.14295/cs.v13.3842>

9. Zhang R, Peng F, Li Y. Pecan production in China. *Scientia Horticulturae*. 2015 Dec; 197, 719-727, <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04241-18>
10. Carra B, Pasa MS, Fachinello JC, Spagnol D, Abreu ES de, Giovanaz MA. Prohexadione calcium affects shoot growth, but not yield components, of “Le Conte” pear in warm-winter climate conditions. *Scientia Horticulturae*. 2016 Sep; 209, 241-248, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.06.036>
11. Li Q, Gao Y, Wang K, Feng J, Sun S, Lu X, Liu Z, Zhao D, Li L, Wang D. Transcriptome Analysis of the Effects of Grafting Interstocks on Apple Rootstocks and Scions. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023 Jan; 24 (1), 1-22, <https://doi.org/10.3390/ijms24010807>
12. Zhu H, Stafne ET. Influence of Paclobutrazol on Shoot Growth and Flowering in a High-density Pecan Orchard. *HortTechnology*. 2019 Mar; 29(2), 210-212, <https://doi.org/10.21273/horttech04241-18>
13. Giulivo C. Basic consideration sab out pruning deciduous fruit trees. *Advances in Horticultural Science*. 2011 Jul; 25(3), 129-142, <https://doi.org/10.13128/ahs-12762>
14. Jackson D, Looney N, Palmer J. Pruning and training of deciduous fruit trees. In: Jackson D, Looney N, Morley-Bunker M. *Temperate and Subtropical Fruit Production*. 3th Edition, CAB International. 2010. 326p.
15. Lombardini L. One-Time Pruning of Pecan Trees Induced Limited and Short-Term Benefits in Canopy Light Penetration, Yield, and Nut Quality. *HortScience*. 2006 Oct; 41(6), 1469–73. <https://doi.org/10.21273/hortsci.41.6.1469>
16. Wood BW. Mechanical hedge pruning of pecan in a relatively low-light environment. *HortScience*. 2009 Feb; 44(1), 68- 72, <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.1.68>
17. Wells L. Mechanical Hedge Pruning Affects Nut Size, Nut Quality, Wind Damage, and Stem Water Potential of Pecan in Humid Conditions. *HortScience*. 2018 Aug; 53(8), 1203-7. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13217-18>
18. Gong Y, Pegg RB, Kerrihard AL, Lewis BE, Heerema RJ. Pecan Kernel Phenolics Content and Antioxidant Capacity Are Enhanced by Mechanical Pruning and Higher Fruit Position in the Tree Canopy. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 2020 Marc; 145(3), 193–202. <https://doi.org/10.21273/jashs04810-19>
19. Faust M. *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. New York: Wiley-Interscience Publication; 1989.
20. Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves, JLM, Sparovek G. Köppen’s climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. 2013 Dec; 22(6), 711–728, <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
21. Santos HG dos, Jacomine PKT, Anjos LHC dos, Oliveira VA de, Lumbreras JF, Coelho M.R, Almeida JA. de, Araújo Filho JC, Oliveira JB de, Cunha TJF. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 5. Ed. Embrapa, Brasília, Brasil; 2018.
22. Ferreira DF. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*. 2014 Apr; 38(2), 109–112, <https://doi.org/10.1590/s1413-70542014000200001>
23. De Marco R, Martins CR, Herter FG, Crosa CFR, Nava GA. Ciclo de desenvolvimento da noqueira-pecã–Escala fenológica. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. 2021 20(4), 260-270, <https://doi.org/10.5965/223811712042021260>
24. Wells, L. Summer Hedge Pruning of Pecan in the Southeastern United States. *HortScience*, 2024 59(6), 756-758, <https://doi.org/10.21273/HORTSCI17775-24>
25. Arreola Ávila JG, Lagarta Murieta, A, Medina Morales, M del C. Sistema de conducción, poda seletiva y aclareo de árboles. In: *Tecnología de producción de nogal pecanero*. 3. ed. Matamoros: Inifap, 2002. p. 39-75. (Libro técnico, n. 3).
26. Noperi-Mosqueda LC, Soto-Parra JM, Sanchez E, Navarro-León E, Pérez-Leal R, Flores-Cordova MA, Salas-Salazar NA, Yáñez-Muñoz RM. Yield, quality, alternate bearing and long-term yield index in pecan, as a response to mineral and organic nutrition. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2020 Marc; 48(1), 342–353, <https://doi.org/10.15835/nbha48111725>
27. Norma Oficial Mexicana - NMX-FF-084-SCFI-2009. *Productos alimenticios no industrializados para consumo humano - Fruto fresco - Nuez pecanera Carya illinoensis (Wangenh) K. Koch - Especificaciones y métodos de prueba*. 2009.
28. De Marco R, Goldschmidt R.J, Herter FG, Martins CR, Mello-Farias PC, Uberti A. The irrigation effect on nuts’ growth and yield of Carya illinoensis. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2021 Marc; 93(1), e20181351, <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120181351>
29. Prabhakar H, Sharma S, Kong F. Effects of postharvest handling and storage on pecan quality. *Food Reviews International*. 2022 Sep; 38(7), 1485-1512, <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1817066>

**4.6 Artigo 6. Aspecto econômico de manejos de um pomar de noqueira-pecã  
de alta densidade com problema de sombreamento**

(A ser submetido a Revista SEMINA:Ciências Agrárias)

## Aspecto econômico de manejos de um pomar de noqueira-pecã ‘Pitol 1’ de alta densidade com problema de sombreamento

### Economic issues of management of a high-density ‘Pitol 1’ pecan orchard with shading problems

#### Highlights

As podas central e hedge proporcionaram aumento de 38,35 e 21,85% da renda gerada por hectare;

A poda hedge é realizada em etapas e tem maior tempo para execução em relação a poda central, o que aumenta os custos e reduz a renda líquida;

O desbaste de plantas devido à redução abrupta de plantas, em cinco safras avaliadas ainda não se mostrou vantajosa economicamente em relação a manutenção da alta densidade.

**Resumo:** O sombreamento excessivo em pomares de noqueira-pecã em início de produção, devido à falta de poda e manejos de copa acarreta problemas relacionados ao secamento de ramos, baixa produção e baixa qualidade de frutos, refletindo em baixa renda por hectare. A poda e o desbaste de plantas são manejos alternativos para aumentar a luz solar do pomar e conseqüentemente o desenvolvimento e produção das plantas. O objetivo do trabalho foi avaliar os aspectos econômicos de um pomar de noqueira-pecã de alta densidade comprometido pelo sombreamento, assim como a viabilidade da realização das podas hedge e central e do desbaste de plantas. A partir da safra 2018/2019 foram executados e avaliados os tratamentos: controle (sem manejo), poda hedge, poda central e desbaste de plantas na cultivar Pitol 1, durante cinco safras, 2018/2019 a 2022/2023, foram avaliados custos para realização das podas e desbaste, produtividade de frutos, receita com a venda de frutos e calculada a relação custo-benefício dos manejos de poda e desbaste em relação as plantas sem manejo. A partir, da instalação do experimento, a poda hedge e a poda central resultaram em maiores produtividades de frutos e receitas. O desbaste, devido à redução abrupta de metade das plantas, não obteve produtividade maior que as plantas sem manejo. Em relação aos custos, a poda hedge teve custo de execução mais elevado, seguido da poda central e do desbaste de plantas, no qual com a comercialização da madeira praticamente se amortizou o custo de execução. Na relação custo-benefício a poda central, seguida da poda hedge obtiveram melhor resposta. As podas central e hedge mostram-se economicamente viáveis de serem executadas, enquanto o desbaste de plantas necessita de um prazo maior para compensar a redução de plantas realizada no pomar.

**Palavras-chave:** *Carya illinoensis*; poda hedge; poda central; desbaste de plantas; relação custo-benefício.

**Abstract:** Excess shading in pecan orchards at the beginning of production causes problems related to branch drying, low production and low fruit quality due to lack of both pruning and canopy management, resulting in low income per hectare. Pruning and tree thinning are alternative management practices to increase sunlight in orchards and, consequently, tree development and production. This study aimed at evaluating economic issues of a high-density pecan orchard affected by shading and the feasibility of hedge pruning, central pruning

and tree thinning. The following treatments were carried out and evaluated in ‘Pitol 1’ pecan trees from the 2018/2019 cycle on: control (no management), hedge pruning, central pruning and tree thinning. Costs of pruning and tree thinning, fruit yield and income after fruit sales were evaluated and the cost-benefit ratio of pruning and thinning management was calculated throughout five cycles, from 2018/2019 to 2022/2023, by comparison with trees with no management. After the implementation of the experiment, hedge and central pruning resulted in high fruit yield and income. Due to abrupt decrease in 50% of trees, their thinning did not get higher yield than trees with no management. Regarding costs, hedge pruning was the most expensive practice, followed by central pruning and tree thinning; in the latter, the timber market almost paid the cost of the execution of the work. Concerning the cost-benefit ratio, central pruning gave the best response, followed by hedge pruning. Central and hedge pruning were economically feasible practices whereas tree thinning needs more time to compensate for the decrease in the number of plants in the orchard.

**Key words:** *Carya illinoensis*; hedge pruning; central pruning; tree thinning; cost-benefit ratio.

## Introdução

O Brasil é o quinto maior produtor de noz-pecã do mundo, sendo superado somente por México, EUA, África do Sul e China (INC, 2023). Na região Sul do Brasil a cultura se adaptou melhor devido as características edafoclimáticas e é onde se concentra a maioria dos pomares e indústrias de beneficiamento (Martins et al., 2023). Embora sua produção no País não seja tão recente, houve uma nova ascensão em termos de área e produção da cultura nos últimos anos (Boscardin & Costa, 2018).

