

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Área: Fruticultura de Clima Temperado



Dissertação

Poda e desbaste no cultivo de noqueira-pecã em plantios adensados

Cristiano Geremias Hellwig

Pelotas, 2020

Cristiano Geremias Hellwig

Poda e desbaste no cultivo de nogueira-pecã em plantios adensados

Dissertação 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 Mestre em Ciências (área de conhecimento: Fruticultura de Clima Temperado).

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Martins
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim

Pelotas, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

H476p Hellwig, Cristiano Geremias

Poda e desbaste no cultivo de nogueira-pecã em plantios adensados / Cristiano Geremias Hellwig ; Carlos Roberto Martins, orientador ; Marcelo Barbosa Malgarim, coorientador. — Pelotas, 2020.

95 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. *Carya illinoensis*. 2. Manejo fitotécnico. 3. Radiação solar. 4. Qualidade de frutos. I. Martins, Carlos Roberto, orient. II. Malgarim, Marcelo Barbosa, coorient. III. Título.

CDD : 634.51

Cristiano Geremias Hellwig

Poda e desbaste no cultivo de nogueira-pecã em plantios adensados

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Área de Concentração: Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal de Pelotas

Data da Defesa: 03/03/2020

Banca examinadora:

Dr. Carlos Roberto Martins (orientador)

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Dra. Roseli de Mello Farias

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Dra. Marília Lazarotto

Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Dr. Robson Ryu Yamamoto

Doutor em Agronomia pela University of Tsukuba

*Aos meus pais Silvino e Ivone Hellwig, a minha
esposa Fernanda Klemtz Schwartz e ao meu filho
Bernardo Schwartz Hellwig pelo apoio incondicional
desde sempre!*

DEDICO

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Deus por ter me dado forças para chegar a este momento.

Aos meus pais, Silvino Hellwig e Ivone Hartwig Hellwig, assim como meus irmãos Adriano, Lucas, Jéferson, Fabiana e Mariana que sempre me apoiaram.

Aos meus colegas de Pós-Graduação pela ajuda, companheirismo e amizade, em especial a Antônio Davi pela ajuda nas avaliações em Santa Rosa. Aos estagiários que auxiliaram nas avaliações pós-colheita.

Ao dono da propriedade, Sérgio Roberto Müller, por ter disponibilizado seu pomar para a realização dos experimentos e pelo suporte dado na estadia no pomar.

Ao MSc. Eng. Agrônomo Júlio Cesar Farias Medeiros, pela parceria e ensinamentos nas visitas ao pomar.

Ao funcionário Marcos Dorfschmidt e sua família, pela ótima recepção e ajuda no momento das avaliações e demais necessidades.

Ao Professor Dr. Eng. Agrônomo Carlos Roberto Martins, pela orientação, incentivo e muitos ensinamentos transmitidos.

Ao coorientador Professor Dr. Eng. Agrônomo Marcelo Barbosa Malgarim pelo incentivo, ensinamentos e dedicação ao trabalho.

Ao coorientador Carlos Reisser Júnior pela confiança, disponibilização de equipamentos para avaliação e ensinamentos transmitidos.

À Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata pela estrutura oferecida para o desenvolvimento das avaliações.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa e à Universidade Federal de Pelotas por permitir minha qualificação profissional na vida acadêmica.

Ao meu tio Pedro Hartwig quanto à moradia, conselhos e incentivo, durante o período de mestrado.

E um agradecimento muito especial a minha esposa Fernanda Klemtz Schwartz pela compreensão, apoio e paciência e pelos cuidados incondicionais com o nosso filho amado, Bernardo Schwartz Hellwig.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente possibilitaram a realização deste trabalho. Muito obrigado!

Resumo geral

HELLWIG, Cristiano Geremias. **Poda e desbaste no cultivo de nogueira-pecã em plantios adensados**. 2020. 95f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2020.

O plantio de nogueira-pecã sob alta densidade é questionado, pois quando adultas, as plantas apresentam problemas quanto ao sombreamento dos ramos, causando a queda de produção. O objetivo do presente estudo foi avaliar dois métodos de poda e o desbaste de plantas quanto aos aspectos de desenvolvimento vegetativo, produtivos e de qualidade de frutos de nogueira-pecã sob sistema de alta densidade de plantio. O pomar comercial foi implantado em 2009 sob espaçamento de 7m x 7m em Santa Rosa, na região noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil. O estudo foi conduzido entre julho de 2018 e fevereiro de 2020. No experimento 1 “Poda de contenção e poda central em pomar de nogueira-pecã de alta densidade”, foram utilizadas plantas da cultivar ‘Melhorada’ e os tratamentos consistiram em: 1) sem poda; 2) poda de contenção e 3) poda central. O experimento 2 “Produção e desenvolvimento de nogueira-pecã com desbaste de plantas em pomar de alta densidade de plantio”, foi constituído com as cultivares ‘Barton’ e ‘Melhorada’ e os tratamentos foram 1) sem desbaste (7m x 7m) e 2) com desbaste (14m x 10m). Foram avaliados a presença de ramos secos, além da produção e qualidade de frutos. No experimento 1, a poda central aumentou a produtividade de frutos e reduziu o número de ramos secos. Ambos os métodos de podas reduziram o número de frutos com pericarpo fechado e a qualidade de frutos não foi alterada na maioria das variáveis avaliadas, apenas o comprimento dos frutos, a espessura de casca e a luminosidade das amêndoas foram alterados. No experimento 2, o desbaste se plantas incrementou a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), aumentando o crescimento de ramos e reduzindo o número de ramos secos. A produção com o desbaste de plantas obteve aumento na cultivar ‘Melhorada’, porém na cultivar ‘Barton’ não foi observado efeito. Ambas as cultivares obtiveram redução de produtividade com o desbaste, decorrente da redução de plantas. O desbaste também aumentou o rendimento dos frutos com aumento da massa e tamanho. Visando uma melhora produtiva e fitossanitária imediata, a poda central mostra-se mais vantajosa. O desbaste de plantas obteve melhoria na parte fitossanitária e de qualidade de frutos.

Palavras-chave: *Carya illinoensis*; manejo fitotécnico; radiação solar; qualidade de frutos.

Abstract

HELLWIG, Cristiano Geremias. **Pruning and thinning in pecan cultivation in dense plantations**. 2020. 95f. Dissertation (Master's degree) – Graduate Program in Agronomy, Federal University of Pelotas, Pelotas-RS, 2020.

Pecan trees planting under high density is questioned, because when grown, plants have problems with shading branches, causing yield reduction. The objective of the present study was to evaluate two methods of pruning and thinning trees in terms of vegetative development, yield and quality of pecan fruits under a high plant density system. The commercial orchard was established in 2009 under a 7m x 7m spacing in Santa Rosa, in the northwest region of Rio Grande do Sul, Brazil. The study was conducted between July 2018 and February 2020. In experiment 1 “Hedge pruning and central pruning in a high density pecan orchard”, trees from the cultivar ‘Melhorada’ were used and the treatments consisted of: 1) without pruning; 2) Hedge pruning and 3) central pruning. Experiment 2 “Production and development of pecan with thinning of trees in a high density planting orchard”, was constituted with cultivars ‘Barton’ and ‘Melhorada’ and the treatments were 1) without thinning (7m x 7m) and 2) with thinning (14m x 10m). The presence of dry branches, as well as fruit production and quality were evaluated. In experiment 1, central pruning increased fruit yield and reduced the number of dry branches. Both pruning methods reduced the number of fruits with closed pericarp and the quality of fruits was not altered in most of the evaluated variables, only the length of the fruits, the thickness of the skin and the luminosity of the kernels were changed. In experiment 2, trees thinning increased photosynthetically active radiation (RFA), increasing the growth of branches and reducing the number of dry branches. The production with the thinning of trees increased in the cultivar ‘Melhorada’, however in the cultivar ‘Barton’ there was no effect. Both cultivars had reduced productivity with thinning, due to the reduction of trees. Thinning also increased fruit yield with an increase in mass and size. Aiming at an immediate productive and phytosanitary improvement, central pruning is more advantageous. Trees thinning has improved in phytosanitary and fruit quality.

Keywords: *Carya illinoensis*; phytotechnical management; solar radiation; fruit quality.

Lista de figuras

Figura 1 – Representação da produção em três estratos da planta de noqueira-pecã.	23
Figura 2 – Massa de ramos podados de noqueira-pecã em Santa Rosa-RS. HELLWIG, C.G., agosto de 2018.	93
Figura 3 – Caixa contendo datalogger e bateria (a); Barra de captação de RFA instalada sob dois piquetes nivelados (b); Sensor quântico pontual (c); Barras instaladas debaixo da copa da planta para avaliação da RFA (d). Santa Rosa-RS. HELLWIG, C.G, 2019.....	93
Figura 4 – Ramo basal de noqueira-pecã seco devido ao sombreamento. Santa Rosa-RS. HELLWIG, C.G., 2019.	94
Figura 5 – Avaliação de clorofila com equipamento SPAD. Santa Rosa-RS. HELLWIG, C.G., 2019.....	94
Figura 6 – Colheita mecanizada com "shaker"(a); Bolsa com produção de uma planta (b); Frutos com epicarpo fechado. Santa Rosa-RS. HELLWIG, C.G., 2019...	95
Figura 7 – Amêndoas de noz-pecã da cultivar ‘Barton’ submetidos a análise de qualidade. Santa Rosa-RS. HELLWIG, C.G., 2019.....	95

Artigo 1

Figura 1. Mapa do pomar de nogueira-pecã com indicação da área experimental. Santa Rosa-RS.....	43
Figura 2. Plantas de nogueira-pecã no período vegetativo, após terem sido submetidas a dois métodos de poda e a ausência desta, durante o inverno: sem poda (a); poda de contenção (b) e poda central (c).....	43
Figura 3. Representação do cronograma da poda de contenção (a); taquara presa a base para delimitação da distância de 2,5 m (b); antes da poda (c) e após a poda de contenção (d).....	44
Figura 4. Execução da poda central com motopodadora (a); ramo podado (b) e; pintura do local de poda para evitar entrada de agentes patogênicos (c).....	45
Figura 5. Massa de poda retirada em nogueira-pecã submetidas a dois métodos de poda.....	59
Figura 6. Número de ramos secos por planta em dois ciclos de nogueira-pecã da cultivar ‘Melhorada’ submetidas a dois métodos de poda.....	60

Artigo 2

Figura 1. Representação gráfica da disposição de plantas no pomar de nogueira-pecã antes (a) e após (b) o desbaste de plantas; desbaste sendo realizado com motosserra (c); pomar após o desbaste de plantas (d).....	79
Figura 2. Porcentagem de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em nogueira-pecã com e sem desbaste nas cultivares ‘Barton’ e ‘Melhorada’.....	79
Figura 3. Crescimento terminal de ramos nas cultivares de nogueira-pecã ‘Melhorada’ e ‘Barton’ com e sem desbaste de plantas.....	80
Figura 4. Número de ramos secos em plantas de nogueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ com desbaste e sem desbaste de plantas nos anos de 2019 e 2020.....	80

Lista de Tabelas

Artigo 1

Tabela 1. Crescimento de ramo após um ciclo, número de brotações e número de frutos por metro linear em dois ciclos de nogueira-pecã da cultivar 'Melhorada' submetidos a diferentes métodos de poda.....	57
Tabela 2. Índice SPAD em nogueira-pecã da cultivar 'Melhorada' submetidos a diferentes métodos de poda.....	57
Tabela 3. Produção, produtividade e número de frutos com epicarpo fechado por planta (FEFP) em nogueira-pecã da cultivar 'Melhorada' submetidos a diferentes métodos de poda.....	57
Tabela 4. Volume de copa (VC), eficiência produtiva com relação ao volume de copa (EPVC), área da secção transversal do tronco (ASTT) e eficiência produtiva com relação à área transversal do tronco (EPASTT) em nogueira-pecã da cultivar 'Melhorada' submetidos a diferentes métodos de poda.....	58
Tabela 5. Massa de frutos, amêndoas e cascas, rendimento de amêndoa e frutos por quilograma em nogueira-pecã da cultivar 'Melhorada' submetidos a diferentes métodos de poda.....	58
Tabela 6. Comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas e espessura de casca de frutos de nogueira-pecã da cultivar 'Melhorada' submetidos a diferentes métodos de poda.....	58
Tabela 7. Luminosidade (L*) e Coloração (°Hue) e amêndoas comestíveis de frutos de nogueira-pecã da cultivar 'Melhorada' submetidos a diferentes métodos de poda.....	59

Artigo 2

Tabela 1. Desdobramento da interação entre os fatores cultivar e desbaste para as variáveis número de frutos por metro linear de ramo e índice SPAD em nogueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ com e sem desbaste de plantas.....	81
Tabela 2. Desdobramento da interação entre os fatores cultivar e desbaste para as variáveis produção e produtividade em nogueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ com e sem desbaste de plantas no ciclo 2018/2019.....	81
Tabela 3. Desdobramento da interação entre os fatores cultivar e desbaste para as variáveis volume de copa e eficiência produtiva com relação à área da secção transversal do tronco (EPASTT) nas cultivares de nogueira-pecã ‘Melhorada’ e ‘Barton’ com e sem desbaste de plantas no ciclo 2018/2019.....	81
Tabela 4. Brotações por metro linear, frutos com epicarpo fechado por planta (FEFP), área da secção transversal do tronco (ASTT) e eficiência produtiva com relação ao volume de copa (EPVC) nas cultivares de nogueira-pecã ‘Melhorada’ e ‘Barton’ com e sem desbaste de plantas no ciclo 2018/2019.....	82
Tabela 5. Necessidade de frutos para um quilo e espessura de casca de frutos de nogueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ em tratamentos submetidas ou não ao desbaste de plantas da safra 2018/2019.....	82
Tabela 6. Massa de frutos, amêndoas e cascas e rendimento de amêndoas de nogueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ em tratamentos submetidos ou não ao desbaste de plantas da safra 2018/2019.....	82
Tabela 7. Comprimento e diâmetro de frutos, comprimento e diâmetro de amêndoas de frutos de nogueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ em tratamentos submetidos ou não ao desbaste de plantas da safra 2018/2019.....	83
Tabela 8. Luminosidade e ângulo hue de amêndoas e amêndoas comestíveis de frutos de nogueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ em tratamentos submetidos ou não ao desbaste de plantas da safra 2018/2019.....	83

Sumário

1	Introdução	15
2	Projeto de Pesquisa	19
2.1	Título	19
2.2	Equipe de trabalho	19
2.3	Antecedentes e justificativa.....	20
2.4	Revisão de literatura	21
2.4.1	Taxonomia	21
2.4.2	Centro de origem e importância econômica.....	22
2.4.3	Densidade de plantio.....	23
2.4.4	Poda.....	24
2.4.5	Desbaste de plantas.....	25
2.5	Hipótese	26
2.6	Objetivo	26
2.6.1	Geral	26
2.6.2	Específicos.....	26
2.7	Metas	26
2.8	Material e métodos.....	27
2.8.1	Material vegetal.....	27
2.6.2	Metodologia.....	27
2.6.2.1.	Experimento 1: Tipos e épocas de poda de copa em nogueira-pecã sob plantio de alta densidade.	28
2.6.2.2.	Experimento 2: Intensidades de desbaste de nogueira-pecã em plantio de alta densidade.	28
2.6.2.3.	Variáveis a serem avaliadas em ambos os experimentos.....	29
2.7	Cronograma	30
2.8	Orçamento	31
	Referências	31
3	Relatório do trabalho de campo	35
4	Artigos desenvolvidos	37

4.1	Artigo 1. Poda de contenção e poda central em nogueira-pecã sob adensado sistema de plantio.....	38
4.2	Artigo 2. Produção e desenvolvimento de nogueira-pecã com desbaste de plantas em pomar de alta densidade de plantio	61
5	Considerações finais.....	84
	Referências	86
	Apêndice	92

1 Introdução

A noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] é uma frutífera, cujo centro de origem é a América do Norte, mais especificamente os o sul dos Estados Unidos (EUA) e México (POLETTTO et al., 2019).