A densidade de plantio vem passando por uma revolução nas frutíferas como um todo. Em frutíferas como pessegueiro (Mayer et al., 2016), oliveira (Díez et al., 2016), macieira (Reig et al., 2020) e manga (Menzel et al., 2017) o aumento do número de plantas por hectare é uma tendência. Essa mudança visa obtenção de colheitas precoces, rendimentos mais elevados, melhor qualidade de frutos, reduzir custos com mão de obra e melhorar a mecanização das atividades (Tripathi et al., 2020).

Na noqueira-pecã, a alta densidade é quando um pomar possui mais de 100 plantas por hectare. No Brasil, 39,0% dos pomares de noqueira-pecã foram implantados nesse sistema de plantio (Martins et al., 2023). Um dos requisitos necessários para o sucesso da alta densidade de plantio é controlar o tamanho das plantas (Majid et al., 2018). O que é conseguido em culturas como macieira por meio de cultivares e porta-enxertos anãos (Reig et al., 2020). Além disso, a utilização de retardadores de crescimento e realização de podas também tem este propósito (Menzel et al., 2017; Carra et al., 2017). Porém, como a característica de nanismo não está presente nas cultivares e nos porta-enxertos utilizados (Zhu & Stafne, 2019), controlar o vigor das plantas é um desafio e o manejo para que as plantas recebam luz solar é primordial. O que se observa na prática é excesso de sombreamento devido a sobreposição de ramos adjacentes e da própria planta por volta dos 10 anos (Fronza et al., 2018). Além de uma limitação de potencial produtivo, o excesso de sombra no pomar causa o secamento dos ramos basais e diminui a qualidade dos frutos (Hellwig et al., 2022).

Procurar alternativas para aumentar a produção das árvores, qualidade de frutos e promover um crescimento sustentável das plantas se faz necessário. A poda e o desbaste de plantas são tratados como opções

de manejo quando o problema de sombreamento começa a se intensificar em pomares adensados (Lombardini, 2006; Arreola-Ávila et al., 2010; Wells et al., 2018). A poda hedge e a poda central são dois métodos que visam aumentar a interceptação de luz solar nas plantas. A poda hedge é mecanizada e visa o corte dos ramos lateralmente, a uma distância estabelecida em relação ao tronco das plantas (Wood, 2009; Wells et al., 2018). A poda central é mais seletiva, à medida que são retirados ramos do interior da copa, o que favorece a entrada de luz solar no interior da copa das mesmas (Lombardini, 2009; Hellwig et al., 2022). O desbaste de plantas é uma alternativa mais radical, onde é realizada a remoção da planta do pomar, porém tem como fator negativo representar redução de produtividade nos anos iniciais (Arreola Ávila et al., 2010; Gong et al., 2020). O que pode ser minimizado por meio de uma retirada de árvores gradual (Arreola Ávila et al., 2010).

Nas condições brasileiras, no entanto, há poucos estudos em relação a manejos de poda e desbaste de plantas de noqueira-pecã. Lombardini (2006) observou resposta produtiva distinta entre cultivares com a realização da poda. ‘Pitol 1’ é uma das cultivares registradas no Brasil, que está mais presente nos pomares (Crosa et al., 2020; Martins et al., 2023). Apresenta um dossel vegetativo vigoroso e folhagem compacta, que em condições de alta densidade acaba resultando em maior problema com o sombreamento (Hellwig et al., 2022).

Além da definição do manejo mais eficiente, fazer um levantamento econômico de custos e receitas para observar a viabilidade de cada uma das técnicas é fundamental à medida que definirá a vantagem ou desvantagem com a sua realização. A análise de viabilidade econômica permite identificar a rentabilidade e os riscos da atividade, trazendo subsídios para a tomada de decisão (Borges, 2022). Os custos de poda e desbaste envolvem aquisição de equipamentos e mão de obra para execução ou por meio de contratação do serviço, custos de horas-máquina e da mão de obra empregados. As receitas da cultura, por se tratar de uma frutífera, vem especialmente da venda dos frutos, que podem ser vendidos com casca ou já descascados. Porém a madeira da noqueira-pecã também pode ser explorada comercialmente, não somente como lenha, mas para fabricação de móveis (Gatto et al., 2008).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar os aspectos econômicos de um pomar de noqueira-pecã de alta densidade comprometido pelo sombreamento, assim como a viabilidade da realização das podas hedge e central e do desbaste de plantas.

## **Material e Métodos**

O estudo foi realizado no município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil (27° 55' 15" S; 54° 32' 37" W), em um pomar comercial de noqueira-pecã. O pomar foi implantado em 2008 em sistema de alta densidade de plantas, com 204 plantas por hectare (7m x 7m). Trata-se de um pomar não irrigado no qual manejos de poda deixaram de ser realizados após o quinto ano devido à altura das plantas.

O trabalho foi conduzido em blocos casualizados, com três blocos, com cinco repetições em cada. Os tratamentos executados foram: controle (sem poda e sem desbaste); poda hedge; poda central e desbaste de plantas. A cultivar avaliada foi a Pitol 1, que também é denominada ‘Melhorada’. O período de avaliações foi entre agosto de 2018 e junho de 2023, incluindo cinco safras.

Todos os tratamentos foram executados durante o inverno (agosto), o que corresponde ao período de dormência das plantas. A poda hedge foi realizada em dois lados da planta, sendo um lado podado em agosto de 2018 e o lado oposto em agosto de 2019. Os ramos foram despontados a 2,5m em relação ao tronco das plantas. A poda hedge foi realizada novamente em agosto de 2021 em um lado da planta e sendo realizada em 2022 no lado oposto. A poda hedge foi realizada com auxílio de motopoda e tesoura telescópica, foi executada no sentido das linhas do pomar (leste-oeste). Foi utilizado trator com reboque, sob a qual foi instalada estrutura para alcançar os ramos a serem podados. A poda hedge foi realizada neste trabalho de maneira diferente do que é convencionalmente realizado em outros países, no qual utilizam-se equipamentos ou máquinas com discos de corte para fazer a poda.

A poda central foi realizada em apenas uma etapa em 2018, com auxílio de motopoda. Para tanto, de um a três ramos secundários foram retirados no interior da copa das plantas. A poda central foi realizada de maneira mais rápida, pois diferentemente da poda hedge, na central foram retirados menos ramos das plantas. Ambos os métodos de poda visavam a entrada de luz no pomar, porém enquanto a poda hedge favorece a entrada de luz na fila de plantas, a poda central favorece a entrada de luz no interior da copa de cada planta.

O desbaste de plantas consistiu na supressão de plantas da área. O manejo foi realizado com a retirada alternada de plantas, convertendo o pomar de 204 plantas (7m x 7m) para uma densidade de 102 plantas por hectare (14m x 10m) em um desenho triangular. O desbaste foi realizado com auxílio de motosserra.

As podas hedge e central foram realizadas por equipe de três pessoas, um podador, um tratorista e um técnico para orientação dos locais de poda. Para a poda hedge e poda central foram avaliados tempo médio para a realização das podas por hectare, tendo a poda hedge um tempo de 14,35 h e a poda central de 6,49 h, e a partir disso, o custo com mão de obra e horas-máquina por hectare, nos quais definiu-se um custo de R\$ 15,00 por hora e R\$ 150,00 por hora respectivamente. O desbaste de plantas foi realizado a um custo de R\$ 40,00 pelo metro cúbico (m<sup>3</sup>) englobando o corte das árvores e retirada do pomar. Nos custos não foram incluídos custos anuais com adubação, controle fitossanitário e colheita.

Nas podas e desbaste de plantas foi estimada a receita gerada com a venda da madeira (lenha) que foi vendida a um preço de R\$ 35,00 pelo metro cúbico (m<sup>3</sup>). A massa específica da madeira da nogueira-pecã é de 0,82042 g cm<sup>3</sup> (Ribeiro et al., 2022). Com dados de massa média de uma planta e das podas realizadas foi calculado a quantidade de m<sup>3</sup> retirados por hectare.

Tendo os custos de realização de podas e desbaste, com os dados de produção por planta foi calculado a produtividade média dos tratamentos, a receita gerada com a venda dos frutos com casca, sendo definido um preço de R\$ 14,00 por quilo. A renda gerada com a venda da madeira foi acrescentada na receita total do tratamento desbaste da safra 2018/2019. Por fim, foi calculada a relação custo-benefício do controle, poda hedge, poda central e desbaste de plantas.

Os resultados de produtividade foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro pelo programa Sisvar versão 5.6 (Ferreira, 2014).

## Resultados e Discussão

O pomar de nogueira-pecã que até o décimo ano apresentava problemas de baixa produção, secamento de ramos da parte basal devido principalmente ao sombreamento das plantas, diante da insatisfação do produtor e procurando melhorar o rendimento e sustentabilidade no crescimento das plantas, manejos de poda e o desbaste de plantas foram realizados a partir da safra 2018/2019, visando aumentar a disponibilidade de luz solar, aumentando os processos fotossintéticos.

Com a realização dos manejos de poda e desbaste foram obtidos os custos para a execução, a poda hedge teve um custo anual de R\$ 2.798,25, porém como foi realizada nos anos de 2018, 2019, 2021 e 2022 o custo total de condução do experimento foi de R\$ 11.193,00 (Tabela 1).

A poda central foi realizada em agosto de 2018 e devido ao menor tempo de realização, 6,49 h em relação a 14,35h da poda hedge, o custo desta poda foi de R\$ 1.265,55. Vale ressaltar, que a poda hedge no experimento teve um maior tempo de realização por ser realizada de maneira semimecanizada com motopoda, diferindo do adotado comercialmente nos Estados Unidos e em estudos de Wood (2009) e Wells (2024), onde máquina de poda hedge equipada com barra e discos de corte permitem a redução de tempo de realização. Em uma estimativa a poda hedge gerou nos anos em que foi realizada 0,94 m<sup>3</sup> de lenha por hectare, enquanto a poda central 4,62 m<sup>3</sup> por hectare. Com isso se teve receita estimada anual de R\$ 33,00 na poda hedge e R\$ 160,00 por meio da venda da lenha.

O desbaste de plantas também foi realizado em uma única etapa, em agosto de 2018, tendo um custo de realização de R\$ 1.088,00. Este manejo permitiu a amortização da maior parte do valor por meio da comercialização da madeira. Segundo Gatto et al. (2008) a madeira de nogueira-pecã por suas características macroscópicas poderia ter utilização mais nobre que o simples uso para energia, podendo ser utilizada na fabricação de móveis, o que aumentaria o valor comercial.

A produtividade por hectare foi comprometida com a alternância de produção entre as safras, apresentando três safras 'on' (alta produção) e duas safras 'off' (baixa produção). (Tabela 2). Com exceção da safra 2019/2020, na qual o controle se sobressaiu, nas demais safras as podas hedge e central resultaram em produtividade maiores. O desbaste devido à redução de plantas, somente teve mais produtividade em relação ao controle na safra 2022/2023, que além de ser um ano "off", de baixa produção, também foi afetado pela estiagem no período crítico da cultura, durante o crescimento e enchimento dos frutos. Tomando-se a média das safras foram confirmados os benefícios que os dois métodos de poda trouxeram, com incremento de 39,88% e 37,21% com as podas central e hedge respectivamente em relação ao controle.

Como as receitas foram de acordo com as produtividades obtidas, com exceção da safra 2019/2020 na qual o controle obteve a maior receita, nas demais safras, as podas obtiveram as maiores receitas brutas por hectare (Figura 1). Tomando-se a média das safras como exemplo, a poda central teve R\$ 5.778,66 a mais de receita bruta em relação as plantas controle. Na poda hedge o acréscimo foi de R\$ 5.387,14 em relação ao controle. O desbaste de plantas obteve R\$ 1.366,34 a menos por hectare em relação a área adensada. Os resultados evidenciam um acréscimo considerável com a realização das podas. O desbaste, no entanto, até o momento, ficou comprometido pela redução de plantas no pomar. Um desbaste gradual é mencionado como uma alternativa para não haver decréscimos produtivos (Arreola Ávila et al., 2010).

A relação custo-benefício traz a subtração dos custos com a realização dos manejos com poda ou desbaste em relação as receitas obtidas durante cada safra (Figura 2). A poda central, com R\$ 19.933,65 obteve a melhor relação custo-benefício entre os tratamentos. A poda hedge com R\$ 17,556,64 também teve um bom resultado. Em relação a testemunha, que manteve uma receita de R\$ 14.408,10 à medida que não teve custos experimentais, a poda central proporcionou um aumento de 38,35% na renda por hectare, a poda hedge proporcionou aumento de 21,85% de renda e o desbaste uma redução de 10,99% da renda em relação as plantas adensadas sem manejo, ou seja, em cinco safras o desbaste ainda não compensou economicamente a sua realização. Vale ressaltar que a renda foi apenas 10,99% menor, enquanto 50% das plantas foram retiradas do pomar, o que demonstra que em um prazo maior, um menor número de plantas pode ser mais interessante economicamente. O escalonamento do desbaste em etapas, retirando menor porcentagem de plantas, assim como a realização do desbaste seletivo, com retirada das menores, com problemas estruturais e produtivos pode ser mais interessante visando a obtenção de melhores resultados produtivos e econômicos. O produtor utilizou ainda a técnica de transplante em 26% das plantas nas quais foi realizado desbaste no pomar, havendo uma sobrevivência de aproximadamente 95% das árvores, dados que não foram inseridos, pois este manejo foi realizado em etapa posterior fora da área experimental, tendo um custo aproximado de R\$ 500,00 por árvore. Herrera (1995) além de ver o desbaste parcial como a melhor alternativa para evitar a aglomeração de árvores, observou ainda que o transplante de árvores adultas promove a antecipação de lucro em três anos quando comparado a implantação de um pomar novo. A poda central foi realizada somente uma vez e de maneira mais rápida, favorecendo a relação custo-benefício em relação a poda hedge que é mais onerosa e foi executada em mais etapas. Porém, ambas as podas trouxeram aumento econômico em relação a área comprometida pelo sombreamento.

## **Conclusão**

Considerando que o pomar de nogueira-pecã implantado em alta densidade estava em seus anos iniciais de produção e já comprometido pelo sombreamento por falta de manejo de poda e ainda que a cultivar ‘Pitol 1’ está mais sujeita ao sombreamento por suas características vegetativas, a poda central é o manejo de melhor relação custo-benefício, à medida que acarreta aumento produtivo, gerando maior receita e por ser menos onerosa em relação à poda hedge.

A poda hedge aumenta o rendimento em relação às plantas não podadas, porém por necessitar de mais intervenções em relação a poda central, sua relação custo-benefício é menor;

O desbaste de plantas após cinco safras produtivas, não apresenta relação custo-benefício positiva em relação as plantas controle, devido à redução abrupta de plantas do pomar. Porém, a longo prazo tende a melhorar essa relação com a evolução produtiva.

## **Agradecimentos**

Os autores querem agradecer ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela bolsa de pesquisa e fundos com taxa de bancada, a Fazenda Müller, onde o experimento foi

realizado, a Embrapa Clima Temperado e a Universidade Federal de Pelotas por terem dado suporte a essa pesquisa.

## Referências

- Arreola Ávila, J. G., Lagarda Murrieta, A., Borja de la Rosa, A., Valdez Cepeda, R., & López Ariza, B. (2010). Disponibilidad de luz y producción de nuez después del aclareo de árboles de nogal pecanero (*Carya illinoensis*). *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 16(2), 147-154. doi: <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2009.11.047>.
- Borges, M. S. (2022). *O Sistema Agroindustrial e a Viabilidade Econômica da Pecanicultura no Rio Grande do Sul* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pelotas]. Biblioteca Digital. <https://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/9296>
- Boscardin, J., & Costa, E. C. (2018). A noqueira-pecã no Brasil: uma revisão entomológica. *Ciência Florestal*, 28(1), 456-468. doi: <https://doi.org/10.5902/1980509831629>.
- Carra, B., Pasa, M. S., Fachinello, J. C., Spagnol, D., Abreu, E. S., & Giovanaz, M. A. (2016). Prohexadione calcium affects shoot growth, but not yield components, of ‘Le Conte’ pear in warm-winter climate conditions. *Scientia Horticulturae*, 209, 241-248. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.06.036>.
- Crosa, C. F. R., De Marco, R., Souza, R. S. de, & Martins, C. R. (2020). Tecnologia de produção de noz-pecã no sul do Brasil. *Revista Científica Rural*, 22, 249-262, 2020. doi: <https://doi.org/10.30945/rcr-v22i2.3170>.
- Díez, C. M., Moral, J., Cabello, D., Morello, P., Rallo, L., & Barranco, D. (2016). Cultivar and tree density as key factors in the long-term performance of super high-density olive orchards. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1226. doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01226>.
- Ferreira, D. F. (2014). Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e agrotecnologia*, 38, 109-112. doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.
- Fronza, D., Hamann, J. J., Both, V., Anese, R. D. O., & Meyer, E. A. (2018). Pecan cultivation: general aspects. *Ciência Rural*, 48, e20170179. doi: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170179>.
- Gatto, D. A., Haselein, C. R., Santini, E. J., Marchiori, J. N. C., Durlo, M. A., Calegari, L., Stargelin, D. M. 2008. Características tecnológicas da madeira de *Luehea divaricata*, *Carya illinoensis* e *Platanus x acerifolia* quando submetida à flexão. *Ciência Florestal*, 18(1), 121-131. doi: <https://doi.org/10.5902/19805098516>.
- Gong, Y., Pegg, R. B., Kerrihard, A. L., Lewis, B. E., & Heerema, R. J. (2020). Pecan Kernel Phenolics Content and Antioxidant Capacity Are Enhanced by Mechanical Pruning and Higher Fruit Position in the Tree Canopy. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 145(3), 193-202. doi: <https://doi.org/10.21273/JASHS04810-19>.

- Hellwig, C. G., Martins, C. R., Vaz Lima, A. D., Farias Barreto, C., Farias Medeiros, J. C., & Barbosa Malgarim, M. (2022). Hedge and central pruning in a high-density pecan orchard in southern Brazil. *Comunicata Scientiae*, 13, e3842. <https://doi.org/10.14295/cs.v13.3842>.
- Herrera, E. A. (1995). Economic Comparison of Removing Pecan Trees and Planting Young Trees and Transplanting Established, Mature Trees. *HortTechnology horttech*, 5(3), 212-214. doi: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.5.3.212>.
- Lombardini, L. (2006). One-Time Pruning of Pecan Trees Induced Limited and Short-Term Benefits in Canopy Light Penetration, Yield, and Nut Quality. *HortScience*, 41(6), 1469-1473. doi <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.6.1469>.
- INC (International Nut and Fruit Council Foundation). *Nuts and Dried Fruits Statistical Yearbook 2022/23*. Disponível em: <<https://inc.nutfruit.org/wp-content/uploads/2023/05/Statistical-Yearbook-2022-2023.pdf>> Acesso em: Jan. 27 2024.
- Majid, I., Khalil, A.; Nazir, N. Economic analysis of high density orchards. (2018). *International Journal of Advance Research in Science & Engineering*, 7(4), 821-829. doi: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.21544.60167>.
- Martins, C.R., Hoffmann A., Nachtigal, J.C., Alba, J.M.F., Lopes, J.L. (2023). *Panorama da produção, processamento e comercialização de noz-pecã no Sul do Brasil*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 535).
- Mayer, N. A., das Neves, T. R., Rocha, C. T., & da Silva, V. A. L. (2016). Adensamento de plantio em pessegueiros' Chimarrita'. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 15, 50–59, 2016. doi: <https://doi.org/10.5965/223811711512016050>.
- Menzel, C. M., & Le Lagadec, M. D. (2017). Can the productivity of mango orchards be increased by using high-density plantings? *Scientia Horticulturae*, 219, 222-263. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.041>.
- Reig, G., Lordan, J., Hoying, S., Fargione, M., Donahue, D. J., Francescatto, P., Acimovic, D., Fazio, G., & Robinson, T. (2020). Long-term Performance of ‘Delicious’ Apple Trees Grafted on Geneva® Rootstocks and Trained to Four High-density Systems under New York State Climatic Conditions. *HortScience*, 55(10), 1538-1550. doi:<https://doi.org/10.21273/HORTSCI14904-20>
- Ribeiro, W. M., Ribeiro, F. V., Ribeiro H. V., Lazarotto, M. *Capacidade energética de resíduos da poda de noqueira pecan*. Congresso do Inovação Tecnológica. p.1 – 4, 2022.
- Tripathi, V. K., Kumar, S., Dubey, V., & Nayyer, M. A. (2020). High-Density Planting in Fruit Crops for Enhancing Fruit Productivity. In *Sustainable Agriculture* (pp. 253-267). Apple Academic Press. doi: <https://doi.org/10.1201/9780429325830-15>.