Atualmente, seu cultivo está representado, além dos países de origem, em países de diferentes continentes, casos da China na Ásia, Austrália na Oceania, África do Sul na África e Uruguai, Argentina, Chile, Peru e Brasil na América do Sul (WELLS, 2017; MARTINS et al., 2018).

O México e os EUA se consolidam abarcando 92% da produção de noz-pecã no mundo (MARTINS et al., 2018). Em 2019, os principais países produtores foram México (145.500 t), EUA (126.500 t), África do Sul (18.200 t), Brasil (3.500 t) e Austrália (2.000 t) (INC, 2019).

No Brasil, que atualmente é o 4º maior produtor, a cultura está em expansão nos últimos anos. A área brasileira cultivada com noqueira-pecã, está estimada em torno de 10 mil hectares, sendo que entre os anos de 2010 e 2016 houve um aumento 29,1% (HAMANN, 2018).

Entre os estados, o RS destaca-se com mais de 5 mil hectares cultivados, seguido do Paraná e Santa Catarina (MARTINS et al., 2017; BILHARVA et al., 2018). Entre os motivos para o aumento do cultivo estão à demanda de frutos secos, no qual o consumidor, na busca de alimentos saudáveis, tem a noz-pecã como opção, alia-se também o aspecto econômico, pois sua produção pode ser uma interessante fonte de renda.

A cultura da noqueira-pecã também vem recebendo incentivo por parte do governo, em 2017 foi criado o Programa Estadual de Desenvolvimento da Pecanicultura – Pró-Pecã e instalada a Câmara Setorial da Noz-Pecã, cujo principal objetivo é incentivar o aumento da área cultivada e a produção de frutos, gerando renda no meio rural, as agroindústrias de beneficiamento e fornecedores de equipamentos para essa cadeia produtiva no estado do Rio Grande do Sul, além de discussão de técnicas e estratégias para organizar o setor e difundir o conhecimento técnico/científico entre os diferentes agentes dessa cadeia.

O Brasil possui 41 cultivares registradas no Registro Nacional de cultivares – RNC (BILHARVA et al., 2018). A cultivar ‘Barton’ tem origem dos Estados Unidos,

oriunda de cruzamento entre as cultivares ‘Moore’ e ‘Success’. A cultivar ‘Melhorada’, ou Pitol 1, nome com o qual está registrada, tem origem de seleção empírica realizada no Brasil. Estas duas cultivares estão entre as mais cultivadas no Brasil (DE MARCO et al., 2019).

A produtividade da cultura deve ser avaliada com bastante critério, pois dependerá de fatores como a idade das plantas, a densidade de plantio, as cultivares utilizadas e a tecnificação do pomar, ou seja, fertirrigação, controle fitossanitário adequado, manejos de poda, dentre outros. Porém de maneira geral, a produtividade média brasileira está entre 600 e 1000 kg.ha⁻¹, sendo inferior a outros países como Chile, Austrália, EUA, México e Argentina (BILHARVA et al., 2018). A falta de informações e conhecimentos sobre a cultura em décadas passadas, com consequente implantação e condução inadequados de pomares antigos podem estar associados aos baixos rendimentos (MARTINS et al., 2019).

O comércio de mudas também está em franca expansão no sul do País, com 170 mil mudas de nogueira-pecã comercializadas pelos viveiros credenciados pelo Pro-Pecã, no ano de 2019.

A muda de nogueira-pecã é o componente mais oneroso na implantação do pomar, com preço médio de R\$ 45,00 pela unidade. Fator que deve ser considerado também na escolha da densidade de plantio, pois enquanto que em um espaçamento de 7m x 7m são investidos R\$ 9.180,00 com mudas, em um espaçamento de 10m x 10m o investimento é aproximadamente a metade (R\$ 4.500,00). Ainda neste sentido, a cultura da nogueira-pecã tem um tempo de retorno do investimento (‘payback’) tardio de 8 anos, devido a entrada de produção mais tardia em relação a outras culturas.

Quanto à morfologia, a nogueira-pecã tratando-se de uma espécie arbórea, quando adulta pode atingir altura de 30 metros e diâmetro de copa de 20 metros (FRONZA et al., 2018). Devido a essa característica, a densidade de plantio a ser adotada é um fator importante no momento da implantação do pomar, a qual dependerá de fatores como região, solo, cultivares e interesse do produtor (WELLS, 2017).

No sul do Brasil, nas últimas décadas muitos produtores, por indicação de viveiristas e técnicos, adotaram o espaçamento de 7m x 7m em seus pomares, que resulta em uma densidade de 204 plantas por hectare. Isto, em um primeiro

momento, mostra-se vantajoso, pois possibilita melhor aproveitamento da área, permitindo 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 diminuição da produção (FRONZA et al., 2018). Nos EUA o mesmo problema é observado, com altas produtividades entre o 7º e 12º ano, porém com queda abrupta da produtividade a partir do 12º ano devido à aglomeração de plantas (MCEACHERN, 2020).

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 do dossel 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, 2017).

Em plantas adultas que apresentam problemas de sombreamento, 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).

O desbaste de plantas, procedimento bastante utilizado em silvicultura, consiste em eliminar plantas para favorecer o desenvolvimento das que permanecem. É uma alternativa para pomares de noqueira-pecã com problemas de sombreamento. Tem como inconveniente, a necessidade de eliminar plantas nas quais por anos foi investido recurso, seja com a aquisição de mudas, adubação e tratamentos fitossanitários. Além disso, a produtividade, nos anos subsequentes ao desbaste, tende a ser inferior até que as plantas se desenvolvam (ARREOLA-ÁVILA et al., 2002). Porém para alguns autores, em pomares de alta densidade em estágio

mais avançado, o desbaste é a única alternativa para sustentabilidade fitossanitária e produtiva do pomar.

Estudos com relação à densidade de plantio e seus reflexos, assim como métodos de poda são escassos nas condições brasileiras. Neste sentido o objetivo do trabalho foi avaliar dois métodos de poda, a de contenção e a central e o desbaste de plantas em pomares adensados e seus efeitos sobre aspectos fitotécnicos, produtivos e de qualidade de frutos.

2 Projeto de Pesquisa

2.1 Título

Poda e desbaste de nogueira-pecã em sistema de alta densidade de plantas

2.2 Equipe de trabalho

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

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

Marcelo Barbosa Malgarim, Professor Coorientador, Dr. Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPeL.

Antônio Davi Vaz Lima, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, bolsista Capes, FAEM/UFPeL.

Guilherme Ferreira da Silva, Engenheiro Agrônomo, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, bolsista CNPq, FAEM/UFPeL.

Rafaela Schmidt de Souza, Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, bolsista Capes, FAEM/UFPeL.

Rudinei De Marco, Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, bolsista CNPq, FAEM/UFPeL.

Júlio Cesar Farias Medeiros, Engenheiro Agrônomo MSc., Representante Técnico dos Viveiros Pitol.

2.3 Antecedentes e justificativa

A noqueira-pecã (*Carya illinoensis* [Wangenh.] K. Koch) é uma espécie frutífera nativa dos Estados Unidos e México. Foi introduzida no Brasil por imigrantes americanos em 1870.

Um dos fatores críticos em um pomar de noqueira-pecã é a competição por luz, água e nutrientes que se produz entre as árvores, podendo afetar seriamente o desenvolvimento e especialmente o rendimento. A fotossíntese desempenha papel fundamental nesse desenvolvimento e rendimento. Segundo Anderson (1994) as folhas atingem a sua taxa fotossintética máxima sob uma intensidade de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) de $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (aproximadamente 75% da luz total) se encontrado localizado na periferia da taça. Entretanto, folhas expostas a 10% da luz total possuem valores de CO_2 próximos a zero, resultando em baixas taxas fotossintéticas.

Ao se observar um pomar de noqueira-pecã no verão ao meio-dia, se o mesmo possuir mais de 50% de sombra no chão o pomar apresenta problema de sobreposição de ramos (GOFF, 1992). E essa diminuição da penetração da luz traz como resultado uma diminuição no crescimento e produtividade já que somente o crescimento terminal exposto ao sol é potencialmente produtivo (MCEACHERN e ZAJICECK, 1990).

O espaçamento ideal para um pomar de noqueira-pecã pode variar de acordo com a região, fertilidade do solo, cultivares e o interesse do produtor. Nos EUA há variação de espaçamento de 6m x 6m até 30m x 30m. Porém para evitar o sombreamento das noqueiras durante os primeiros 15 anos os agricultores utilizam espaçamentos que variam de 15 a 20 m entre plantas (WELLS, 2017). Já segundo MADERO (2017) nas condições argentinas, recomenda-se espaçamento não inferior a 10m x 10m e que espaçamentos superiores como 12m x 12m e 15m x 15m poderiam afetar negativamente os tratamentos fitossanitários pela altura que as plantas alcançam.

No Rio Grande do Sul, muitos dos produtores seguindo recomendações de técnicos e viveiristas, adotaram o espaçamento de 7m x 7m nas últimas duas décadas. Em um primeiro momento mostrou-se uma densidade interessante, pois há melhor aproveitamento da área. Porém em plantas com 10 anos ou mais é notada

uma sobreposição de ramos que causa sombreamento e consequentemente diminuição da produção (FRONZA et al., 2018). 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, acarreta outros problemas como a falta de aeração no pomar, a qual propicia a incidência de pragas e/ou doenças que podem afetar ainda mais a produção (MADERO et. al., 2017). Quanto ao aspecto econômico, a alta densidade também demanda um investimento inicial superior devido à maior quantidade de mudas (que possuem preço elevado) aliado a uma maior necessidade de adubação.

A radiação solar com comprimentos de onda entre 400 e 700 nm corresponde à radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Ela pode ser medida por piranômetros providos de um filtro que separa as outras bandas da radiação, ou por um sensor específico, denominado de quântico, em função da unidade em que tal radiação é expressa (PEREIRA et al, 2007)

Arreola-Ávila et al. (2010) em experimento com intensidades de desbaste que variava de 25 a 50% em um pomar de 27 anos implantado em espaçamento de 10m x 10m observaram que as variáveis radiação fotossinteticamente ativa, comprimento de brotação e produção de nozes foram afetadas pelo desbaste enquanto a qualidade das nozes não foi significativamente afetada.

Diante desta realidade, como alternativas de manejo em pomares adensados de nogueira-pecã, propõe-se com este trabalho o desbaste de plantas para redução da densidade e diferentes tipos e épocas de poda para obtenção de um sistema de produção sustentável ao agricultor.

2.4 Revisão de literatura

2.4.1 Taxonomia

A nogueira-pecã (*Carya illinoensis* [Wangenh.] K. Koch) é uma espécie frutífera de clima temperado, pertencente à família Juglandaceae. A planta é monóica, 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 na necessidade da utilização de cultivares polinizadoras. O processo de polinização nogueira-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 nogueira-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 (SPARKS, 1991; 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).

Além disso, em 2017 foi criado o Programa Estadual de Desenvolvimento da Pecanicultura – Pró-Pecã e instalada a Câmara Setorial da Noz-Pecã. Cujo principal objetivo é o aumento da área cultivada e a produção de frutos, gerando renda no meio rural e incentivo às agroindústrias de beneficiamento e fornecedores de equipamentos para essa cadeia produtiva no estado do Rio Grande do Sul.

2.4.3 Densidade de plantio

Quando adulta, a planta de nogueira-pecã chega a alturas que variam de 20 a 30 metros, podendo, se em condições ideais, chegar a 40 metros e o diâmetro de copa varia de 12 a 20 metros (FRONZA et al., 2018). Devido a essa característica, a densidade de plantio a ser adotada é um fator importante no momento da implantação do pomar. A densidade dependerá de fatores como região, solo, cultivares e interesse do produtor (WELLS, 2017). Segundo Wells (2017), 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 consequentemente 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 (Figura 1).

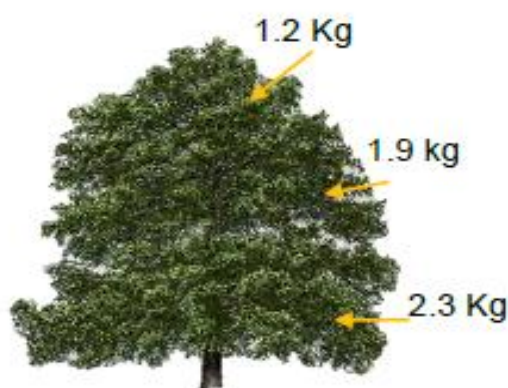


Figura 1 – Representação da produção em três estratos da planta de nogueira-pecã.
Fonte: Arreola-Ávila, 2012

Um dos fatores críticos em um pomar de nogueira-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 $1500 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (aproximadamente 75% da luz total) se encontrado localizado na periferia da taça. Entretanto, folhas expostas a 10% da luz total possuem valores de CO_2 próximos a zero, resultando em baixas taxas fotossintéticas. Ainda nesse sentido, Goff (1992) considera que, ao se observar um pomar de noqueira-pecã no verão ao meio-dia, se o mesmo possuir mais de 50% de sombra no chão o pomar apresenta problema de sobreposição de ramos. 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

A noqueira-pecã não é considerada uma espécie frutífera na qual a poda tem importância decisiva para produzir frutos diferentemente da figueira, do pessegueiro e da videira na qual deve ser realizada anualmente (NACHTIGAL et al., 2008). Porém a alternância de produção, quebra de galhos e ataques severos de doenças podem ser evitados com sua execução (FRONZA et al., 2014).

Entre os objetivos da poda estão aumento da produtividade, melhora de 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).

A poda pode ser separada de acordo com a fase que se encontra a planta. Quando executada nos primeiros anos, é denominada poda de formação e objetiva corrigir a estrutura da planta, favorecendo o desenvolvimento de uma haste principal e ramos primários fortes e com ângulo de inserção superior a 45° (MADERO, 2017).

Em plantas em produção, começa a se realizar a poda de frutificação que 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).

Para pomares adultos que apresentam problemas de sombreamento dois métodos de podas vêm sendo estudados nos EUA e México, a poda seletiva e a poda mecanizada 'hedge' (lateral).

Na poda seletiva são retirados ramos estratégicos no centro da copa para proporcionar maior entrada de luz nas plantas (WORLEY et al., 1996). Na poda 'hedge' por sua vez, que consiste em uma poda de contenção na lateral das plantas, 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).

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 permitem maior entrada de luz no pomar reduzindo problemas fitossanitários, produtivos e de qualidade de frutos.

2.6 Objetivo

2.6.1 Geral

Avaliar dois métodos de poda e intensidades de desbaste que permitam o desenvolvimento produtivo e fitossanitário do pomar de noqueira-pecã em sistema de alta densidade de plantas.