Wells, L. (2018). Mechanical Hedge Pruning Affects Nut Size, Nut Quality, Wind Damage, and Stem Water Potential of Pecan in Humid Conditions. *HortScience*, 53(8), 1203-1207. doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13217-18>.

Wells, L. (2024). Summer Hedge Pruning of Pecan in the Southeastern United States. *HortScience*, 59(6), 756-758, <https://doi.org/10.21273/HORTSCI17775-24>.

Wood, B.W. Mechanical Hedge Pruning of Pecan in a Relatively Low-light Environment. (2009). *Hortscience*, 44, 68–72. doi: <https://doi.org/10.21273/hortsci.44.1.68>.

Zhu, H., Stafne, E.T. Influence of Paclobutrazol on Shoot Growth and Flowering in a High-density Pecan Orchard. (2019). *Horttechnology*, 29, 210–212. doi: <https://doi.org/10.21273/horttech04241-18>.

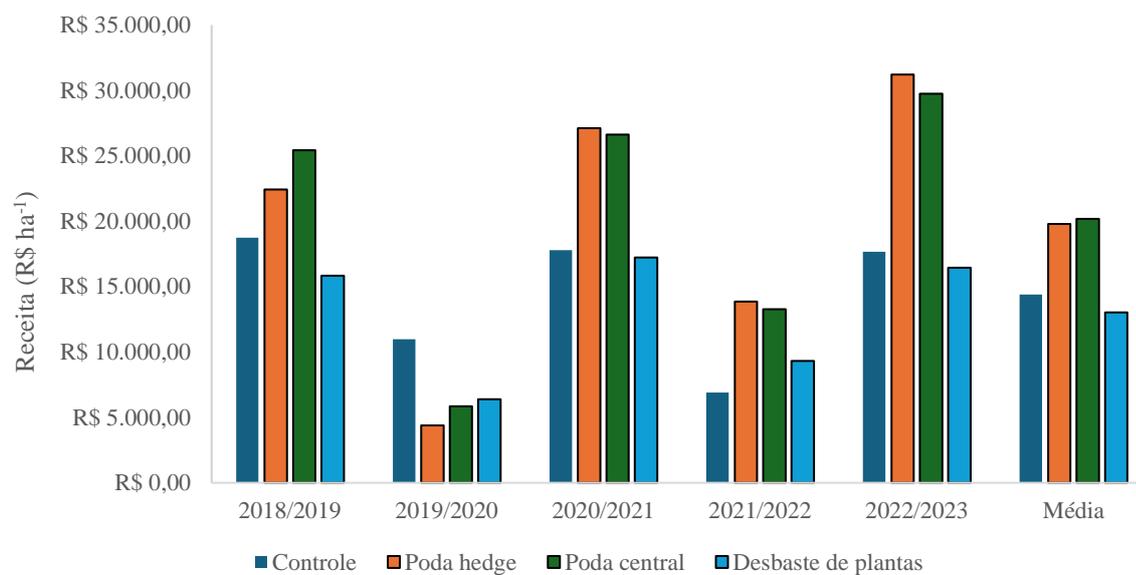
**Tabela 1.** Custos para realização de podas e desbaste de plantas de noqueira-pecã e receita gerada pela venda da lenha das podas hedge e central e de madeira do desbaste de plantas.

<b>Manejo</b>	<b>Custo manejo (R\$)</b>	<b>Receita madeira (R\$ ha<sup>-1</sup>)</b>
Poda hedge (4x)	R\$ 2.798,25	R\$ 33,00
Poda central	R\$ 1.265,55	R\$ 160,00
Desbaste de plantas	R\$ 1.088,00	R\$ 952,00

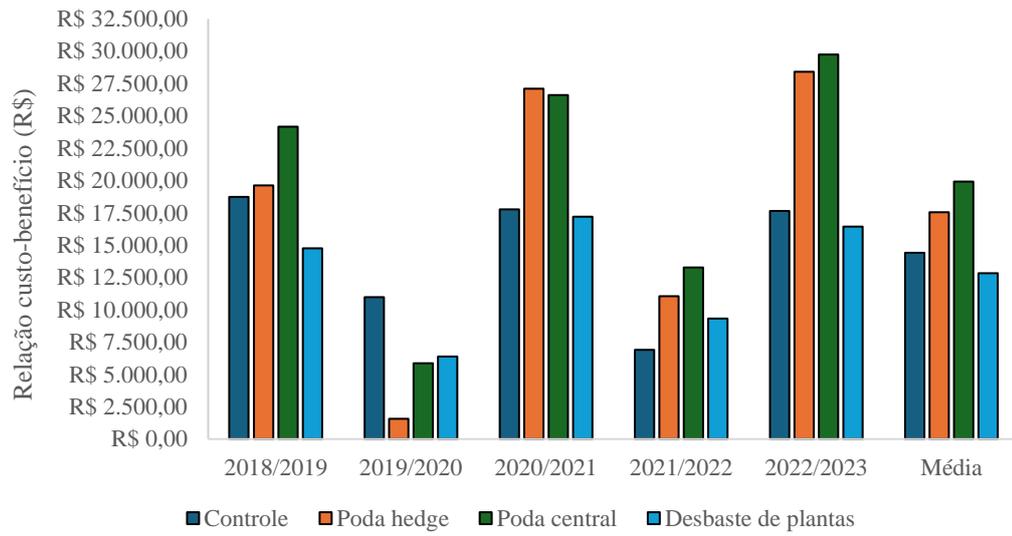
**Tabela 2.** Produtividade de noqueira-pecã em alta densidade submetida a poda hedge, poda central e desbaste de plantas nas safras 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023 e média das safras.

Tratamentos	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )					
	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023	Média
Controle	1337,97 bc	784,18 a	1269,83 b	492,52 ns	1261,25 b	1029,15 b
Poda hedge	1599,77 ab	310,35 b	1936,37 a	986,81	2227,00 a	1412,06 a
Poda central	1805,54 a	418,47 b	1901,14 a	948,06	2124,92 a	1439,63 a
Desbaste de plantas	1063,25 c	456,08 b	1229,85 b	665,92	1174,67 b	917,95 b
Valor de p	0,0004	<0,0001	<0,0001	0,1133	<0,0001	<0,0001

\*Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; ns= não significativo.



**Figura 1.** Receita total anual por hectare durante as safras 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023 e média com a execução dos tratamentos controle, poda hedge, poda central e desbaste de plantas.



**Figura 2.** Relação custo-benefício entre as safras 2018/2019 a 2022/2023 e média das safras dos tratamentos poda hedge, poda central e desbaste de plantas em relação as plantas sem poda e desbaste.

## 5 Considerações finais

O sombreamento demonstrou realmente ser um fator que prejudica a noqueira-pecã, limitando o crescimento das plantas, o potencial produtivo e a qualidade das nozes. Das soluções que foram propostas, as podas hedge e central aumentam a produtividade e qualidade de frutos em pomares adensados de noqueira-pecã. A poda realizada no período pós-colheita mostra-se promissora visando diminuir o tamanho das brotações, o que é um resultado interessante e poderá representar diminuição na frequência de podas visando a entrada de luz solar. A poda central é mais eficiente na redução de ramos secos em relação à poda hedge, o que está associado ao local e técnica utilizada, ou seja, a retirada de ramos inteiros do interior da copa, enquanto na poda hedge ramos são despontados na parte lateral das plantas o que por sua vez aumenta o número de brotações laterais e mantém o interior da copa sombreado.

O desbaste de plantas foi o manejo que resultou no melhor desenvolvimento vegetativo entre os tratamentos testados, o que fica evidenciado pelo menor número de ramos secos e maior número de ramos basais nas plantas. Na produção de frutos por planta o desbaste também teve destaque. Porém devido à retirada abrupta de plantas, em cinco safras, o aumento de produção por planta ainda não compensou a retirada de plantas. Vale ressaltar que na cultivar Pitol 1 ('Melhorada') a área com 102 plantas obteve uma média sem diferença significativa em relação à testemunha com 204 plantas.

Com esse estudo, também foi possível observar que a resposta para algumas avaliações varia entre cultivares. Na avaliação das cultivares Barton e Pitol 1, observou-se que a primeira devido a diferenças de formato do dossel vegetativo é naturalmente menos comprometida com o sombreamento em relação à 'Pitol 1', o que favoreceu a segunda em termos de produtividade. Porém, na porcentagem de amêndoas comerciais a Barton foi a única prejudicada na alta densidade. Nas variáveis físicas de tamanho, por outro lado, ambas as cultivares foram favorecidas pela execução do desbaste de plantas.

Na relação custo-benefício, tomando-se o estudo de caso nas condições do experimento, a poda central, seguida da poda hedge foram os tratamentos mais interessantes, principalmente por terem aumentado a produtividade. O desbaste de plantas é uma alternativa a se considerar, embora em cinco safras não tenha sido

vantajoso para o produtor, em aspectos como o desenvolvimento sustentável das plantas, com conseqüente aumento da produção e maior qualidade dos frutos, sem a necessidade imediata de podas frequentes.

De maneira mais ampla, a viabilidade da adoção de pomares em alta densidade deve ser analisada com cuidado. Sabendo que ao se implantar esse sistema, o manejo de luz será determinante para a produção adequada das plantas. No caso do experimento, quando as plantas deveriam começar a produzir de maneira comercial houve o problema de sombreamento e suas conseqüências. Com isso, fica também a experiência do produtor que conviveu com o problema, o qual ao implantar nova área não repetiria a alta densidade de plantio. Tendo em vista a penosidade da realização de podas em plantas adultas, a escassez de mão de obra e a necessidade de ter equipamentos adequados, o produtor optou pela redução da densidade em todo o pomar ao final dos experimentos. Cabe, no entanto, destacar, que das plantas desbastadas no restante do pomar, em torno de 25% foram transplantadas para nova área, e neste manejo que teve um custo aproximado de R\$ 500,00 por árvore, foi obtido um pegamento de 95% das plantas, demonstrando ser uma alternativa que além de evitar a eliminação das plantas, em poucos anos pode-se ter plantas produtivas novamente.

A execução e avaliação de experimentos por longos períodos muitas vezes é difícil, porém, no caso de estudos com poda e desbaste de plantas é necessário, à medida que fatores como alternância de produção, pluviosidade e horas de frio podem variar a resposta entre os anos. Para experimentos futuros com podas, como ambas as técnicas, hedge e central, incrementaram a produção, é interessante avaliar a execução de ambas as podas nas mesmas plantas, assim como, o "topping" (redução da altura das plantas) que no caso do experimento não foi realizado pela falta de máquinas ou implementos para alcançar a altura desejada. A avaliação das podas em outras cultivares também é interessante de ser avaliada, à medida que devido a diferença no dossel vegetativo, a poda pode representar respostas mais positivas em algumas cultivares em relação a outras. No caso da adoção do desbaste de plantas como alternativa, a sua realização de maneira parcial, menos abrupta, ou ainda um desbaste seletivo pode atenuar as perdas repentinas de produtividade nos anos subsequentes à realização, merecendo ser também estudado.

## Referências

ABANTO-RODRÍGUEZ, Carlos; NIETO, John Alison Bravo; MACAHUACHI, Brenda Isabel Jaque; CHOY-SÁNCHEZ, José Sánchez; PANDURO-TENAZOA, Nadia Mayasa; MURGA-ORRILLO, Hipólito. Plant thinning recovers fruiting of *Myrciaria dubia* in the Peruvian Amazon. **Revista Brasileira De Ciências Agrárias**, v. 18, n. 4, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v18i4a3220>. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v18i4a3220>. Acesso em: 02 mai. 2024.

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Celso; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Disponível em: [http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares\\_et al\\_2014.pdf](http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_et al_2014.pdf). Acesso em: 02 mai. 2024.

ANTHONY, Brendon; SERRA, Sara; MUSACCHI, Stefano. Optimization of Light Interception, Leaf Area and Yield in “WA38”: Comparisons among Training Systems, Rootstocks and Pruning Techniques. **Agronomy**, v. 10, n. 5, p. 689, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10050689>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/5/689>. Acesso em: 02 mai. 2024.

ARREOLA ÁVILA Jesús Guadalupe.; LAGARTA MURIETA, Angel.; MEDINA MORALES, Ma. Del Consuelo. Sistema de conducción, poda seletiva y aclareo de árboles. In: Tecnología de producción de nogal pecanero. 3.ed. Matamoros: **Inifap**, 2002. p. 39-75. (Libro técnico, n. 3).

ARREOLA ÁVILA, Jesus Guadalupe; LAGARDA MURRIETA, A.; BORJA DE LA ROSA, A.; VALDEZ CEPEDA, R.; LÓPEZ ARIZA, B. Disponibilidad de luz y producción de nuez después del aclareo de árboles de nogal pecanero (*Carya illinoensis*). **Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente**, v. 16, n. 2, v.147-154, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2009.11.047>. Disponível em: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v16n2/v16n2a4.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2024.

ARREOLA ÁVILA, Jesús Guadalupe. Manejo de luz para mejora de producción y calidad en nogal pecanero. In: Libro de resúmenes del XIII Simposio Internacional de Nogal Pecanero, 2012, sonora, México. **Anais**, p.18-26.

AZEVEDO, Fernando Alves; PACHECO, Camila de Andrade; SCHINOR, Evandro Henrique; CARVALHO, Sérgio Alves de; CONCEIÇÃO, Patrícia Marlucci da. Produtividade de laranja Folha Murcha enxertada em limoeiro Cravo sob adensamento de plantio. **Bragantia**, v. 74, n. 2, p.184-188, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0374>. Disponível: <https://www.scielo.br/j/brag/a/HL35F3FqmCthkThXLk3p9rz/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 02 mai. 2024.

BILHARVA, Maurício Gonçalves; MARTINS, Carlos Roberto; HAMANN, Jonas Janner; FRONZA, Diniz; DE MARCO, Rudinei.; MALGARIM, Marcelo Barbosa. Pecan: from research to the Brazilian reality. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.23, n. 6, p.1-16, 2018. DOI:

<https://doi.org/10.9734/JEAI/2018/41899>. Disponível em:

<https://journaljeai.com/index.php/JEAI/article/view/67/133>. Acesso em: 02 mai. 2024.

BOSCARDIN, Jardel; COSTA, Ervandil Corrêa. A noqueira-pecã no Brasil: Uma revisão entomológica. **Ciência Florestal**, v.28, n.1, p.456-468, 2018. DOI:

<http://dx.doi.org/10.5902/1980509831629>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cflo/a/gMbm4q99Cjy7CkH3shxZKPb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 mai. 2024.

BORGES, Márcia Schuch. **O Sistema Agroindustrial e a Viabilidade Econômica da Pecanicultura no Rio Grande do Sul**. 2022. Dissertação, (Mestrado em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel e Faculdade de Administração e Turismo, Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2022. Disponível em:

<https://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/9296>. Acesso em: 01 jul. 2024.

CARRA, Bruno; PASA, Mateus da Silveira; FACHINELLO, José Carlos; SPAGNOL, Daniel; ABREU, Everton Sozo de; GIOVANAZ, Marco Antônio. Prohexadione calcium affects shoot growth, but not yield components, of “Le Conte” pear in warm-winter climate conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 209, p. 241-248, 2016. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.06.036>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423816303247>. Acesso em: 02 mai. 2024.

CASAGRANDA, Danielle Galvan; KIRINUS, Marines Batalha Moreno; MARTINS, Carlos Roberto; ETHUR, Eduardo Miranda; MALGARIM, Marcelo Barbosa. Produtividade da noqueira pecã na região de Anta Gorda no Rio Grande do Sul. **Research, Society and Development**, v.12, n.1, p. e24912139574, 2023. DOI:

<https://doi.org/10.33448/rsd-v12i1.39574>. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39574>. Acesso em: 02 mai. 2024.

Climate-data.org. Clima: Santa Rosa. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-sul/santa-rosa-43574/>> Acesso em: 26 de junho 2020.

CQFS-RS/SC – Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS-NRS, 2016. 376p.

CROSA, Claudia Farela Ribeiro; DE MARCO, Rudinei; SOUZA, Rafaela Schmidt de; MARTINS, Carlos Roberto. Tecnologia de produção de noz-pecã no sul do Brasil. **Revista Científica Rural**, v.22, n. 2, p.249-262, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.30945/rcr-v22i2.3170>. Disponível em:

<http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/3170>. Acesso em: 02 mai. 2024.

DE MARCO Rudinei; GOLDSCHMIDT, Roberto Zoppollo; HERTER, Flavio Gilberto; MARTINS, Carlos Roberto; MELLO-FARIAS, Paulo Celso; UBERTI, Alison. The irrigation effect on nuts' growth and yield of *Carya illinoensis*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. V. 93, n. 1, e20181351, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120181351>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/tChh6XkwrrWzFRbJcVLmzFK/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 02 mai. 2024.

DE MARCO, Rudinei; MARTINS, Carlos Roberto; HERTER, Flavio Gilberto; CROSA, Claudia Farela Ribeiro; NAVA, Gilmar Antônio. Ciclo de desenvolvimento da noqueira-pecã—Escala fenológica. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. v. 20, n. 4, p. 260-270, 2021. DOI: Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/20025/13786>. Acesso em: 02 mai. 2024.

DE MARCO, Rudinei; CROSA, Claudia Farela Ribeiro; MARTINS, Carlos Roberto; SOUZA, Rafaela Schmidt de; HERTER, Flavio Gilberto. Característica fenológica de cultivares de noqueira- pecã no Uruguai e no Brasil. **Revista Científica Rural**, v.25, n.1, p. 302-317, 2023. DOI: <https://doi.org/10.29327/246831.25.1-20>. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1157360/1/Artigo- Caracteristica-fenologica-de-cultivares-de-nogueira-peca-no-Uruguai.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2024.

DÍEZ, Concepción Munoz; MORAL, Juan; CABELLO, Diego; MORELLO, Pablo; RALLO, Luis; BARRANCO, Diego. Cultivar and Tree Density As Key Factors in the Long-Term Performance of Super High-Density Olive Orchards. **Frontiers in Plant Science**, v.7, p.1-13, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01226>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plantscience/articles/10.3389/fpls.2016.01226/full>. Acesso em: 02 mai. 2024.

DURAND, Maxime; MURCHIE, Erick H.; LINDFORS, Anders V.; URBAN, Otmar; APHALO, Pedro J.; MATTHEW ROBSON, Thomas. Diffuse solar radiation and canopy photosynthesis in a changing environment. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 311, 108684, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108684>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192321003701?via%3Dihub>. Acesso em: 02 mai. 2024.