2.6.2 Específicos

- a)** Avaliar dois métodos e épocas de poda e duas intensidades de desbaste de plantas de noqueira-pecã na produção e qualidade de frutos;
- b)** Avaliar os efeitos dos dois métodos e épocas de poda e duas intensidades de desbaste em aspectos fitossanitários nas plantas;
- c)** Verificar o efeito dos métodos e épocas de poda e intensidades de desbaste no secamento de ramos basais das plantas.

2.7 Metas

Estabelecer, após dois anos, um método de poda e desbaste eficiente em pomar de noqueira-pecã de plantio adensado;

Determinar a melhor época de realização da poda para obtenção de resultados de maior produtividade e menor risco fitossanitário após dois anos de avaliação;

Com os resultados, indicar ao produtor a escolha do manejo a ser adotado em todo o pomar após dois anos de avaliação;

Publicar, no mínimo, dois artigos científicos em periódicos internacionais ou nacionais ao final do mestrado.

2.8 Material e métodos

O experimento será conduzido em um pomar comercial em Santa Rosa-RS, município que segundo Köppen e Geiger (1928) possui a classificação de clima Cfa, altitude média de 330 metros, a temperatura média anual é 20,2 °C e a pluviosidade média anual é 1801 mm (Climate-data.org.,2018)

2.8.1 Material vegetal

As plantas com 10 anos de idade foram todas plantadas em espaçamento de 7m x 7m, em uma densidade de 204 plantas por hectare e serão utilizadas duas cultivares para realizar os experimentos:

2.6.1.1. Barton

Essa cultivar é uma seleção de um cruzamento entre 'Moore' e 'Success'. Foi a primeira cultivar lançada pelo United States Department of Agriculture (USDA). É a cultivar mais produzida no Brasil.

2.6.1.2. Melhorada

Essa cultivar tem origem no Brasil, oriunda de seleção massal empírica no viveiro Pitol, em Anta Gorda-RS. Também é conhecida como Pitol 1.

2.6.2 Metodologia

Serão realizados dois experimentos no pomar, um com dois métodos (central e contenção) e duas épocas (agosto- inverno e maio- pós-colheita) de poda na copa

das plantas e o outro experimento testando o desbaste de plantas deixando as mesmas em espaçamento com 14m x 10m em dois tratamentos e em um deles migrando para 14m x 20m no decorrer do tempo.

2.6.2.1. Experimento 1: Métodos e épocas de poda de copa em nogueira-pecã sob plantio de alta densidade.

Neste experimento serão testados dois métodos de poda de copa, a poda central e a poda de contenção (Realizada lateralmente, sendo realizada em dois anos, uma lateral a cada ano). Estes dois métodos de poda serão repetidos em duas épocas: durante o inverno (agosto) e no outro no período pós-colheita (maio). Serão colocadas etiquetas nas plantas que passarão a ser avaliadas e colocação de piquetes para deixar visível a delimitação de quadras e tratamentos.

2.6.2.1.1. Delineamento experimental

No experimento será utilizada a cultivar 'Melhorada' e será constituído de cinco tratamentos: 1) Sem poda; 2) Poda de contenção pós-colheita; 3) Poda de contenção seca; 4) Poda central pós-colheita e 5) Poda central seca. O delineamento experimental utilizado será de blocos casualizados, sendo três repetições com 5 plantas cada. Os dados serão submetidos a análise de variância pelo teste F e, quando significativo, será realizada comparação de médias ($p < 0,05$), utilizando o programa R (R CORE TEAM, 2017), com o pacote ExpDes (FERREIRA et al., 2013), podendo ser utilizado outros pacotes. Análises adicionais poderão ser realizadas caso necessário para melhor interpretação dos dados.

2.6.2.2. Experimento 2: Intensidades de desbaste de nogueira-pecã em plantio de alta densidade.

Neste experimento em um delineamento experimental de blocos casualizados, serão testadas intensidades de desbaste de plantas. Serão utilizadas as cultivares 'Barton' e 'Melhorada'. Em julho será realizada a marcação das plantas com pintura de tinta plástica de diferentes cores nos troncos para diferenciar os

tratamentos e marcar as plantas a serem desbastadas. Em agosto com auxílio de motosserra será feito o desbaste das plantas marcadas para deixar os tratamentos com o espaçamento de 14m x 10m. Também serão colocadas etiquetas nas plantas que passarão a ser avaliadas e colocação de piquetes para deixar visível a delimitação de quadras e tratamentos.

2.6.2.2.1. Delineamento experimental

Serão utilizados três tratamentos, sendo eles: 1) Sem desbaste (7m x 7m); 2) Com desbaste (14m x 10m); 3) Com desbaste parcial (14m x 10m em 2018 e 14m x 20m em 2023). Os dados serão submetidos a análise de variância pelo teste F e, quando significativo, será realizada comparação de médias ($p < 0,05$), utilizando o programa R (R CORE TEAM, 2017), com o pacote ExpDes (FERREIRA et al., 2013), podendo ser utilizado outros pacotes. Análises adicionais poderão ser realizadas caso necessário para melhor interpretação dos dados.

2.6.2.3. Variáveis a serem avaliadas em ambos os experimentos

- **Altura da planta:** Com auxílio de trena a laser ou um bambu com medidas.
- **Circunferência de tronco:** Medida realizada com fita métrica a 40 centímetros do solo.
- **Presença de ramos secos durante o período vegetativo:** Contagem de ramos secos ou mortos no interior da copa;
- **Radiação fotossinteticamente ativa (PAR):** Seguindo a metodologia de Arreola-Avila et al. (2010) com auxílio de sensores quânticos conectados a Datalogger, no período vegetativo se passará a avaliar em diferentes distâncias com relação ao tronco e uma altura adequada para pomar de 10 anos a radiação fotossinteticamente ativa (PAR).
- **Avaliação de ramos:** Serão marcados quatro ramos por planta, nos quais serão verificados: comprimento de ramo, número de brotações e número de frutos.

- **Presença de doenças fúngicas:** Durante o período vegetativo será verificada a incidência de doenças fúngicas nas folhas e frutos das plantas dos diferentes tratamentos.
- **Produção por planta:** Através da pesagem dos frutos das plantas avaliadas será verificada a produção.
- **Rendimento de amêndoa:** Em 25 frutos por repetição será avaliado o rendimento de amêndoa entre os tratamentos.
- **Massa ramos podados:** Depois de realizada a poda, se pesará os ramos podados. Para isso, com auxílio de motosserra, se cortará os ramos em pedaços e em balança se pesará os mesmos (Realizada somente no experimento 1, com poda de plantas).

2.7 Cronograma

[illegible]

2.8 Orçamento

Descrição/Material	Unidade	Quantidade	Preço unit. (R\$)	Total (R\$)
Piquetes 60cm x 5cm x 5cm	Und	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
Trena de 30 m	Unid	1	35,00	35,00
Fita métrica de 1,5m	Unid	1	3,00	3,00
Tecido de Napa	m²	2	15,00	30,00
Fita adesiva	Rolo 40 m	2	10,00	20,00
Alicate	Unid	1	17,90	17,90
Canetas permanentes	Unid	2	2,50	5,00
Combustível (Diesel S10)	L	500	3,35	1.750,00
Passagem: Pelotas <> Santa Rosa	Unid	10	183,90	1.839,00
Inscrições em eventos	-	-	-	650,00
Total	-	-	-	4.579,20

Referências

ANDERSON, P.C. Lack of sunlight can limit pecan productivity in the Southeastern. U. S. The Pecan Grower. **Georgia Pecan Growers Association Inc.**v. 6, n.2, p.20-21, 1994.

ARREOLA-ÁVILA, J. G. 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. 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: Tecnología de producción de nogal pecanero. 3 ed. Inifap, 2002.

BOSCARDIN, J.; COSTA, E. C. A noqueira-pecã no Brasil: Uma revisão entomológica. **Ciência Florestal**, v.28, n.1, 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 janeiro 2020.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: Experimental Designs package. **R package version 1.1.2**. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=ExpDes>>. 2013.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Técnicas para o cultivo da noqueira-pecã**. UFSM, Núcleo de fruticultura irrigada. 424p. 2016.

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.; POLETTO, T.; HAMANN, J.J. **O cultivo da noqueira-pecã**. UFSM, núcleo de fruticultura irrigada. 301p. 2014.

GOFF, B. The overcrowded 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.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cm x 200cm.

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.

MCEACHERN, G.R.; ZAJICEK, J. M. Pecan orchard design: tree spacing pruning and thinning. **Pecan South**. v. 24, n.5, p.5-9, 1990.

NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; KERSTEN, E. Poda. In: FACHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2008. p. 93-103.

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.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C., 2007. **Meteorologia Agrícola**. Piracicaba/SP, Edição Revista e Ampliada, ESALQ/USP, 202 p., 2007.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. 2017.

SPARKS, D. Geographical Origin of Pecan Cultivars Influences Time Required for Fruit Development and Nut Size. **Journal of American Horticultural Science**, v. 116 n. 4 p. 627-631, 1991.

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 a partir da interação entre três elos da cadeia, o setor produtivo, a pesquisa e a extensão. A setor produtivo representado pelo produtor, que relatou os problemas com sombreamento enfrentados em seu pomar, a pesquisa representada pela Embrapa e UFPel que se dispuseram a fazer pesquisas para solucionar os problemas, tendo em vista que o mesmo ocorre em uma série de outros pomares e a extensão através do representante técnico do pomar, que além de orientar o produtor quanto a manutenção do pomar, acompanhou os experimentos a serem executados. Com isso, em julho de 2018, foram definidos os experimentos e o delineamento experimental.

Os experimentos foram instalados em um pomar no município de Santa Rosa, no noroeste do Rio Grande do Sul. Dentre os motivos da escolha estão à disponibilização por parte do produtor de 3,7 ha de uma área total de 26 ha para execução dos experimentos. Uma vez que grandes áreas são necessárias em experimentos com a cultura da nogueira-pecã, dificultando a execução e obtenção de uniformidade de plantas.

Neste caso, além da uniformidade, também se constatou condições em que o sombreamento já estava afetando as plantas, resultante da alta densidade de plantio. Outra característica de experimentos com a cultura, diz respeito ao tempo em que os resultados são obtidos, o que demandou projetar um trabalho em longo prazo, como consta no projeto desta dissertação. O que por ora, apresenta resultados parciais, sendo direcionados para a poda seca e o desbaste de plantas.

Os tratamentos com poda de contenção e poda central que foram realizadas na pós-colheita, bem como o desbaste parcial de plantas, por não permitir avaliações comparativas, não tiveram avaliações mencionadas.

Quanto às avaliações realizadas, algumas mudanças e acréscimos foram realizados, seja para uma melhor avaliação ou por motivos de não viabilidade do que fora projetado.

A incidência de doença embora projetada, não consta nesta dissertação com objetivo de se realizar uma avaliação mais elaborada na sequência dos experimentos.

O índice *Soil Plant Analysis Development* (SPAD), método de avaliação indireto do teor de clorofilas, foi inserido entre as avaliações devido à relação direta do sombreamento com a eficiência fotossintética das folhas.

Por sua vez, a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) por questão de disponibilidade de equipamento mais adequado, foi avaliada apenas em uma planta por tratamento, sendo colocadas barras com sensores quânticos debaixo da copa das plantas. Enquanto que se projetava a avaliação no interior da copa com repetição de plantas. A avaliação foi realizada apenas no experimento com desbaste de plantas.

Foram agregadas as avaliações de volume de copa e área da secção transversal do tronco, por serem parâmetros usuais e importantes, no entanto para tal, foram medidas além da altura das plantas, também largura transversal e lateral de copa e a circunferência do tronco que são constituintes das fórmulas.

Na colheita foram avaliados além da produção, o número de frutos com epicarpo fechado e ainda foi calculada a produtividade. Também foram calculadas as eficiências produtivas com relação ao volume de copa e área da secção transversal do tronco.

Na pós-colheita as variáveis avaliadas foram: frutos por quilo, massa média de frutos, amêndoas e cascas; rendimento de amêndoas, comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas, espessura de casca, cor e luminosidade de amêndoas e porcentagem de amêndoas comestíveis.

Embora não presentes nesta dissertação devido à avaliação posterior, resultados de variáveis de colheita e pós-colheita do segundo ciclo serão inseridos nos artigos posteriormente.

4 Artigos desenvolvidos

4.1 Artigo 1. Poda de contenção e poda central em pomar de nogueira-pecã de alta densidade

Artigo a ser submetido à Revista “Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB”

Poda de contenção e poda central em pomar de noqueira-pecã de alta densidade

**Cristiano Geremias Hellwig¹, Antônio Davi Vaz Lima², Caroline Farias Barreto³,
Marcelo Barbosa Malgarim⁴, Carlos Roberto Martins⁵**

¹Engenheiro Agrônomo, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), 96060-000, Capão do Leão, Brasil, RS. E-mail: cristiano.hellwig@gmail.com . Autor correspondente.

²Engenheiro Agrônomo, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), 96060-000, Capão do Leão, Brasil, RS. E-mail: antoniodv.lima@gmail.com

³Engenheiro Agrônomo, Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), 96060-000, Capão do Leão, Brasil, RS. E-mail: carol_fariasb@hotmail.com

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor no Departamento de Fruticultura, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Capão do Leão, Brasil, RS. E-mail: malgarim@yahoo.com .

⁵Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Pesquisador da Embrapa clima Temperado, Pelotas, Brasil, RS. E-mail: carlos.r.martins@embrapa.br

Resumo – O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de dois métodos de poda e a ausência desta sobre a produção e qualidade de frutos em pomar de noqueira-pecã sob alta densidade de plantio, com 204 plantas por hectare. O experimento foi conduzido em um pomar comercial de noqueira-pecã em Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil, com a cultivar ‘Melhorada’. Os tratamentos foram: sem poda; poda de contenção e poda central. O estudo foi iniciado em julho de 2018. As variáveis avaliadas foram: crescimento terminal de ramos, brotações e frutos por metro linear de ramo, volume de copa das plantas, área da secção transversal do tronco, massa de poda, produção, produtividade, frutos com epicarpo fechado, eficiência produtiva, índice SPAD, número de ramos secos, massa de frutos, amêndoas e cascas, rendimento de amêndoas, frutos por quilo, comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas, espessura de casca, luminosidade, coloração e amêndoas comestíveis. A poda de contenção incrementa o crescimento terminal de ramos, enquanto a poda central reduz o número de ramos secos e aumenta a produção. Ambos os métodos de poda reduzem o número

de frutos com epicarpós fechados. Os métodos de poda não alteram a qualidade de frutos na maioria das variáveis avaliadas.

Termos de indexação: *Carya illinoensis*, sombreamento, espaçamento, produção, qualidade de frutos.

Hedge pruning and central pruning in pecan in a high density pecan orchard

Abstract – The objective of the study was to evaluate the influence of two pruning methods and loss of this production and fruit quality in pecan orchard under high plant density in pecan orchard under high plant density, with 204 trees per hectare. The experiment was conducted in a commercial pecan orchard in Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brazil, with an cultivar ‘Melhorada’. The treatments were: without pruning; hedge pruning and central pruning. The study started in July 2018. The variables evaluated were: terminal growth of branches, shoots and fruits per linear meter of branch, volume of plants, trunk cross-sectional area, pruning mass, production, yields, fruits with closed epicarp, productive performance, SPAD index, number of dry branches, mass of fruits, kernels and peels, kernel yield, fruits per kilo, length and diameter of fruits and kernels, shell thickness, luminosity, coloring and edible kernels. Hedge pruning increases terminal branch growth, while central pruning reduces number of dry branches and increases production. Both pruning methods reduce the number of fruits with closed epicarps. Pruning methods do not alter fruit quality in most of the variables evaluated.

Index terms: *Carya illinoensis*, shading, spacing, production, fruit quality.

Introdução

A noqueira-pecã (*Carya illinoensis* [Wangenh.] K. Koch) é uma espécie frutífera de clima temperado, pertencente à família Juglandaceae (LANGE, 2019). Seu centro de origem é nos Estados Unidos e México. Porém, a cultura se expandiu para diversos países como a China, África do Sul, Austrália, Uruguai, Argentina, Peru, Chile e Brasil (WELLS, 2017; MARTINS et al., 2018).

No Brasil a cultura vem crescendo fortemente na região Sul, motivada pelo aumento do consumo e pelo preço de mercado, tendo apresentado aumento de 29,1% da área colhida entre os anos de 2010 e 2016 (FRONZA e HAMANN, 2016; HAMANN, 2018).

Quando adulta, a nogueira-pecã atinge porte elevado, podendo alcançar 40 metros de altura e diâmetro de copa de 20 metros (FRONZA et al., 2018). Por isso a densidade de plantio a ser adotada é um fator importante no momento da implantação do pomar, dependendo de fatores como aspectos edafoclimáticos, cultivares e interesse do produtor (WELLS, 2017). Pomares mais adensados possibilitam maiores produtividades nos primeiros anos, porém em plantas com 10 anos ou mais é notada uma sobreposição de ramos causando sombreamento e consequentemente diminuição da produção (FRONZA et al., 2018).

A diminuição da produção da nogueira-pecã está relacionada ao fato de que os ramos basais, os quais ficam mais comprometidos com o sombreamento, também são os que apresentam a maior produção em pomares com incidência de radiação solar ideal, devido ao ângulo de inserção horizontalizado (ARREOLA-ÁVILA, 2012). 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 um ambiente favorável a incidência de pragas e doenças que podem comprometer ainda mais a produção (MADERO, 2017).

Pomares adultos necessitam altos níveis de luz para um ótimo crescimento, rendimento e qualidade da noz (ARREOLA-ÁVILA et al., 2010). Logo, a necessidade de fazer poda ou desbaste de plantas torna-se fundamental, minimizando assim o sombreamento de ramos inferiores (WOOD, 2009).

Dentre as podas que vem sendo estudadas com esse objetivo estão a poda central e a poda de contenção. A poda central consiste em retirar seletiva de um a três ramos inteiros que

são estratégicos para proporcionar maior entrada de luz no interior da copa (WORLEY, 1996; LOMBARDINI, 2006). Já a poda de contenção, também conhecida como poda hedge, se trata de uma poda mecanizada, realizada lateralmente nas plantas. Essa poda tem por objetivo conter o crescimento de ramos, possibilitando a entrada de luz entre plantas, podendo ser realizada juntamente com a diminuição da altura das plantas (LOMBARDINI, 2006; WOOD, 2009; WELLS, 2018).

Diante desta realidade e tendo em vista a escassez de estudos nas condições do sul do Brasil, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de dois métodos de poda, contenção e central, e a ausência desta, sobre variáveis produtivas, de desenvolvimento de plantas e de qualidade dos frutos em pomar de noqueira-pecã sob alta densidade de plantio.

Material e Métodos

Descrição do local dos experimentos

O experimento foi realizado em um pomar comercial de noqueira-pecã no município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul. O pomar está localizado nas coordenadas geográficas: latitude 27° 55' 15" S, longitude 54° 32' 37" O e altitude de 330 m (Figura 1). Segundo Escala climática de Köppen-Geiger (1928), o município possui classificação de clima Cfa, a temperatura média anual é 20,8 °C e a pluviosidade média anual é 1801 mm. O solo é classificado como Latossolo vermelho diférrico típico. O pomar foi implantado em 2009, sob espaçamento de 7m x 7m, com densidade total de 204 plantas. ha⁻¹. No período entre o plantio e 2018, não foram executados manejos de poda na área. Para o experimento foram utilizadas plantas da cultivar 'Melhorada'.



Figura 1. Mapa do pomar de nogueira-pecã com indicação da área experimental. Santa Rosa-RS.

Tratamentos e delineamento

O delineamento experimental utilizado foi de casualização por blocos, com três repetições e cinco plantas em cada. Sendo o experimento constituído pelos seguintes tratamentos: 1) sem poda; 2) poda de contenção e 3) poda central (Figura 2).

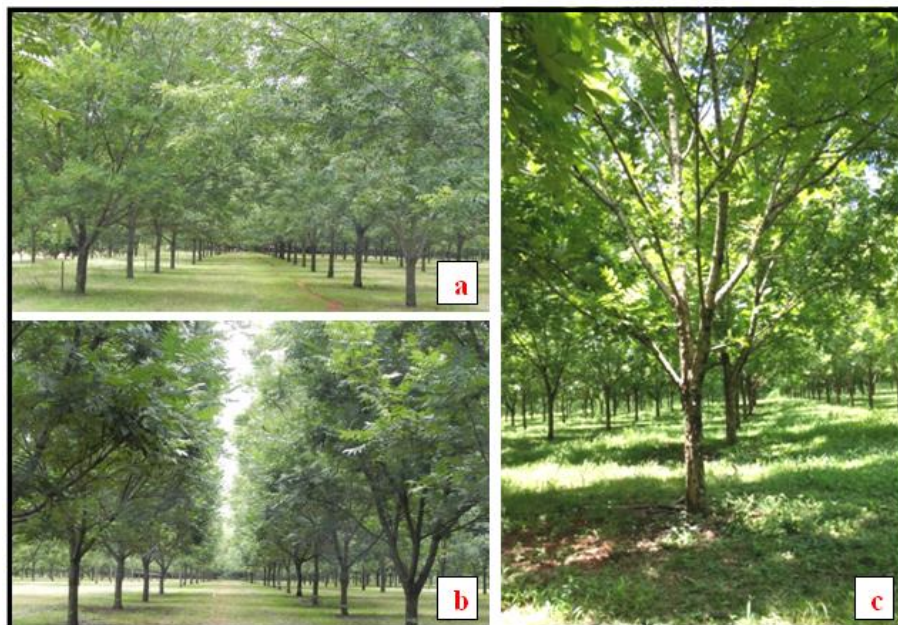


Figura 2. Plantas de nogueira-pecã no período vegetativo, após terem sido submetidas a dois métodos de poda e a ausência desta, durante o inverno: sem poda (a); poda de contenção (b) e poda central (c).

A poda de contenção (similar à hedge) e poda central foram realizadas em 08 de agosto de 2018. A poda de contenção foi realizada no primeiro ano em um dos lados da planta e no segundo ano (13 de agosto de 2019) no lado oposto, visando à entrada de luz solar na entrelinha das plantas.

A poda de contenção simula a poda mecânica, conhecida como poda ‘hedge’. Porém, no lugar de máquinas ou tratores com implementos com discos de corte, a poda deste experimento foi realizada com motopodadora para ramos de maior diâmetro e um podão com cabo extensor para poda de ramos de menor diâmetro. A poda consistiu em despontar os ramos que ultrapassavam 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 foi colocada a 2,5 m com relação ao tronco, facilitando assim a poda na distância correta (Figura 3).



Figura 3. Representação do cronograma da poda de contenção (a); taquara presa a base para delimitação da distância de 2,5 m (b); antes da poda (c) e após a poda de contenção (d).

Na poda central, de maneira a permitir maior entrada de luz no interior da copa, foram selecionados e retirados de um a três ramos. A poda foi realizada com auxílio de motopodadora. Após a realização das podas, foi aplicada tinta plástica nos locais de corte com a finalidade de evitar possível entrada de agentes patogênicos (Figura 4).



Figura 4. Execução da poda central com motopodadora (a); ramo podado (b) e; pintura do local de poda para evitar entrada de agentes patogênicos (c).

Variáveis mensuradas

Os ramos podados foram cortados em pedaços e pesados para avaliação da massa de poda. Na avaliação, na poda de contenção, foi utilizada a soma da massa dos dois anos.

A altura da planta, largura lateral e largura transversal da copa foram medidas com trena a laser e a circunferência do tronco a 40 cm da superfície foi medida com fita métrica. Com os valores foram calculados o volume de copa (VC) e a área da secção transversal do tronco (ASTT) de acordo com as seguintes equações:

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

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

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

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

O índice SPAD, que é uma avaliação correlacionada com a presença de clorofilas nas folhas, foi realizada em janeiro de 2019 e 2020. Para avaliação foram selecionadas três plantas por repetição, das quais 50 folíolos da parte basal da copa foram avaliados em cada planta. Selecionou-se aleatoriamente os folíolos centrais da folha em cinco posições da planta (quadrantes norte, sul, leste, oeste e centro). A avaliação foi realizada com clorofilômetro modelo SPAD-502, da marca Konica Minolta.

A presença de ramos secos ou mortos por planta foi avaliada em janeiro de 2019 e 2020 com a contagem de todos os ramos sem folhas ou com folhas secas no interior da copa e parte basal das plantas.

Para avaliação de ramos, em janeiro de 2019 e 2020 foram selecionados quatro ramos desenvolvidos da parte basal das plantas, medindo-os e contando brotações e frutos nos mesmos. A partir de então foi calculado o número brotações e frutos por metro linear entre os tratamentos. O crescimento anual de ramos terminais foi avaliado em agosto de 2019, medindo quatro ramos localizados na lateral das plantas. Na poda de contenção foram avaliados ramos surgidos a partir do local de poda.

A colheita foi realizada entre os dias 26 e 29 de maio de 2019, com trator equipado com ‘shaker’, que trata-se de um vibrador de tronco acoplado ao trator. Os frutos foram coletados manualmente do solo. Foi avaliada a produção, por meio da pesagem de frutos de cada planta em balança digital e os frutos com epicarpo fechado, conhecidos como “shucks”, foram quantificados. Também foi calculada a produtividade, eficiência produtiva com relação ao volume de copa (EPVC), e a eficiência produtiva com relação à área da secção transversal do tronco (EPASTT) de acordo com os seguintes cálculos:

$$\text{Produtividade (kg.ha}^{-1}\text{)} = \text{Produção(kg)} \times 204 \text{ plantas}$$

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

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

Para avaliações de qualidade dos frutos foram coletadas amostras de 1,4 kg com o objetivo de o após processo de secagem ser avaliada a necessidade de frutos por quilo. Na sequência, foram selecionados 25 frutos, que com auxílio de paquímetro digital, foram medidos comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas, bem como a espessura de casca. A massa média de frutos, amêndoas e cascas foram avaliadas com balança eletrônica. Para cálculo do rendimento de amêndoa utilizou-se a seguinte equação:

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

As amêndoas tiveram a sua coloração ($^{\circ}\text{Hue}$) e luminosidade (L^*) avaliadas. Para isso, utilizou-se colorímetro da marca Kronica Minolta CR 410. A coloração foi calculada de acordo com a seguinte equação:

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

Por fim, por meio de avaliação visual, amêndoas que apresentavam defeitos como, por exemplo, oxidação, manchas por ataque de insetos ou que estavam chochas foram excetuadas e foi calculada a porcentagem de amêndoas comestíveis.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

Devido à maneira distinta de execução das podas, a poda central na qual são retirados de um a três ramos inteiros obteve uma massa de poda significativamente superior que a poda de contenção (Figura 5). A poda de contenção, embora com a soma das podas alternadas realizadas em dois anos, por se caracterizar apenas pelo desponte de ramos laterais obteve média inferior. Obviamente que o tratamento sem poda foi representado com valor nulo. Houve uma redução da massa total da parte aérea da planta de 8,5 e 3,5% na poda central e poda de contenção, respectivamente. Essa porcentagem foi obtida por cálculo, na qual uma planta que foi desbastada teve a sua parte aérea pesada, permitindo por meio de regra de três, a verificação da porcentagem aproximada que os métodos de poda retiraram por planta.

Na variável crescimento de ramos, a poda de contenção foi superior ao tratamento sem poda e poda central (Tabela 1). A poda de desponte estimula a brotação de ramos novos, dependendo da intensidade dessa poda e, possivelmente da época, ramos podem ter crescimento mais ou menos vigoroso. Quanto ao número de brotações por metro linear somente em 2020 ocorreu diferença significativa, com o tratamento sem poda superior à poda de contenção e à poda central. O número de frutos por metro linear foi superior no tratamento sem poda em ambos os anos. No tratamento com poda de contenção a menor porcentagem de frutos explica-se à medida que entre os ramos avaliados estavam ramos podados, os quais não apresentam produção após o manejo. A poda central por ter apresentado ramos mais compridos, teve a relação de frutos por metro linear comprometida, pois os frutos estavam presentes apenas na extremidade dos ramos.

É importante ressaltar, que no ciclo 2019/2020 a diminuição no número de frutos por metro linear ocorreu em todos os tratamentos, caracterizando-o, embora de maneira estimada, como um ano de baixa produção, ou seja, indicando alternância de produção entre os ciclos. A alternância de produção em nogueira-pecã é considerado um grande problema técnico e

econômico para os produtores (WOOD et al., 2003). Fatores como o amadurecimento tardio em final de ciclo, próximo a queda das folhas, a alta demanda de energia devido a concentração de 70% de lipídios nas nozes aliados a um ano de alta produção (número de frutos por planta) contribuem para a produção deficiente no ano seguinte (CONNER e WORLEY, 2000).

As clorofilas são pigmentos verdes presentes nos cloroplastos e são especializadas na absorção de luz no processo de fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2017). O índice SPAD vem sendo bastante utilizado para verificação da quantidade de nitrogênio presente nos tecidos vegetais nas culturas agrícolas. Quanto à utilização para verificação do teor de clorofila, Klooster et al. (2012) e Leonardo et al. (2013) observaram correlação positiva com a concentração de clorofilas, indicando que suas leituras instantâneas de maneira não destrutiva de folhas.

O índice SPAD avaliado, conforme dados da Tabela 2, obteve valores superiores nas podas de contenção e central com relação às plantas não podadas em 2019, porém não houve diferenças entre os tratamentos em 2020. Resultados que não permitem uma conclusão, à medida que no primeiro ano, a superioridade pode estar associada à maior entrada de luz propiciada pelos métodos de poda, porém no segundo ano o mesmo não ocorreu.

Foi constatada a presença de ramos secos nas plantas do experimento, resultado que corrobora com Núñez et al. (2001) que relata que ramos podem secar e deixar de ser produtivos em pomares onde o manejo das plantas condicione uma redução da entrada de luz no dossel vegetativo. A poda central, embora não tenha eliminado o problema, reduziu significativamente a presença de ramos secos nos dois anos avaliados. (Figura 6). A poda central, por consistir na retirada de ramos inteiros, permite maior entrada de luz no interior da copa das plantas, justificando a menor presença de ramos secos neste tratamento nos dois períodos avaliados. É importante ressaltar que à medida que as plantas se desenvolvam,

obtendo um maior porte, o secamento dos ramos possa afetar seriamente a viabilidade da produção.

A poda de contenção, embora objetive a entrada de luz na entrelinha, não refletiu em diminuição de ramos secos. Como nessa poda se realiza o desponte, que estimula a emissão de brotações próximas ao local de poda, a luz no interior na copa pode ter sido comprometida. Os ramos secos são mais recorrentes no interior da copa e na parte basal das plantas, pois são os locais mais comprometidos pelo sombreamento. Os ramos basais são os que, em pomares sob condições ideais de radiação solar, apresentam a maior produção, isso decorrente do ângulo horizontalizado com que estão inseridos na planta, diferentemente de ramos situados no topo da planta que estão dispostos mais verticalmente (ARREOLA-ÁVILA, 2012; FRONZA e HAMANN, 2016).