FAUST, Miklos. **Physiology of Temperate Zone Fruit Trees**. New York: Wiley-Interscience Publication, 1989, 338p.

FERNÁNDEZ-CHÁVEZ, Margarita; GUERRERO-MORALES, Sergio; PALACIOS-MONÁRREZ, Abdón; URANGA-VALENCIA, Luisa Patrícia; ESCALERA-OCHOA, Laura.; PÉREZ-ÁLVAREZ, Sandra. Análisis de diversos aspectos económicos de la producción en huertas de nogales de alta y baja densidad. Estudio de caso. **Cultivos Tropicales**, v. 42, n. 2, e01, 2021. Disponível em: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v42n2/1819-4087-ctr-42-02-e01.pdf>. Acesso em 02 mai. 2024.

FERRARI, Virgínia; GIL, Gil; HEINZEN, Horacio; ZOPPOLO, Roberto; IBÁÑEZ, Facundo. Influence of Cultivar on Nutritional Composition and Nutraceutical Potential

of Pecan Growing in Uruguay. **Frontiers in Nutrition**, v.9, 868054, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.868054>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2022.868054/full>. Acesso em: 02 mai. 2024.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v.38, n. 2, p.109-112, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yyWQQVwqNcH6kzf9qT9Jdhv/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 02 mai. 2024.

FRONZA, Diniz; POLETTO, Tales; HAMANN, Jonas Janner. **O cultivo da noqueira-pecã**. Santa Maria: UFSM, núcleo de fruticultura irrigada, 2014, 301p.

FRONZA, Diniz; HAMANN, Jonas Janner. **Técnicas para o cultivo da noqueira-pecã**. Santa Maria: UFSM, Núcleo de fruticultura irrigada, 2016, 424p.

FRONZA, Diniz; HAMANN, Jonas Janner; BOTH, Vanderlei; ANESE, Rogério de Oliveira; MEYER, Evandro Alcir. Pecan cultivation: general aspects. **Ciência Rural**. v.48, n.2, p. 1-9, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170179>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/r4GZhB8T6rWGKG8MnycpCjD/?format=pdf&lang=en>. Acesso em 02 mai. 2024.

GATTO, Darci Alberto, HASELEIN, Clóvis Roberto, SANTINI, Elio José, MARCHIORI, José Newton Cardoso, DURLO, Miguel Antão, CALEGARI, Leandro, STARGELIN, Diego Martins. Características tecnológicas da madeira de *Luehea divaricata*, *Carya illinoensis* e *Platanus x acerifolia* quando submetida à flexão. **Ciência Florestal**, v.18, n.1, p.121-131, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/19805098516>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/516/402>. Acesso em 02 mai. 2024.

GIULIVO C. Basic considerations about pruning deciduous fruit trees. **Advances in Horticultural Science**, v. 25, n. 3, p. 129-142, 2011. DOI: <https://doi.org/10.13128/ahs-12762>. Disponível em: <https://oaj.fupress.net/index.php/ahs/article/view/2950/2950>. Acesso em: 02 mai. 2024.

GOFF, Bill. The overcrowded dilemma. **Pecan South**. v. 25, n. 9, p. 22-23, 1992.

GONG, Yi; PEGG, Ronald B.; KERRIHARD, Adrian L.; LEWIS, Brad E.; HEEREMA, Richard .J. Pecan Kernel Phenolics Content and Antioxidant Capacity Are Enhanced by Mechanical Pruning and Higher Fruit Position in the Tree Canopy. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 145, n. 3, p. 193-202, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS04810-19>. Disponível em: <https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/145/3/article-p193.xml>. Acesso em: 02 mai. 2024.

HAMANN, Jonas Janner. **Determinação do período de receptividade do estigma e liberação de pólen em cultivares de noqueira-pecã (*Carya illinoensis* K.)**

**cultivadas em Cachoeira do Sul e Santa Maria (RS)**. 2018. Dissertação, (Mestrado em Fisiologia e Manejo de Culturas Agrícolas) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2020.

HELLWIG, Cristiano Geremais; MARTINS, Carlos Roberto; LIMA, Antonio Davi Vaz; BARRETO, Caroline Farias; MEDEIROS, Julio Cesar Farias; MALGARIM, Marcelo Barbosa. Hedge and central pruning in a high-density pecan orchard in southern Brazil, **Comunicata Scientiae**, v.13, e3842, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v13.3842>. Disponível em: <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/3842/1105>. Acesso em: 02 mai. 2024.

HELLWIG, Cristiano Geremias. **Poda e desbaste no cultivo de noqueira-pecã em plantios adensados**. 2020. (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1123154/1/Dissertacao-Cristiano-Geremias-Hellwig-Versao-Final.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2024.

HERRERA, Esteban A. Economic Comparison of Removing Pecan Trees and Planting Young Trees and Transplanting Established, Mature Trees. **HortTechnology horttech**, v. 5, n.3, p. 212-214, 1995. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.5.3.212>. Disponível em: <https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/5/3/article-p212.xml>. Acesso em: 29 jun. 2024.

INC (International Nut and Dried Fruit Council Foundation). **Nuts and Dried Fruits Global Statistical Review 2015/2016**. Disponível em: <<https://www.nutfruit.org/>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

INC (International Nut and Fruit Council Foundation). **Nuts and Dried Fruits Statistical Yearbook 2022/23**. Disponível em: <<https://inc.nutfruit.org/wp-content/uploads/2023/05/Statistical-Yearbook-2022-2023.pdf> > Acesso em: 27 jan. 2024.

JACKSON, David; LOONEY, Norman; PALMER, John. Pruning and training of deciduous fruit trees. In: JACKSON, David.; LOONEY, Norman; MORLEY-BUNKER, Michael. Temperate and Subtropical Fruit Production. 3th Edition, **CAB International**. 2010. 326p.

KHALIL, Shad Khan; MEXAL, John; KHALIL, Iftikhar Hussain; WAHAB, Shagufta; REHMAN, Abdur; HUSSAIN, Z.; KHAN, Ahmad.; KHAN, Ayesha; KHATTAK, Mansoor Khan. Foliar Ethephon Fruit Thinning Improves Nut Quality and Could Manage Alternate Bearing in Pecan. **The Pharmaceutical and Chemical Journal**, v. 3, n. 4, p. 150-156, 2016. Disponível em: <https://tpcj.org/download/vol-3-iss-4-2016/TPCJ2016-03-04-150-156.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2024.

KLOOSTER, Wendy S.; CREGG, Bert M.; FERNANDEZ, R.Thomas; NZOKOU, Pascal. Growth and physiology of deciduous shade trees in response to controlled release fertilizer. **Scientia Horticulturae**, v.35, p.71-79, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.12.009>. Disponível em :

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423811006418>. Acesso em: 02 mai. 2024.

LI, Qingshan; GAO, Yuan; WANG, Kun; FENG, Jianrong; SUN, Simiao; LU, Xiang; LIU, Zhao; ZHAO, Deying; LI, Lianwen; WANG, Dajiang. Transcriptome Analysis of the Effects of Grafting Interstocks on Apple Rootstocks and Scions. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 1, p.1-22, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms24010807>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/24/1/807>. Acesso em: 02 mai. 2024.

LOMBARDINI, Leonardo. One-time pruning of pecan trees induced limited and short-term benefits in canopy light penetration, yield, and nut quality. **HortScience**, v.41, n.6, p.1469-1473, 2006. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.6.1469>. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/41/6/article-p1469.xml>. Acesso em: 02 mai. 2024.

LOMBARDINI, Leonardo.; RESTREPO-DIAZ, Hermann; VOLDER, Astrid. Photosynthetic light response and epidermal characteristics of sun and shade pecan leaves. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 134, n. 3, p. 372-378, 2009. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.134.3.372>. Disponível em: <https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/134/3/article-p372.xml>. Acesso em: 02 mai. 2024.

MADERO, Ernesto Rafael. Sistema de conducción de las plantas y poda. In: Manual de manejo del huerto de nogal pecán.1.ed. **INTA**. p. 27-34, 2017.

MAHMUD, Kare P.; IBELL, Paula T.; WRIGHT, Carole L.; MONKS, Dave; BALLY, Ian. High-Density Espalier Trained Mangoes Make Better Use of Light. **Agronomy**, v. 13, n. 10, 2557, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13102557>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/10/2557>. Acesso em: 02 mai. 2024.

MAJID, Insha; KHALIL, Aroosa; NAZIR, Nowsheen. Economic analysis of high density orchards. **International Journal of Advance Research in Science & Engineering**, v. 7, n. 4, p. 821-829, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.21544.60167>. Disponível em: [http://www.ijarse.com/images/fullpdf/1524568118\\_JK1304IJARSE.pdf](http://www.ijarse.com/images/fullpdf/1524568118_JK1304IJARSE.pdf). Acesso em: 02 mai. 2024.

MALSTROM, H. L.; RILEY, T. D.; JONES, J. R. Continuous hedge pruning affects light penetration and nut production of 'Western' pecan trees. **Pecan Qrtly**, v. 16, n. 3, p. 193-202, 1982.

MANGANARIS, George A.; MINAS, Ioannis; CIRILLI, Marco; TORRES, Rosario; BASSI, Daniele; COSTA, Guglielmo. Peach for the future: A specialty crop revisited. **Scientia Horticulturae**, v. 305, 111390, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111390>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423822005118>. Acesso em: 02 mai. 2024.

MAPA. Registro Nacional de Cultivares. 2024. Disponível em: [https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php). Acesso em: 02 mai. 2024.