Na avaliação de aspectos produtivos, a produção e produtividade foram superiores na poda central, apresentando valores 26,0% maiores que o tratamento sem poda (Tabela 3). Na poda central, produção e produtividade foram beneficiadas devido a maior entrada de luz no interior do dossel da planta, fato que permitiu a maior eficiência fotossintética, levando a uma maior síntese de carboidratos, consequentemente resultando em maiores rendimentos. A poda de contenção permitiu apenas entrada de luz entre plantas, porém não dentro da copa das plantas o que pode explicar porque a produção não foi diferente comparado às plantas não podadas (LOMBARDINI, 2006), alia-se a isso o fato de que as brotações novas não produziram frutos no primeiro ano após a poda, porém nos próximos anos é esperado que os mesmos frutifiquem aumentando a produção.

Lombardini (2006) e Wells (2018) não observaram diferenças na produção no primeiro ano entre plantas não podadas e as podadas lateralmente. No entanto, Wood (2009) avaliando épocas e métodos de poda de contenção, constatou produtividade inferior em todos os tratamentos com poda comparadas as plantas não podadas.

O número de epicarpos fechados, conhecidas como ‘shucks’, destacam-se as plantas não podadas, ou seja, apresentaram um maior número de epicarpos fechados por planta, indicando que possivelmente devido à menor presença de luz, provavelmente a menor soma térmica (graus-dia) nas plantas, possam ter interferido no desenvolvimento e amadurecimento completo do fruto, liberando a abertura do epicarpo com menor facilidade. Quando comparada com a produção por planta esses frutos representaram perdas de 4,4% no tratamento sem poda, 0,8% na poda de contenção e 0,7% na poda central.

O volume de copa das plantas foi superior na poda central ao tratamento sem poda, sendo na poda de contenção não diferente (Tabela 4). O resultado indica plantas mais volumosas na poda central tendo como hipótese maior crescimento lateral com a retirada de ramos ao centro. A variável área da secção transversal do tronco (ASTT) não apresentou diferença entre os tratamentos. Ao passo que a eficiência produtiva com relação às duas variáveis anteriores não demonstrou diferença entre os tratamentos. Estes resultados demonstram que a produção de nozes esteve diretamente relacionada ao volume de copa e que ambos os métodos de poda, ao menos no primeiro ano, não resultaram em plantas mais eficientes na produção de frutos. Portanto, pode-se inferir que a produção aumenta aliada ao desenvolvimento das plantas seja em relação ao volume de copa ou mesmo com relação à área da secção transversal do tronco das plantas.

Nas avaliações qualitativas dos frutos somente as variáveis comprimento de frutos, espessura de casca e luminosidade das amêndoas obtiveram diferenças entre os tratamentos. A massa de frutos, amêndoas e cascas, rendimento de amêndoa e frutos por quilo não obtiveram diferenças entre os tratamentos (Tabela 5). Os resultados indicam que no primeiro ano as podas não melhoram esses aspectos qualitativos, os quais corroboram com os obtidos por Wood (2009) e Wells (2018). Lombardini (2006) constatou em trabalho com três cultivares,

que o rendimento de amêndoa foi superior na poda de contenção com relação ao tratamento sem poda somente na cultivar ‘Desirable’, não diferindo nas cultivares ‘Cape Fear’ e ‘Kiowa’.

A massa média dos frutos obtida no experimento está aquém da descrita por Bilharva et al. (2018) e Hamann et al. (2018), os quais obtiveram os valores de 9,45 e 10,15 g respectivamente. Fato que pode estar associado a diferentes fatores, como a utilização de irrigação, nutrição das plantas e a própria carga de frutos das plantas. Da mesma maneira valores inferiores quanto à necessidade de frutos para um quilo são relatados pelos autores, 107,0 e 98,5 frutos.

O comprimento dos frutos foi superior na poda central com relação ao tratamento sem poda (Tabela 6). Os tratamentos com métodos de poda obtiveram casca mais fina ao tratamento sem poda. A casca tem valor comercial menos relevante e para indústria quanto mais fina mais fácil a etapa de descascamento. Também se espera um maior rendimento de amêndoa quanto mais fina a casca for. A maior luz solar propiciada pelos métodos de poda pode ter favorecido o desenvolvimento das amêndoas, com consequente redução da espessura das cascas. As cascas da noz-pecã têm menor valor, porém, segundo Reckziegel (2011), são utilizadas popularmente na forma de chá para tratar diversos problemas de saúde.

A luminosidade foi superior no tratamento sem poda comparado às podas de contenção e central (Figura 7). Indicando que as amêndoas se apresentaram mais claras nesse tratamento, porém os valores são próximos, não caracterizando amêndoas de menor qualidade. A coloração da amêndoa não apresentou diferença entre tratamentos, assim como a porcentagem de amêndoas comestíveis. A cor é um critério utilizado para verificação da qualidade das amêndoas na indústria. Segundo o United States Department of Agriculture- USDA (2018), as amêndoas são classificadas em claro dourado, âmbar claro, âmbar e âmbar escuro. Quando há presença superior a 25% de cor âmbar escuro nas amêndoas, as mesmas são consideradas defeituosas. Os resultados caracterizam, ao menos em estudos preliminares,

que a maioria das variáveis qualitativas avaliadas não obtiveram mudanças com a adoção dos métodos de poda utilizados.

Com os resultados obtidos, constata-se que a poda central, apesar da avaliação por apenas um ciclo e com indicativo de alternância de produção no segundo ano, mostra-se como opção mais imediata no aumento da produção de frutos das plantas, enquanto a poda de contenção por não apresentar produção em ramos novos foi prejudicada. A poda central tem como um dos motivos do aumento da produção a redução do número de ramos secos nas plantas. A qualidade de frutos e amêndoas não foi diferente na maior parte das variáveis avaliadas, porém uma avaliação durante mais ciclos representará a real resposta dos métodos de poda a esses aspectos.

Conclusões

1. A poda central reduz número de ramos secos e aumenta a produção de frutos em pomar de nogueira-pecã com problemas de sombreamento;
2. A poda central e poda de contenção não alteram a qualidade de frutos e amêndoas;

Referências

- 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. 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. p.18-26.
- 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.

CONNER, P.J.; WORLEY, R.E. Alternate bearing intensity of pecan cultivars. **HortScience**, v.35, n.6, p. 1067-1069, 2000.

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.

HAMANN, J.J.; BILHARVA, M.G.; BARROS, J. de; MARCO, R. de; MARTINS, C.R. Cultivares de Nogueira-pecã no Brasil. Pelotas-RS. 43p. Documento: 478. Dezembro, 2018.

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)**. (Dissertação), Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2018.

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**, Amsterdam, v.35, p.71-79, 2012.

LANGE Jr, H. **Desenvolvimento fenológico e poda de desbaste associado ao uso de biofertilizantes no crescimento de noqueira-pecã**. 2019. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

LEONARDO, F. de A.P.; PEREIRA, W.E.; SILVA, S. de M.; COSTA, J.P. da. Teor de clorofila e índice SPAD no abacaxizeiro cv. vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, p. 377-383, 2013.

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.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cm x 200cm.

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

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.

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.

RECKZIEGEL, P. **Efeitos benéficos do extrato das cascas de noz pecã (*Carya illinoensis*) sobre parâmetros bioquímicos e comportamentais de camundongos expostos ao fumo passivo**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

TAIZ, L. ; ZEIGER, E. Fotossíntese: Reações luminosas. In: **Fisiologia vegetal e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017; p.171-202.

United States Department of Agriculture. **United states standars for grades of shelled pecans**, p. 1-13, 2018.

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.

WOOD, B.W.; CONNER, P.J.; WORLEY, R.E. Relationshipo of alternate bearing intensity in pecan to fruit and canopy characteristics. **HortScience**. v.38, n. 1, p. 361-366, 2003.

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.

Tabela 1. Crescimento de ramo após um ciclo, número de brotações e número de frutos por metro linear em dois ciclos de nogueira-pecã da cultivar ‘Melhorada’ submetidos a diferentes métodos de poda.

Tratamento	Crescimento de ramo (cm)	Brotações.m ⁻¹		Frutos.metro ⁻¹	
		2019	2020	2019	2020
Sem poda	14,82 b	7,05 ns	8,25 a	3,58 a	1,32 a
Poda de contenção	41,04 a	6,41	6,59 b	2,25 b	0,16 b
Poda central	15,48 b	6,14	6,51 b	2,44 ab	0,22 b
P > F	0,0001	0,2221	0,0001	0,0371	0,0001

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

Tabela 2. Índice SPAD em nogueira-pecã da cultivar ‘Melhorada’ submetidos a diferentes métodos de poda.

Tratamento	Índice SPAD	
	2019	2020
Sem poda	39,12 b	39,54 ns
Poda de contenção	42,42 a	40,87
Poda central	42,10 a	39,71
P > F	0,0001	0,0978

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

Tabela 3. Produção, produtividade e número de frutos com epicarpo fechado por planta (FEFP) em nogueira-pecã da cultivar ‘Melhorada’ submetidos a diferentes métodos de poda.

Tratamento	Produção	Produtividade	FEFP
	(kg.planta ⁻¹)	(kg.ha ⁻¹)	
Sem poda	6,55 b	1337,96 b	33,93 a
Poda de contenção	7,84 ab	1599,77 ab	8,33 b
Poda central	8,85 a	1805,53 a	6,60 b
P > F	0,0405	0,0405	0,0001

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

Tabela 4. Volume de copa (VC), eficiência produtiva com relação ao volume de copa (EPVC), área da secção transversal do tronco (ASTT) e eficiência produtiva com relação à área transversal do tronco (EPASTT) em nogueira-pecã da cultivar ‘Melhorada’ submetidos a diferentes métodos de poda.

Tratamento	VC (m ³)	EPVC (kg.m ³)	ASTT (cm ²)	EPASTT (kg.cm ²)
Sem poda	127,31 b	0,054 ns	215,79 ns	0,031 ns
Poda de contenção	124,07 ab	0,066	224,19	0,036
Poda central	166,69 a	0,052	259,7	0,033
P > F	0,0112	0,0525	0,1186	0,2236

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

Tabela 5. Massa de frutos, amêndoas e cascas, rendimento de amêndoa e frutos por quilograma em nogueira-pecã da cultivar ‘Melhorada’ submetidos a diferentes métodos de poda.

Tratamento	Massa de fruto (g)	Massa de amêndoa (g)	Massa de casca (g)	Rendimento de amêndoa (%)	Frutos. kg ⁻¹
Sem poda	8,96 ns	4,76 ns	4,19 ns	53,63 ns	113,55 ns
Poda de contenção	8,70	4,61	4,08	53,69	118,44
Poda central	9,10	4,80	4,24	53,04	114,00
P > F	0,2467	0,4802	0,2945	0,6088	0,2505

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

Tabela 6. Comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas e espessura de casca de frutos de nogueira-pecã da cultivar ‘Melhorada’ submetidos a diferentes métodos de poda.

Tratamento	Comprimento do fruto (mm)	Diâmetro do fruto (mm)	Comprimento de amêndoa (mm)	Diâmetro de amêndoa (mm)	Espessura de casca (mm)
Sem poda	48,21 b	23,43 ns	37,73 ns	18,25 ns	1,07 a
Poda de contenção	48,92 ab	23,43	37,90	18,46	0,87 b
Poda central	49,70 a	24,01	38,91	18,52	0,90 b
P > F	0,0121	0,0615	0,0597	0,4553	0,0025

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

Tabela 7. Luminosidade (L*) e Coloração (°Hue) e amêndoas comestíveis de frutos de noqueira-pecã da cultivar ‘Melhorada’ submetidos a diferentes métodos de poda.

Tratamento	Luminosidade (L*)	Coloração (°Hue)	Amêndoas comestíveis (%)
Sem poda	43,09 a	66,57 ns	89,44 ns
Poda de contenção	41,26 b	66,14	91,11
Poda central	41,47 b	66,20	91,11
P > F	0,0112	0,5373	0,8161

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

ns = não significativo.

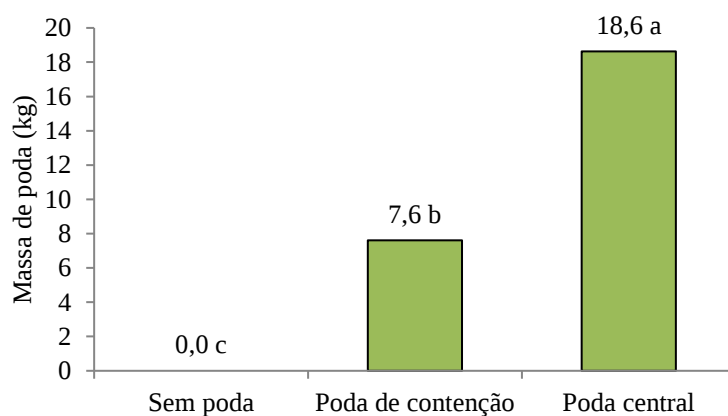


Figura 5. Massa de poda em noqueira-pecã submetidas dois métodos de poda.

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

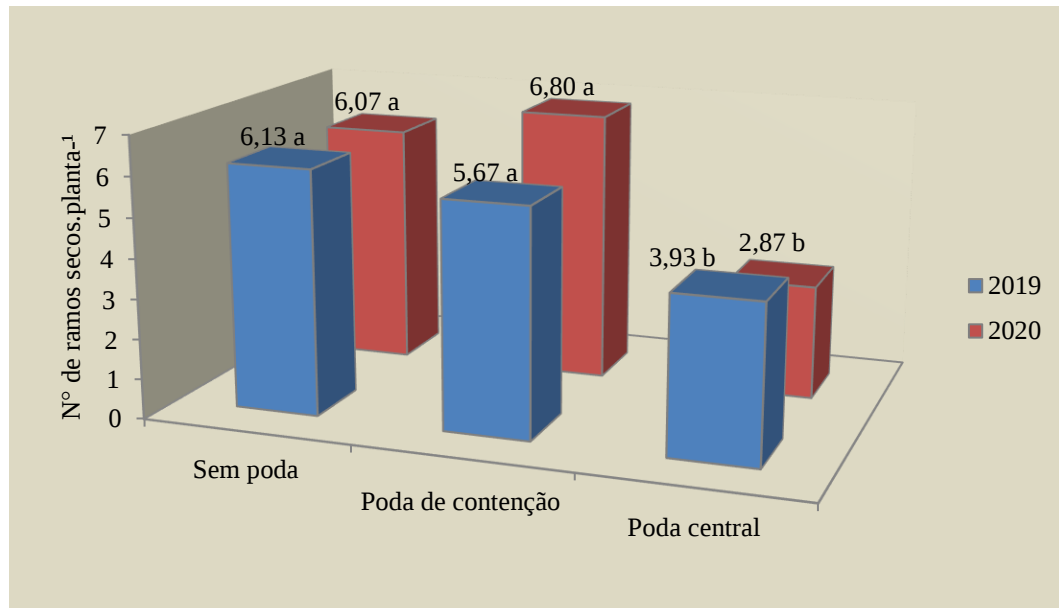


Figura 6. Número de ramos secos por planta em dois ciclos de nogueira-pecã da cultivar ‘Melhorada’ submetidas a dois métodos de poda. *Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

2.2 Artigo 2. Produção e desenvolvimento de noqueira-pecã com desbaste de plantas em pomar de alta densidade de plantio

Artigo a ser submetido à “Revista Brasileira de Fruticultura – RBF”

Produção e desenvolvimento de noqueira-pecã com desbaste de plantas em pomar de alta densidade de plantio

Cristiano Geremias Hellwig¹, Antônio Davi Vaz Lima²; Caroline Farias Barreto³,

Carlos Reisser Júnior⁴, Marcelo Barbosa Malgarim⁵, Carlos Roberto Martins⁶

¹Engenheiro Agrônomo, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Capão do Leão, Brasil, RS. E-mail: cristiano.hellwig@gmail.com . Autor correspondente.

²Engenheiro Agrônomo, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Capão do Leão, Brasil, RS. E-mail: antoniodv.lima@gmail.com

³Engenheiro Agrônomo, Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, Brasil, RS. E-mail: carol_fariasb@hotmail.com

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Pesquisador na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: carlos.reisser@embrapa.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor no Departamento de Fruticultura, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Capão do Leão, Brasil, RS. E-mail: malgarim@yahoo.com .

⁶Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Pesquisador da Embrapa clima Temperado, Pelotas, Brasil, RS. E-mail: carlos.r.martins@embrapa.br .

Resumo: O objetivo do estudo foi verificar a influência do desbaste de plantas em aspectos produtivos e qualitativos de pós-colheita em pomar de noqueira-pecã sob sistema de plantio adensado. O experimento foi realizado em um pomar comercial de noqueira-pecã em Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, esquema fatorial 2 x 2 (2 cultivares e 2 métodos de desbaste). As cultivares avaliadas foram a ‘Barton’ e ‘Melhorada’, sem desbaste (espaçamento 7m x 7m) e com desbaste (14m x 10m). O estudo foi iniciado em julho de 2018, sendo avaliadas a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), índice SPAD, presença de ramos secos, vigor dos ramos e plantas, produção das plantas, rendimento de frutos e qualidade de amêndoas. O desbaste de plantas aumentou a RFA, o crescimento de ramos, reduziu o número de ramos secos, aumentou a produção na cultivar ‘Melhorada’, diminui necessidade de frutos por quilo, aumentando massa e comprimento dos mesmos. O desbaste de plantas apresenta como principal vantagem, no ciclo após a execução, melhoria da qualidade dos frutos.

Palavras-chave: *Carya illinoensis*; Espaçamento; Radiação fotossinteticamente ativa; Qualidade de frutos.

Production and development of pecan with thinning plants in a high density orchard

Abstract: The objective of the study was to verify the influence of plant thinning on productive and qualitative aspects of post-harvest of pecan fruits conducted under a densely planted system. The experiment was conducted in a commercial pecan orchard in Santa Rosa, Rio Grande do Sul, Brazil. The experiment was conducted using a randomized complete blocks design, with 2 x 2 factorial scheme (2 cultivars and 2 thinning methods). The cultivars evaluated were 'Barton' and 'Melhorada', without thinning (spacing 7m x 7m) and with thinning (14m x 10m). The study started in July 2018, being assessed by photosynthetically active radiation, SPAD index, presence of dry branches, vigor of branches and plants, plant production, fruit production and fruit quality kernels. Plant thinning increased the photosynthetically active radiation, the growth of branches, reduced the number of dry branches, increased the production of the cultivar 'Melhorada', reducing the number of fruits per kilogram, due an increment on fruit weigh and length. The thinning of plants has as main advantage, without cycle after execution, improvement of the quality of the fruits.

Keywords: *Carya illinoensis*; Spacing; Photosynthetically active radiation; Quality of fruits.

Introdução

A noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] é uma planta pertencente à família Juglandaceae, nativa do Sul dos Estados Unidos e México (POLETTTO et al., 2019). Nestas regiões as plantas nativas possuem características de sistema radicular profundo, porte elevado, ramos compridos, podendo chegar a 40-60 metros de altura com um volume de copa de até 20 metros de diâmetro, sendo árvores exigentes em espaço e luz para seu desenvolvimento e produção de frutos. Por tais motivos, a densidade de plantio a ser adotada é um fator importante no momento da implantação do pomar, sendo que esta dependerá de fatores como região, solo, cultivares e interesse do produtor (WELLS, 2017).

O plantio de pomares em alta densidade vem sendo uma constante na fruticultura brasileira e mundial. A alta densidade de plantas para determinadas situações vem promovendo grandes transformações no sistema produtivo. Como são os casos da macieira (PETRI et. al., 2011), do pessegueiro (MAYER et. al., 2016; SOUZA et al., 2019) e dos citros (AZEVEDO et al., 2015), nas quais o aumento da densidade está associado ao aumento da produtividade. Porém o sucesso depende da utilização de técnicas de manejo para controlar o porte das plantas, como a utilização de porta-enxertos ananizantes ou ainda utilização de fitorreguladores para conter o vigor das plantas.

No Sul do Brasil, parcela considerável de 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 pode ser interessante, pois possibilita melhor aproveitamento da área, obtendo 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 consequentemente uma diminuição da produção (FRONZA et al., 2018).

Nos EUA, os espaçamentos utilizados pelos produtores apresentam grande variação, de 6m x 6m a 30m x 30m WELLS (2017). Tanto na Argentina quanto no México o espaçamento mais adotado no plantio é 10m x 10m, porém no México, quando as plantas ficam sombreadas é realizado o desbaste, passando para um espaçamento de 10m x 20m (NÚÑEZ, 2001; MADERO, 2017). No Uruguai os espaçamentos adotados variam de 7m x 7m a 12m x 12m (FASIOLO e ZOPPOLO, 2014). Na China plantios de alta densidade são típicos devido ao limitado espaço, sendo adotados os espaçamentos 4m x 6m ou 6m x 8m, para evitar a aglomeração de ramos, podas de ramos superiores e laterais são realizadas anualmente (ZHANG et al., 2015).

Segundo Arreola-Ávila et al. (2010) pomares adultos necessitam altos níveis de luz para um ótimo crescimento, rendimento e qualidade de noz. Além disso, os ramos podem morrer e deixar de serem produtivos quando o pomar é muito fechado e a penetração de luz no interior da copa é baixa, além da superfície da copa ser reduzida

em volume e os frutos se desenvolverem mais alto no dossel (NÚÑEZ et al., 2001; LOMBARDINI, 2006).

Outros problemas ocasionados pela sobreposição de ramos dizem respeito à falta de aeração no pomar, a qual propicia a incidência de pragas e doenças que podem comprometer a produção (MADERO, 2017). Logo a necessidade de fazer a poda ou desbaste de plantas em pomares adensados torna-se fundamental, minimizando assim o sombreamento de ramos inferiores (WOOD, 2009).

O desbaste ou remoção de plantas adultas é uma tomada de decisão difícil para o produtor, pelo alto investimento em recursos de cultivo durante os anos precedentes (LOMBARDINI, 2006). Deve ser realizado como última medida, pois a produtividade diminui nos anos subsequentes (ARREOLA-ÁVILA et al., 2002). Porém mesmo com os esforços com a utilização de podas, com o decorrer dos anos, a retirada de plantas é inevitável em sistemas de alta densidade.

O custo de implantação também deve ser considerado, ao passo que, com preço médio de R\$ 45,00, a muda é um dos principais investimentos no momento da implantação do pomar. E a densidade escolhida determinará o quão elevado será o investimento com esse item essencial.

As cultivares ‘Barton’ e ‘Melhorada’ são as mais cultivadas no Brasil, estando presentes em 29% e 19% dos pomares respectivamente (DE MARCO et al., 2019). ‘Barton’ é originária do cruzamento entre as cultivares ‘Moore’ e ‘Success’, realizado por John Barton em 1937 no Texas, Estados Unidos. A cultivar ‘Melhorada’ embora registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC), ainda tem questionada a condição de cultivar, sua origem está associada à seleção massal realizada em pomar brasileiro, também é conhecida como Pitol 1, devido ao viveiro que multiplica e comercializa mudas desta cultivar (HAMANN et al., 2018).

Diante desta realidade, como alternativas de manejo em pomares adensados de noqueira-pecã, propôs-se com este trabalho avaliar o desbaste de plantas, na produção e na qualidade da noz-pecã.

Material e métodos

O estudo foi realizado no município de Santa Rosa, noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil. O pomar de nogueira-pecã de caráter comercial está localizado nas coordenadas geográficas: latitude 27° 55' 15" S, longitude 54° 32' 37" O e altitude de 330m. O município tem classificação de clima Cfa, segundo escala climática de Köppen-Geiger (1928) e temperatura e pluviosidade médias anuais de 20,2 °C e 1801 mm, respectivamente. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho diférrico típico. O pomar foi implantado em 2009, sob espaçamento de 7m x 7m, com densidade total de 204 plantas. ha⁻¹. Para o estudo foram utilizadas plantas das cultivares 'Barton' e 'Melhorada'.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, esquema fatorial 2 x 2 (2 cultivares e 2 métodos de desbaste), com três repetições, cada repetição composta por cinco unidades amostrais, onde cada planta corresponde uma unidade amostral.

O desbaste de plantas foi realizado em 08 de agosto de 2018, adotando o procedimento de corte com motosserra de plantas alternadamente, de modo a converter do desenho de plantio quadrático com espaçamento 7 m x 7 m (204 plantas por hectare) para um desenho de plantio triangular de 14m x 10m (71 plantas por hectare) (Figura 1).

A porcentagem de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi avaliada através da seleção de uma planta representativa por tratamento, sendo avaliada em dias diferentes para os tratamentos.

Para execução foi utilizado um Datalogger CR 1000 da marca Campbell Scientific no qual estavam conectadas cinco barras e sensor quântico pontual. Cada barra continha 5 sensores de captação. As mesmas que foram instaladas sob piquetes debaixo da copa das plantas, foram colocadas a diferentes distâncias com relação ao tronco, sendo distribuídas nos diferentes quadrantes e a quinta próxima ao tronco da planta. Também foi instalado um sensor quântico pontual em local sem interceptação da radiação com objetivo de servir de testemunha. As avaliações foram realizadas em dias sem nebulosidade.

O datalogger foi programado para salvar informações a cada 30 minutos. Após realizada a avaliação fez-se o cálculo da porcentagem de RFA entre os diferentes tratamentos, tomando-se os dados do período entre 11:00 as 13:00 horas que é o período de maior incidência solar.

Por meio da medição da altura das plantas, largura lateral e largura transversal da copa das plantas, realizada com trena a laser, e a circunferência do tronco a 40 centímetros da superfície do solo, medida com fita métrica, calculou-se o volume de copa (VC) e a área da secção transversal do tronco (ASTT), de acordo com as seguintes equações:

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

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

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

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

Para avaliação de ramos, foram selecionados quatro ramos desenvolvidos da parte basal das plantas, os quais, com auxílio de trena, foram medidos e as brotações e frutos por metro linear calculados. O crescimento terminal dos ramos foi medido em agosto de 2019, ao se completar um ano após o desbaste de plantas.

O índice SPAD - Soil Plant Analysis Development, que é uma maneira indireta da verificação do teor de clorofila, foi avaliado em janeiro de 2019 e 2020, por meio de 50 folíolos da parte basal da copa das plantas. Foram selecionados aleatoriamente os folíolos centrais das folhas em cinco posições da planta (norte, sul, leste, oeste e centro). A avaliação foi realizada com clorofilômetro modelo SPAD-502, marca Konica Minolta.

A presença de ramos secos foi avaliada por meio da quantificação de ramos sem folhas ou com folhas secas presentes na parte basal e interior da copa das plantas.

A colheita foi realizada de maneira mecanizada com vibrador de tronco, mais conhecido como “shaker”, nos dias 25 e 26 de abril de 2019 na cultivar ‘Barton’ e entre os dias 26 e 29 de maio de 2019 na cultivar ‘Melhorada’. A coleta dos frutos se

deu manualmente diretamente do solo. Foi avaliada a produção, sendo os frutos de cada planta pesados em balança digital. Os frutos com epicarpo fechado foram quantificados. Também foi calculada a produtividade, a eficiência produtiva com relação ao volume de copa (EPVC), e eficiência produtiva com relação à área da secção transversal do tronco (EPASTT) de acordo com os seguintes cálculos:

$$\text{Produtividade}(\text{kg.ha}^{-1}) = \text{Produção}(\text{kg}) \times \text{Número de plantas}$$

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

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

Nas avaliações pós-colheita foram coletadas amostras de 1,4 kg, nas quais após processo de secagem foi avaliada a necessidade de frutos para compor um quilo. Após seleção aleatória de 25 frutos por repetição, estes foram avaliados, com auxílio de paquímetro digital, comprimento e diâmetro de frutos e amêndoas e; espessura de casca. A massa média de frutos, amêndoas e cascas foram avaliadas com balança eletrônica. Também foi calculado o rendimento de amêndoa com a seguinte equação:

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

As amêndoas tiveram ainda a coloração ($^{\circ}\text{Hue}$) e luminosidade (L^*) avaliadas. Para isso, utilizou-se colorímetro da marca Konica Minolta CR 410. A coloração foi calculada de acordo com a seguinte equação:

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

A porcentagem de amêndoas comestíveis também foi avaliada, sendo descontadas as amêndoas com os seguintes defeitos chochas (amêndoas de cor amarronzada e sem peso), oxidadas e manchadas por ataque de insetos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dentro dos anos comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, quando houve interação entre fatores sendo utilizados estes dados e quando não houve sendo utilizada a média entre tratamentos e entre cultivares separadamente utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

A porcentagem de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), que foi avaliada no horário entre as 11:00 e as 13:00 horas, obteve incremento com o desbaste de plantas nas cultivares ‘Barton’ e ‘Melhorada’ (Figura 2). A cultivar ‘Barton’ obteve incidência de RFA superior no tratamento com desbaste de plantas, atingido 40,2%, enquanto a cultivar ‘Melhorada’ apresentou como máxima RFA 16,8%. O fato de ter ocorrido diferença entre cultivares pode estar relacionado à morfologia das plantas, já que as plantas de ‘Melhorada’ a copa demonstra-se visualmente mais fechada, os ramos são de maior diâmetro, de ângulos mais abertos, menos flexíveis e os folíolos mais compactos com relação a cultivar ‘Barton’. A cultivar ‘Barton’, por sua vez, apresenta uma copa menor, com ramos mais finos e verticalmente dispostos que permitem maior entrada de luz nas plantas. Entre tratamentos com e sem desbaste de plantas, ocorreu aumento médio desta variável de 24,7% na cultivar ‘Barton’ e 4,3% na cultivar ‘Melhorada’ com o desbaste de plantas. Resultados de Santiago et al. (2006) e Arreola-Ávila et al. (2010) corroboram aos encontrados neste experimento, com aumento da RFA com o desbaste de plantas. A radiação fotossinteticamente ativa é a fração do espectro da radiação solar global que se situa entre os comprimentos de onda de 0,4 a 0,7 μm , e é utilizada na fotossíntese (FINCH et al., 2004). A noqueira-pecã, em pomares adensados e sem poda intercepta até 95% da luz solar total (LOMBARDINI, 2006). As folhas atingem a sua taxa fotossintética máxima a uma intensidade de RFA de 1500 $\mu\text{mol. m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (aproximadamente 75% da luz total), porém folhas expostas a 10% da luz total resultam em valores de CO_2 próximos a zero (ARREOLA-ÁVILA et al., 2010). As duas cultivares no tratamento sem desbaste de plantas apresentaram 10% da RFA total, ou seja, ocorreu interceptação de 90%,

caracterizando déficit de luz no pomar. A deficiência luminosa acarreta em problemas quanto à transferência de fotoassimilados para produção de carboidratos que são importantes na produção de frutos. De acordo com Bergamaschi e Begonci (2017) em baixos níveis de radiação solar, a fotossíntese se reduz e pode-se igualar as perdas por respiração. Nessa condição, típica de ambientes sombreados, a folha se encontra em ponto de compensação, o que significa que os ganhos de fotossíntese se equivalem às perdas por respiração. Abaixo do ponto de compensação, a fotossíntese líquida é negativa, pois as perdas por respiração são maiores que os ganhos pela fotossíntese devido à limitação por radiação incidente. Se esses baixos níveis persistirem, as folhas se tornam “parasitárias” do restante da planta, pois passam a consumir reservas devido ao metabolismo negativo ou entram em senescência e caem. O que leva ao secamento dos ramos.