MARTINS, Carlos Roberto; CONTE, Antônio; FRONZA, Diniz; FILIPINI ALBA, José Maria; HAMANN, Jonas Janner; BILHARVA, Maurício Gonçalves; MALGARIM, Marcelo Barbosa; FARIAS, Roseli de Mello; DE MARCO, Rudinei; REIS, Tatyane Salles. **Situação e Perspectiva da Nogueira-pecã no Brasil**. In: **Documentos 462**, Embrapa Clima Temperado, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187187/1/documento-462.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2024.

MARTINS, Carlos Roberto; HOFFMANN Alexandre; NACHTIGAL, Jair Costa; ALBA, José Mario Filippini; LOPES, Jéssica Luz. **Panorama da produção, processamento e comercialização de noz-pecã no Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2023. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 535). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1158522/1/DOCUMENTOS-535-CPACT.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2024.

MARTINS, Carlos Roberto; MARQUES, Caroline Marques; HELLWIG, Cristiano Geremias; NAVA, Dori Edson; NAVA, Gilberto; HEIDEN, Gustavo; FILIPPINI ALBA, José Maria; ; WREGGE, Marcos Silveira, S.; LAZAROTTO, Marília; MALGARIM, Marcelo Barbosa; SOUZA, Rafaela Schmidt de; DE, R.; FARIAS, Roseli de Mello; DE MARCO, Rudinei. **Práticas Básicas do Plantio à Colheita de Noz-pecã**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2021 (Embrapa Clima Temperado, Circular Técnica 225). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228468/1/CIRCULAR-225.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2024.

MATZENAUER, Ronaldo; BUENO, Aristides Câmara.; CARGNELUTTI FILHO, Alberto; DIDONÉ, Ivo Antonio; MALUF, Jaime Ricardo Tavares; HOFMANN, Gabriel; TRINDADE, Júlio Khun; STOLZ, Álvaro; SAWASATO, Joaquim Taizo; VIANA, Denílson Ribeiro. Horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária**, v. 11, n.1-2, p.63-68, 2005. Disponível em: <http://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/283/247>. Acesso em: 02 mai. 2024.

MAYER, Alex Newton; NEVES, Tainá Rodrigues das; ROCHA, Cláudia Tamaine; SILVA, Valéria Adriana Lucas da. Adensamento de plantio em pessegueiros “Chimarrita”. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, p.50–59, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711512016050>. Disponível em: [https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/223811711512016050/pdf\\_16](https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/223811711512016050/pdf_16). Acesso em: 02 mai. 2024.

MCEACHEM, George Ray. Pecan tree space management. **Pecan South magazine**. Texas A & M University. p.1-3, 2020.

MENZEL, Christopher M.; LE LAGADEC, Marie Danielle. Can the productivity of mango orchards be increased by using high-density plantings? **Scientia Horticulturae**, v. 219, p. 222–263, 2017. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.07.013>. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423816306100>. Acesso em: 2024.

MOCCIA, Federica; AGUSTIN-SALAZAR, Sarai; BERG, Anna-Lisa; SETARO, Brunella; MICILLO, Raffaella; PIZZO, Elio; WEBER, Fabian; GAMEZ-MEZA, Nohemi; SCHIEBER, Andreas; CERRUTI, Pierfrancesco; PANZELLA, Lucia; NAPOLITANO, Alessandra. Pecan (*Carya illinoensis* (Wagenh.) K. Koch) Nut Shell as an Accessible Polyphenol Source for Active Packaging and Food Colorant Stabilization. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 8, p.6700–6712, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c00356>. Disponível: <https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acssuschemeng.0c00356>. Acesso em: 02 mai. 2024.

NOPERI-MOSQUEDA, Linda C.; SOTO-PARRA, Juan M.; SÁNCHEZ, Esteban; NAVARRO-LEÓN, Eloy; PÉREZ-LEAL, Ramona; FLORES-CORDOVA, Maria A.; SALAS-SALAZAR, Nora A.; YÁÑEZ-MUÑOZ, Rosa M. Yield, quality, alternate bearing and long-term yield index in pecan, as a response to mineral and organic nutrition. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 48, n. 1, p. 342-353, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha48111725>. Disponível em: <https://www.notulaeobotanicae.ro/index.php/nbha/article/view/11725>. Acesso em: 02 mai. 2024.

Norma Oficial Mexicana - NMX-FF-084-SCFI-2009. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano - Fruto fresco - Nuez pecanera *Carya illinoensis* (Wagenh) K. Koch - Especificaciones y métodos de prueba. 2009. Disponível em: <[http://www.comenez.com/assets/nmx-ff\\_093\\_scfi\\_2011.pdf](http://www.comenez.com/assets/nmx-ff_093_scfi_2011.pdf)> Acesso em: 22 jan. 2024.

NÚÑEZ MORENO, Jesús Humberto; VALDEZ GASCÓN, Benjamín; MARTÍNEZ DÍAZ, Gerardo; VALENZUELA CORNEJO, Erasmo. Poda. In: NÚÑEZ MORENO, Jesús Humberto; VALDEZ GASCÓN, Benjamín; MARTÍNEZ DÍAZ, Gerardo; VALENZUELA CORNEJO, Erasmo. El nogal pecanero en Sonora. **Libro Técnico** N°. 3. Hermosillo, Sonora: INIFAP–CIRNO-CECH, 2001. p. 113-122.

PEARCE, S. C.; DOBERŠEK-URBANC, Slava. The Measurement of Irregularity in Growth and Cropping. **Journal of Horticultural Science**, v. 42, n. 3, p. 295–305, 1967. DOI: <https://doi.org/10.1080/00221589.1967.11514216>. Disponível: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221589.1967.11514216>. Acesso em: 02 mai. 2024.

POLETTO, Tales; FANTINEL, Vinícius Spolaor; MUNIZ, Marlove Fátima Brião; DUTRA, Adriana Falcão Dutra. Tamanho de amostra para caracterização de frutos de *carya illinoensis*. **Agropecuária Científica no semi-árido**, v.14, n. 2, p.103-107, 2018. DOI: <https://doi.org/10.30969/acsa.v14i2.923>. Disponível em: <https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/923/pdf>. Acesso em: 02 mai. 2024.

POLETTO, Tales; POLETTO, Igor; SILVA, Laisa Maria Moraes; MUNIZ, Marlove Fátima Brião; REINIGER, Lia Rejane Silveira; RICHARDS, Neila; STEFENON,

Valdir Marcos. Morphological, chemical and genetic analysis of southern Brazilian pecan (*Carya illinoensis*) accessions. **Scientia Horticulturae**, v. 261, 108863, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108863>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423819307496?via%3Di> hub. Acesso em: 02 mai. 2024.

PRABHAKAR, Himanshu; SHARMA, Shruti; KONG, Fanbin. Effects of postharvest handling and storage on pecan quality. **Food Reviews International**, v.38, n. 7, p. 1485-1512, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1817066>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/87559129.2020.1817066>. Acesso em: 02 mai. 2024.

RADIOGRAFIA DA AGROPECUÁRIA GAÚCHA, 2023. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação, 49p.

RALLO, Luis; BARRANCO, Diego; CASTRO-GARCÍA, Sergio; CONNOR, David .J.; DEL CAMPO, María Gómez; RALLO, Pilar. High-Density Olive Plantations. **Horticultural Reviews**, v. 41, p.303–384, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118707418.ch07>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118707418.ch07>. Acesso em: 02 mai. 2024.

REIG, Gemma; LORDAN, Jaume; HOYING, Stephen; FARGIONE, Michael; DONAHUE, Daniel J.; FRANCESCATTO, Poliana; ACIMOVIC, Dana, FAZIO, Gennaro; ROBINSON, Terence. Long-term Performance of “Delicious” Apple Trees Grafted on Geneva® Rootstocks and Trained to Four High-density Systems under New York State Climatic Conditions. **Hortscience**, v. 55, n.10, p.1538-1550, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14904-20>. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/55/10/article-p1538.xml>. Acesso em: 02 mai. 2024.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; JACOMINE Paulo Klinger Tito; ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos; OLIVEIRA Virlei Álvaro de; LUMBRERAS José Francisco; COELHO Maurício Rizzato; ALMEIDA Jaime Antonio de; ARAÚJO FILHO José Coelho de; OLIVEIRA, João Bertoldo de; CUNHA Tony Jarbas Ferreira. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. rev e ampl. Brasília: Embrapa, 2018. 356p. Disponível em: <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2024.

SIEBENEICHLER, Tatiane Jéssica; CRIZEL, Rosane Lopes; DUARTE, Tamires de Oliveira; CARVALHO, Ivan Ricardo; GALLI, Vanessa; SOUZA, Rafaela Schmidt de; MARTINS, Carlos Roberto; FERREIRA, Cristiano Dietrich; HOFFMANN, Jessica Fernanda. Influence of cultivar on quality parameters of pecans produced in Southern Brazil. **Scientia Horticulturae**, v.336, p.113423–113423, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113423>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423824005806>. Acesso em 01 jul. 2024.

SINGH, Jyoti; MARBOH, Evening Stone; SINGH, Priyanshu; POOJAN, Shiv. Light interception under different training system and high density planting in fruit crops. **J. Pharmacogn. Phytochem**, v. 9, n. 2, p. 611-616, 2020. Disponível em: <https://www.phytojournal.com/archives/2020/vol9issue2/PartJ/9-1-102-501.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2024.

SOUZA, André Luiz Kulkamp de; SOUZA, Edson Luiz de; CAMARGO, Samila Silva; FELDBERG, Nelson Pires; PASA, Mateus da Silveira; BENDER, Angélica. The effect of planting density on “BRS Rubimel” peach trained as a “Y-shaped” system. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 2, v. 1-7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452019122>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/DLLFjwRkBsVng5vLZwC3Zmd/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 02 mai. 2024.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo; MÜLLER, Ian Max; MURPHY, Angus. **Fundamentos de Fisiologia Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TOLEDO, Pedro F. S.; PHILLIPS, Kate; SCHMIDT, Jason M.; BOCK, Clive H.; WONG, Colin; HUDSON, William G.; SHAPIRO-ILAN, David; WELLS, Lenny; ACEBES-DORIA, Angelita L. Canopy hedge pruning in pecan production differentially affects groups of arthropod pests and associated natural enemies. **Crop Protection**, v. 176, 106521, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106521>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219423003435?via%3Di> hub. Acesso em: 02 mai. 2024.