Na área do pomar em que houve o desbaste de plantas, ocorreu maior crescimento dos ramos independente da cultivar, alcançando a superioridade de 15,2% com relação às plantas que não sofreram desbaste. (Figura 3). Arreola-Ávila et al.(2010) também observaram incremento no comprimento dos ramos nos diferentes tratamentos nos quais diferentes intensidades de desbaste foram executadas. A maior luminosidade da área do pomar com desbaste, com a avaliação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) demonstrou-se com desbaste de plantas (Figura 2), possivelmente por favorecer a fotossíntese, a menor competição por nutrientes e por espaço podem contribuir para o maior crescimento destes ramos. Ainda nesse sentido, Fronza et al. (2014) relata que quando não ocorre anualmente um crescimento mínimo de 15 a 20 cm, fato ocorrido no tratamento sem desbaste de plantas, demonstra-se deficiência de nitrogênio nas plantas, o que evidencia ainda, a maior competição por nutrientes em alta densidade de plantio. Pereira e Pasa (2016) associam essa competição de nutrientes aliada à competição por água, que ocorre sob alta densidade, a redução da massa de fruto na cultura da macieira.

Outra observação constatada diz respeito ao número de brotações por metro linear, onde o tratamento com desbaste de plantas apresentou 13,3% mais brotações por metro linear de ramo (Tabela 4). Por sua vez o número de frutos por metro linear apresentou interação entre os fatores cultivar e desbaste (Tabela 1). A cultivar ‘Barton’

sem desbaste de plantas apresentou 24,8% mais frutos que no tratamento com desbaste de plantas, enquanto que a cultivar ‘Melhorada’ não diferiu no número de frutos por metro linear entre os tratamentos com e sem desbaste de plantas.

O índice SPAD foi inferior 6,4% no tratamento com a cultivar ‘Melhorada’ sem desbaste, não ocorrendo diferença na cultivar ‘Barton’ (Tabela 1). O índice SPAD correlaciona-se positivamente com a concentração de clorofilas, suas leituras instantâneas de maneira não destrutiva de folhas apresentam-se como alternativa de indicação do teor de clorofila presente na folha da planta (KLOOSTER et al., 2012; LEONARDO et al., 2013).

O número de ramos secos presentes no interior da copa e na parte basal das plantas foram significativamente menores nas plantas onde ocorreu o desbaste de plantas, em ambos os anos. Em 2019 a redução foi de 46,0% e em 2020 de foi de 63,9% (Figura 4). Resultados corroboram com Núñez et al. (2001), os quais relatam que 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. Entre as cultivares avaliadas, a ‘Barton’ obteve menor número de ramos secos em relação à ‘Melhorada’. O resultado está associado mais uma vez ao fato de se tratar de uma cultivar com dossel menos denso, que permite maior entrada de luz e aeração. O secamento de ramos é um problema no pomar, pois tem como consequência final a diminuição da produção das plantas.

Quanto aos aspectos produtivos, os quais foram avaliados somente na safra 2018/2019, ocorreu interação nas variáveis produção por planta e produtividade (Tabela 2). A produção por planta da cultivar ‘Melhorada’ foi 37,1% menor nas plantas sem a parcela de desbaste. No entanto, na cultivar ‘Barton’ a produção não diferiu entre os tratamentos. Arreola-Ávila et al. (2010), em experimento com intensidades de desbaste observaram que a cultivar ‘Western’ obteve produção superior com o desbaste de plantas em relação ao tratamento sem poda.

A diferença de resposta entre as cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ pode ser explicada pela morfologia das plantas, à medida que a cultivar ‘Barton’ apresenta ramos mais flexíveis, que permitem maior abertura da copa das plantas, em consequência maior aeração tornando-se o microclima menos favorável incidência de

doenças. Enquanto a cultivar ‘Melhorada’ apresenta plantas de dossel mais fechado devido ao ramos mais rígidos e folhagem mais compacta.

A aeração do pomar apresenta grande importância, pois em plantas em competição com ramos sobrepostos a circulação de ar é dificultada o que gera um ambiente propício para a incidência de pragas e doenças, tornando-se um fator prejudicial ao pomar (MADERO et al., 2017). Esses patógenos foliares reduzem a área fotossinteticamente ativa das plantas, reduzindo fotoassimilados e consequentemente diminuindo a produção, o que pode ter ocorrido na cultivar ‘Melhorada’.

A produtividade no primeiro ano avaliado foi reduzida significativamente no tratamento com desbaste para as duas cultivares. Na cultivar ‘Melhorada’ houve redução de 44,7%, enquanto que na ‘Barton’ a redução foi de 68,9%. A redução da produtividade nos primeiros anos após a retirada de plantas era esperada, já que há redução significativa no número de plantas no pomar. Segundo Arreola-Ávila et al. (2010) a eliminação gradual das plantas ao longo dos anos poderia amortizar a diminuição abrupta da produtividade. Porém decorrente do nível de sombreamento que o pomar se encontrava, optou-se pela retirada alternada de plantas, que representou redução de 65,2% das plantas.

O número de frutos com epicarpós fechados por planta (FEFP), ou seja, frutos com o ‘shuck’ aderido ainda na colheita foi diferente somente entre as cultivares, com a cultivar ‘Barton’ apresentando valores 78,8% maiores (Tabela 4). Esses frutos que são imaturos, portanto, não sendo aproveitados, representam perdas de colheita. Na cultivar ‘Barton’ esses frutos representaram 10,6% do total, enquanto que na cultivar ‘Melhorada’ 3,1% do total colhido. O fator responsável pelo atraso ou não abertura dos epicarpo não tem uma explicação definida, porém o estado nutricional das plantas, as condições climáticas ou até mesmo características da cultivar podem estar associados.

Para a área da secção transversal do tronco não foram observadas diferenças entre os tratamentos com e sem desbaste (Tabela 4). Para o volume de copa por sua vez, houve interação entre os fatores, porém apenas a cultivar ‘Melhorada’ com desbaste apresentando valor superior (Tabela 3).

A eficiência produtiva com relação à área da secção transversal do tronco na cultivar ‘Melhorada’ foi superior com desbaste, já para ‘Barton’ essa variável foi superior no tratamento sem desbaste (Tabela 3). Na eficiência produtiva em relação ao volume de copa não ocorreram diferenças entre os tratamentos, demonstrando que o aumento da produção no tratamento ‘Melhorada’ com desbaste está relacionado ao maior porte nas plantas (Tabela 4). Além disso, mostra também que as plantas conseguiram se desenvolver mais sem a competição imposta pela maior densidade. Na cultivar ‘Barton’ não foram observadas diferenças significativas, o que pode estar associado à característica morfológica das plantas.

Nas avaliações qualitativas dos frutos houve interação nas variáveis número de frutos por quilo e espessura de casca. A necessidade de nozes para um quilo foi superior para ambas as cultivares no tratamento sem desbaste de plantas (Tabela 5). Este resultado indica que independentemente da cultivar, ocorreu aumento no tamanho de frutos nas plantas sob menor densidade. Bilharva et al. (2018) e Hamann et al. (2018) relatam necessidade de 132,97 e 142,80 frutos respectivamente na cultivar ‘Barton’, enquanto que na cultivar ‘Melhorada’ os autores relatam 107,05 e 98,52 frutos, respectivamente. No experimento, na cultivar ‘Barton’ com e sem desbaste foram necessários 127,3 e 152,5 frutos respectivamente, enquanto que na cultivar ‘Melhorada’ 103,0 e 113,5 frutos, respectivamente.

Dentre os fatores envolvidos para o maior tamanho dos frutos com o desbaste de plantas está a menor competição por água, luz e nutrientes, enquanto que sem o desbaste de plantas, com alta densidade a competição por esses elementos é considerada fator crítico (MADERO, 2017). A espessura de casca com o desbaste de plantas foi superior na cultivar ‘Barton’ e inferior na cultivar ‘Melhorada’. A cultivar ‘Barton’ apresentou produção similar independentemente do desbaste de plantas. Sob essa perspectiva, os frutos sob maior RFA no tratamento ‘Barton’ com desbaste, como observado na Figura 1, obtiveram a casca mais espessa com relação ao tratamento sem desbaste. Na cultivar ‘Melhorada’ houve produção reduzida no tratamento sem desbaste de plantas, o que resultou em menor competição entre frutos na planta, com obtenção de espessura de casca maior nos frutos.

As massas de frutos, amêndoas e cascas foram superiores com o desbaste de plantas. Sendo esse aumento de aproximadamente 11,0% para todas as variáveis (Tabela 6). Porém o rendimento de amêndoa não diferiu com ou sem desbaste de plantas e nem entre cultivares. A Arreola-Ávila et al. (2010) também não observou diferença nesta variável em seu experimento com intensidades de desbaste de plantas. Os frutos oriundos de plantas desbastadas também foram superiores com relação ao comprimento e diâmetro e as amêndoas com relação ao diâmetro (Tabela 7).

Com relação às amêndoas comestíveis, não houveram diferenças tanto entre cultivares quanto com e sem o desbaste de plantas, assim como nas variáveis relacionadas à coloração (Tabela 8). Entre cultivares, as variáveis luminosidade e coloração (°hue) foram respectivamente 4,8 e 5,8% maiores na cultivar ‘Barton’ com relação a cultivar ‘Melhorada’. Os resultados eram esperados entre cultivares, pois a ‘Melhorada’ apresenta como característica a presença de amêndoas mais escuras e avermelhadas em relação à ‘Barton’.

O desbaste de plantas, dentre as variáveis avaliadas, proporcionou melhora considerável na qualidade dos frutos, aumentando o tamanho e massa média dos mesmos. A avaliação por mais ciclos será importante obtenção de dados mais concretos. A produtividade já era esperada que apresentasse redução no ano subsequente ao desbaste, porém tendo em vista outros trabalhos, com o passar dos anos a tendência é melhorar. A escolha correta da densidade de plantio mostra-se fundamental, para que o produtor planeje um pomar sustentável e produtivo por muitos anos.

Conclusão

O desbaste de plantas, em pomares de nogueira-pecã sob alta densidade de plantio, é uma alternativa para aumentar a luminosidade no pomar, permitindo melhor desenvolvimento das plantas, reduzindo a presença de ramos secos e aumentando a massa e tamanho de frutos. O desbaste de plantas aumenta produção de frutos na cultivar ‘Melhorada’, porém não na cultivar ‘Barton’.

Referências

- 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: **Tecnología de produccion de nogal pecanero**. 3 ed. Inifap, 2002.
- AZEVEDO, F.A.; PACHECO, C.A.; SCHINOR, E.H.; CARVALHO, S.A.; CONCEIÇÃO, P.M. Produtividade de laranjeira Folha Murcha enxertada em limoeiro Cravo sob adensamento de plantio. **Bragantia**, Campinas v. 74, n.2, p. 184-188, 2015.
- BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J.I. As Plantas e o Clima: Princípios e aplicações. Guaíba: Agrolivros, 2017. 352 p.
- 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**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 1–16, 2018.
- DE MARCO, R.; MARTINS, C.R.; HERTER, F.G.; HELLWIG, C.G.; SILVA, G.F. Panorama da pecanicultura no Brasil. In: II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DA NOZ - PECÃ, n.2, 2019, Cachoeira do Sul. Anais do II simpósio sul-americano da noz-pecã. Embrapa, 2019.
- FASIOLO, A.; ZOPPOLO, R. Alternativa para la producción frutícola: nuez pecán. **Revista INIA**, Uruguay, n. 38, p. 37-42, 2014.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e**

Agroecologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FINCH, D. A.; BAILEY, W. G.; McARTHUR, L. J. B.; NASITWITWI, M.
Photosynthetically active radiation regimes in a southern African savanna
environment. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 122, n. 3-4, p. 229–238,
2004.

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.; POLETTO, T.; HAMANN, J.J. **O cultivo da nogueira-pecã**. UFSM,
núcleo de fruticultura irrigada. 301p., 2014.

HAMANN, J.J.; BILHARVA, M.G.; BARROS, J. de; MARCO, R. de; MARTINS,
C.R. **Cultivares de Nogueira-pecã no Brasil**. Pelotas-RS. 43p. Documento: 478,
2018.

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.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.
Wall-map 150cm x 200cm.

LEONARDO, F. de A.P.; PEREIRA, W.E.; SILVA, S. de M.; da COSTA, J.P. Teor
de clorofila e índice SPAD no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação
nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35,n.2, p.377-383, 2013.

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.

MAYER, N.A.; NEVES, C.T.; ROCHA, C.T.; SILVA, V.A.L. Adensamento de plantio em pessegueiros ‘Chimarrita’. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.15, p. 50-59, 2016.

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.

PEREIRA, A.J.; PASA, M.S. Desempenho produtivo de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ submetidas a diferentes densidades de plantio e porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.51, n.4, p. 348-356, 2016.

PETRI, J.L.; LEITE, GB.; COUTO, M.; FRANCESCOTTO, P. Avanços da cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p. 48-56, 2011, Número especial.

POLETTTO, T.; POLETTTO, I.; SILVA, L.M.M; MUNIZ, M.F.B.; REINEGER, L.R.S.; RICHARDS, N.; STEFENON, V.M. Morphological, chemical and genetic analysis of southern Brazilian pecan (*Carya ilinoensis*) accessions. **Scientia Horticulturae**, v.261, p. 1-7, 2019.

SANTIAGO, J.A.H.; ARREOLA -AVILLA, J.G.; TREJO CALZADA, R.; FLORES HERNANDEZ, A. Distribución de luz em nogal pecanero (*Carya ilinoensis*) después del aclareo de huertas com problemas de sombreo. **Revista Chapingo Serie Zonas Áridas**, v. 5, n.2, p.185-190, 2006.

SOUZA, A.L.K.; SOUZA, E.L; CAMARGO, S.S.; FELDBERG, N.P.; PASA, M.S.; BENDER, A. The effect of planting density on ‘BRS Rubimel’ peach trained as a “Y-saped” system. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n.2, p. 1-7, 2019.

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.

ZHANG, R.; PENG, F.; LI, Y. Pecan production in China. **Scientia Horticulturae**. v. 197, p. 719-727, 2015.



Figura 1. Representação gráfica da disposição de plantas no pomar de noqueira-pecã antes (a) e após (b) o desbaste de plantas; desbaste sendo realizado com motosserra (c); pomar após o desbaste de plantas (d).