TRIPATHI, V. K.; KUMAR, Sanjeev; DUBEY, Vishal; ABU NAYYER, M. D. High-Density Planting in Fruit Crops for Enhancing Fruit Productivity. **Apple Academic Press eBooks**, p. 253-267, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1201/9780429325830-15>. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780429325830-15/high-density-planting-fruit-crops-enhancing-fruit-productivity-tripathi-sanjeev-kumar-vishal-dubey-md-abu-nayyer>. Acesso em: 02 mai. 2024.

TONG, Xiao; SZACILO, Amy; CHEN, Hsiangting; TAN, Libo; KONG, Lingyan. Using rich media to promote knowledge on nutrition and health benefits of pecans among young consumers. **Journal of Agriculture and Food Research**, v.10, 100387, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100387> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S266615432200120X?via%3Di>hub. Acesso em: 02 mai. 2024.

WELLS, Lenny. Mechanical hedge pruning affects nut size, nut quality, wind damage, and stem water potential of pecan in humid conditions. **HortScience**, v. 53, n. 8, p. 1203-1207, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI113217-18>. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/53/8/article-p1203.xml>. Acesso em: 02 mai. 2024.

WELLS, Lenny; SAWYER, Andrew. **Hedge Pruning Pecan Trees in the Southeastern U.S.** Georgia: University of Georgia, 2023. 6p. (UGA Cooperative Extension Bulletin, 1557). Disponível em:

[https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201557\\_1.PDF](https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201557_1.PDF).  
Acesso em: 02 mai. 2024.

WELLS, Lenny. **Southeastern Pecan Grower's Handbook**. Athens: University of Georgia, 2017. 236p.

WELLS, Lenny. Summer Hedge Pruning of Pecan in the Southeastern United States. **HortScience**, v.59, p.756–758, 2024. DOI: <https://doi.org/10.21273/hortsci17775-24>. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/59/6/article-p756.xml>. Acesso em: 02 mai. 2024.

WOOD, Bruce Wayne. Mechanical hedge pruning of pecan in a relatively low-light environment. **HortScience**, v. 44, n. 1, p. 68- 72, 2009. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.1.68>. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/44/1/article-p68.xml>. Acesso em: 02 mai. 2024.

WORLEY, Ray E.; MULLINIX, Ben G.; DANIEL, Jeff W. Selective limb pruning, tree removal, and paclobutrazol growth retardant for crowding pecan trees. **Scientia Horticulturae**, v. 67, n. 1-2, p. 79-85, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(96\)00942-9](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(96)00942-9). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423896009429>. Acesso em: 02 mai. 2024.

WU, Shuang; YAO, Xiaohua; WANG, Kailiang; YANG, Shuiping; REN, Huadong; HUANG, Mei; CHANG, Jun. Quality Analysis and Comprehensive Evaluation of Fruits from Different Cultivars of Pecan (*Carya illinoensis* (Wangenheim) K. Koch). **Forests**, v.13, n. 5, 746, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/f13050746>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4907/13/5/746>. Acesso em: 02 mai. 2024.

ZHANG, Rui; PENG, Fangren; LI, Yongrong. Pecan production in China. **Scientia horticulturae**, v. 197, p. 719–727, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.10.035>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423815302648>. Acesso em: 02 mai. 2024.

ZHU, Haijun; STAFNE, Eric T. Influence of paclobutrazol on shoot growth and flowering in a high-density pecan orchard. **HortTechnology**, v. 29, n. 2, p. 210-212, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04241-18>. Disponível em: <https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/29/2/article-p210.xml>. Acesso em: 02 mai. 2024.

## **Anexos**

Anexo A – Presença de ramos secos no estrato basal das plantas de nogueira-pecã de alta densidade comprometidas pelo sombreamento. Santa Rosa – RS.



Fonte: Cristiano Geremias Hellwig

Anexo B – Imagem representativa da disponibilidade de luz solar de um pomar de noqueira-pecã com e sem o desbaste de plantas. Santa Rosa – RS.



Fonte: Cristiano Geremias Hellwig

Anexo C – Diferença da folha e disposição de folíolos das cultivares Pitol 1 e Barton.  
Santa Rosa – RS.



Fonte: Cristiano Geremias Hellwig

Anexo D – Planta de nogueira-pecã em alta densidade com ramos basais comprometidos e com ramos com crescimento vertical (1); e planta de nogueira-pecã com distribuição mais uniforme de ramos em área na qual foi realizada desbaste de plantas (2). Santa Rosa – RS.



Fonte: Cristiano Geremias Hellwig

Anexo E – Pesagem de ramos cortados com a poda hedge seca (1) e poda hedge pós-colheita (2). Santa Rosa – RS.



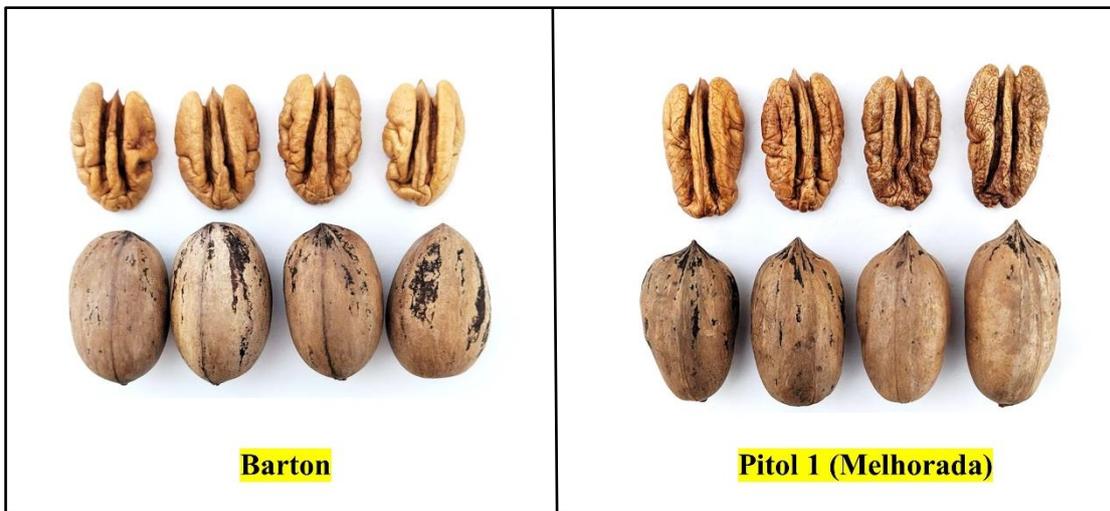
Fonte: Cristiano Geremias Hellwig

Anexo F – Avaliação da produção por planta realizada no momento da colheita (1); contagem de frutos com epicarpo fechado por planta realizada no momento da colheita (2). Santa Rosa – RS.



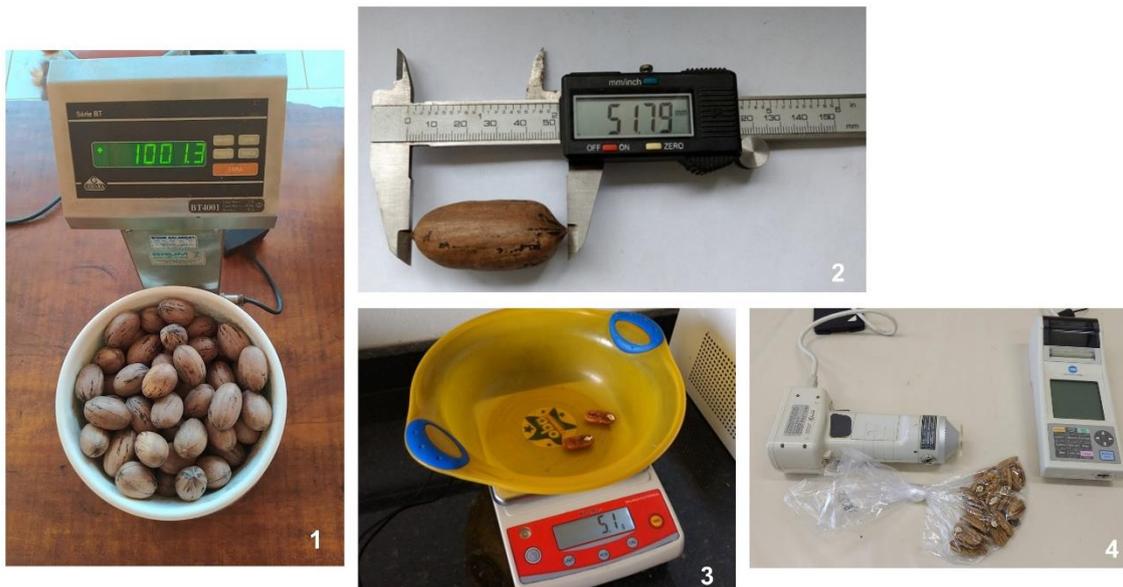
Fonte: Cristiano Geremias Hellwig

Anexo G – Frutos e amêndoas de noqueira-pecã das cultivares Barton e Pitol 1 (Melhorada). Santa Rosa – RS.



Fonte: Cristiano Geremias Hellwig

Anexo H – Avaliação de frutos por quilo (1); comprimento de frutos (2); massa de amêndoas (3) e cor e luminosidade de amêndoas (4). Santa Rosa – RS.



Fonte: Cristiano Geremias Hellwig

Anexo I – Experimento realizado em uma parceria do setor produtivo, da pesquisa e da extensão rural. Santa Rosa – RS.



Fonte: Cristiano Geremias Hellwig