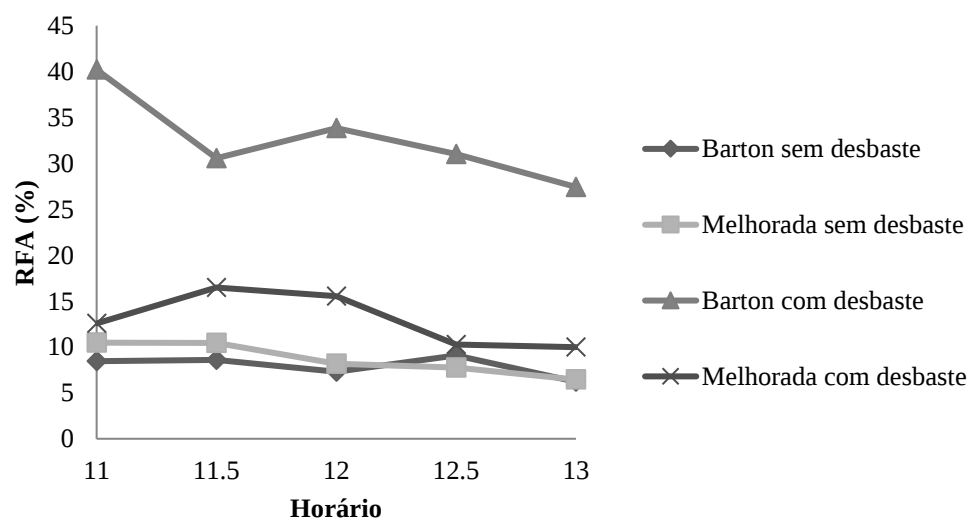


Figura 2. Porcentagem de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em noqueira-pecã com e sem desbaste nas cultivares 'Barton' e 'Melhorada' no período das 10:00 às 13:00 horas.

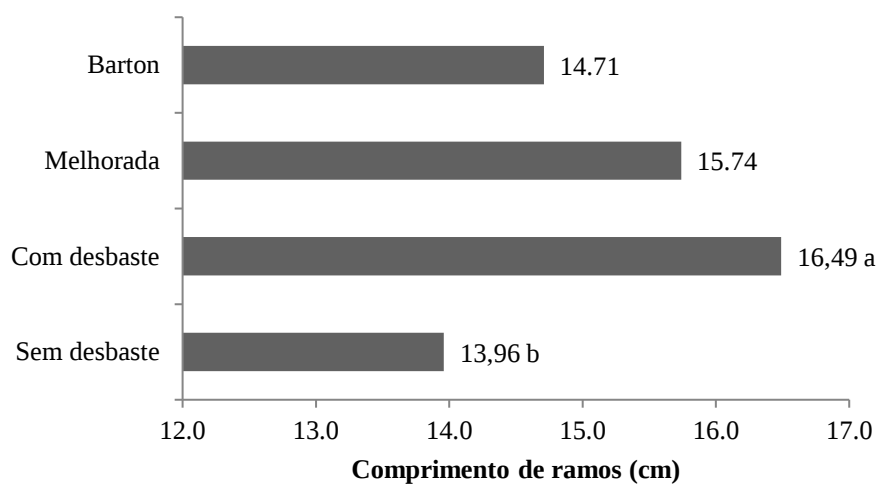


Figura 3. Crescimento de ramos após um ano nas cultivares de noqueira-pecã ‘Melhorada’ e ‘Barton’ com e sem desbaste de plantas.

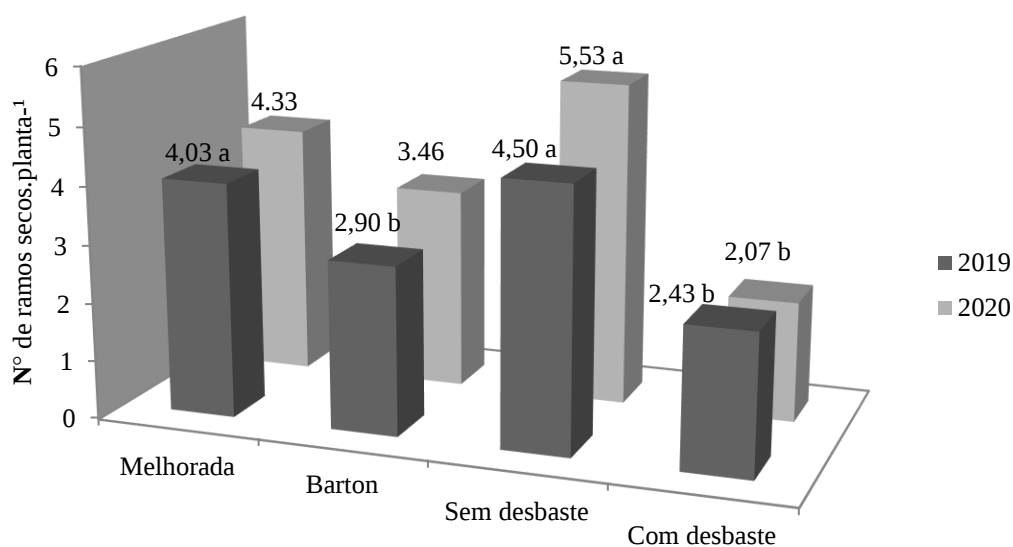


Figura 4. Número de ramos secos em plantas de noqueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ com desbaste e sem desbaste de plantas nos anos de 2019 e 2020.

Médias seguidas por letras distintas nos anos diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Desdobramento da interação entre os fatores cultivar e desbaste para as variáveis número de frutos por metro linear de ramo e índice SPAD em nogueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ com e sem desbaste de plantas.

Cultivar	Desbaste			
	Frutos.m ⁻¹		Índice SPAD	
	Sem desbaste	Com desbaste	Sem desbaste	Com desbaste
Melhorada	3,58 bA	4,02 bA	39,1 bB	41,8 aA
Barton	8,71 aA	6,55 aB	42,8 aA	42,9 aA
P > F	0,0284		0,0098	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre os fatores cultivar e desbaste para as variáveis produção e produtividade em nogueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ com e sem desbaste de plantas no ciclo 2018/2019.

Cultivar	Desbaste			
	Produção (kg. planta ⁻¹)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	Sem desbaste	Com desbaste	Sem desbaste	Com desbaste
Melhorada	6,55 bB	10,42 aA	1337,96 bA	740,10 aB
Barton	10,92 aA	9,75 aA	2229,44 aA	692,29 aB
P > F	0,0019		0,0001	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre os fatores cultivar e desbaste para as variáveis volume de copa e eficiência produtiva com relação à área da secção transversal do tronco (EPASTT) nas cultivares de nogueira-pecã ‘Melhorada’ e ‘Barton’ com e sem desbaste de plantas no ciclo 2018/2019.

Cultivar	Desbaste			
	Volume de copa (m ³)		EPASTT (kg.cm ²)	
	Sem desbaste	Com desbaste	Sem desbaste	Com desbaste
Melhorada	127,31 aB	183,36 aA	0,031 bB	0,039 aA
Barton	148,96 aA	142,49 bA	0,037 aA	0,031 bB
P > F	0,0039		0,0001	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 4. Brotações por metro linear, frutos com epicarpo fechado por planta (FEFP), área da secção transversal do tronco (ASTT) e eficiência produtiva com relação ao volume de copa (EPVC) nas cultivares de noqueira-pecã ‘Melhorada’ e ‘Barton’ com e sem desbaste de plantas no ciclo 2018/2019.

Cultivar	Brotações.m⁻¹	FEFP	ASTT (cm²)	EPVC (kg.m³)
Melhorada	7,44	29,27 b	240,88 b	0,056 b
Barton	7,15	165,80 a	301,75 a	0,071 a
P > F (cultivar)	0,4492	0,0001	0,002	0,0042
Sem desbaste	6,78 b	99,63	254,38	0,063
Com desbaste	7,81 a	95,43	288,25	0,065
P > F (desbaste)	0,0088	0,7781	0,7566	0,7672
P > F (cultivar x desbaste)	0,4844	0,7305	0,2882	0,4056

As médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 5. Necessidade de frutos para um quilo e espessura de casca de frutos de noqueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ em tratamentos submetidos ou não ao desbaste de plantas da safra 2018/2019.

Desbaste				
Cultivar	Frutos. kg⁻¹		Espessura da casca (mm)	
	Sem desbaste	Com desbaste	Sem desbaste	Com desbaste
Melhorada	113,5 bA	103,0 bB	1,07 aA	0,94 aB
Barton	152,5 aA	127,3 aB	0,95 bB	1,06 aA
p > F	0,0019		0,0018	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 6. Massa de frutos, amêndoas e cascas e rendimento de amêndoas de noqueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ em tratamentos submetidos ou não ao desbaste de plantas da safra 2018/2019.

Cultivar	Massa de fruto (g)	Massa de amêndoa (g)	Massa de casca (g)	Rendimento de amêndoa (%)
Melhorada	9,35 a	4,96 a	4,38 a	53,44
Barton	7,40 b	3,92 b	3,48 b	53,70
P > F (cultivar)	0,0001	0,0001	0,0001	0,563
Sem desbaste	7,89 b	4,18 b	3,71 b	53,31
Com desbaste	8,86 a	4,70 a	4,16 a	53,82
P > F (desbaste)	0,0001	0,0001	0,0001	0,2585
P > F (cultivar x desbaste)	0,2813	0,3131	0,3282	0,9438

As médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 7. Comprimento e diâmetro de frutos, comprimento e diâmetro de amêndoas de frutos de nogueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ em tratamentos submetidos ou não ao desbaste de plantas da safra 2018/2019.

Cultivar	Comprimento de frutos (mm)	Diâmetro de frutos (mm)	Comprimento de amêndoas (mm)	Diâmetro de amêndoas (mm)
Melhorada	48,90 a	23,88 a	38,09 a	18,68 a
Barton	41,23 b	22,35 b	32,09 b	16,96 b
P > F (cultivar)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Sem desbaste	44,65 b	22,70 b	34,96	17,51 b
Com desbaste	45,48 a	23,52 a	35,33	18,13 a
P > F (desbaste)	0,0095	0,0001	0,296	0,0046
P > F (cultivar x desbaste)	0,0736	0,7939	0,0755	0,2363

As médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 8. Luminosidade e ângulo hue de amêndoas e amêndoas comestíveis de frutos de nogueira-pecã das cultivares ‘Melhorada’ e ‘Barton’ em tratamentos submetidos ou não ao desbaste de plantas na safra 2018/2019.

Cultivar	Luminosidade (L*)	Coloração (°Hue)	Amêndoas comestíveis (%)
Melhorada	43,24 b	66,59 b	90,44
Barton	45,41 a	70,70 a	86,61
P > F (cultivar)	0,0001	0,0001	0,135
Sem desbaste	44,30	68,62	86,22
Com desbaste	44,35	68,67	90,83
P > F (desbaste)	0,8876	0,846	0,0744
P > F (cultivar x desbaste)	0,539	0,9374	0,3041

As médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

5 Considerações finais

Os experimentos reforçam a importância de uma correta escolha da densidade de plantio para a sustentabilidade do pomar. Devendo ser consideradas as condições edafoclimáticas de cada região e também a necessidade mais intensa de manejo que se terá em pomares adensados. Com os resultados parciais, a poda central desponta como a técnica de resultado mais imediato, à medida que proporcionou redução de ramos secos em dois ciclos avaliados e ainda aumento de produtividade no primeiro ciclo após a execução da poda. A poda de contenção não alterou a produtividade com relação ao tratamento sem poda. Mas cabe ressaltar que há perspectiva de melhora com o passar dos anos, a medida que os ramos laterais comecem a frutificar.

O desbaste de plantas de fato mostrou-se um manejo mais drástico, acarretando em redução da produtividade, devido à eliminação de plantas que, embora não apresentassem a produção requerida, ainda assim, somavam na produtividade do pomar. No entanto, tendo em vista trabalhos anteriores realizados, conforme ocorrer o desenvolvimento das plantas remanescentes, a tendência é o aumento gradual da produção, ocasionando em aumento da produtividade. Em contrapartida, no tratamento sem desbaste, os problemas com sombreamento e ramos secos tendem a intensificar, prejudicando a produção e produtividade. O desbaste de plantas resultou ainda em frutos de maior qualidade, com tamanho e peso superiores. O que sob a ótica do mercado consumidor são características cada vez mais requeridas.

A alta densidade de plantas, quando adotada, deve estar associada com a poda anual das plantas objetivando conter o vigor e delimitar a expansão dos ramos. O que no pomar experimental não foi realizado, levando aos problemas de sombreamento relatados. Para produtores que não tem a intenção de manejar anualmente o pomar, por meio da poda ou não tem equipamentos para execução, a alta densidade de plantas não é a melhor escolha.

Em pomares que apresentam os mesmos problemas com o adensamento, a avaliação por um período maior se faz necessária, porém segundo os resultados obtidos a poda central pode ser indicada como uma técnica imediata, porém com o

passar dos anos, o desbaste de plantas se fará necessário. O momento de realização vai depender do desenvolvimento das plantas e de quanto o pomar está comprometido com o sombreamento. Também se deve atentar ao fato de que com a manutenção das plantas, mais investimentos anuais com manejo de fertilidade se fará em plantas que futuramente deixarão de existir no pomar.

A avaliação durante um período maior para verificar se a produtividade com desbaste de plantas será superior e se a eficiência da poda central será mantida na redução de ramos secos, além de estudos com a severidade de doenças e parte produtiva serão importantes para indicação aos produtores da melhor medida a se tomar com relação a um pomar de nogueira-pecã sob as condições deste experimento. Assim como, comparação dos resultados dos dois métodos de poda com os tratamentos de poda realizados na pós-colheita. Com os dados, espera-se responder além do método, a melhor época de execução da poda para produtores e técnicos, definindo-se assim, o sistema de manejo adequado para o cultivo de noz-pecã nas condições do sul do Brasil.

Referências

ANDERSON, P.C. Lack of sunlight can limit pecan productivity in the Southeastern. U. S. **The Pecan Grower**. Georgia Pecan Growers Association Inc. v. 6, n.2, p.20-21, 1994.

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 selectiva y aclareo de árboles**. In: Tecnología de producción de nogal pecanero. 3 ed. Inifap, 2002.

AZEVEDO, F.A.; PACHECO, C.A.; SCHINOR, E.H.; CARVALHO, S.A.; CONCEIÇÃO, P.M. Produtividade de laranjeira Folha Murcha enxertada em limoeiro Cravo sob adensamento de plantio. **Bragantia**, v. 74, n.2, p. 184-188, 2015.

BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J.I. As Plantas e o Clima: Princípios e aplicações. Guaíba: Agrolivros, 2017. 352 p.

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 janeiro 2020.

CONNER, P.J.; WORLEY, R.E. Alternate bearing intensity of pecan cultivars. **HortScience**, v.35, n.6, p. 1067-1069, 2000.

DE MARCO, R.; MARTINS, C.R.; HERTER, F.G.; HELLWIG, C.G.; SILVA, G.F. Panorama da pecanicultura no Brasil. In: II SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DA NOZ - PECÃ, n.2, 2019, Cachoeira do Sul. **Anais do II simpósio sul-americano da noz-pecã**. Embrapa, 2019.

FASIOLO, A.; ZOPPOLO, R. Alternativa para la producción frutícola: nuez pecán. **Revista INIA**, Uruguay, n. 38, p. 37-42, 2014.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agroecologia** (UFLA), v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes: Experimental Designs pacakge**. R package version 1.1.2. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=ExpDes>>. 2013.

FINCH, D. A.; BAILEY, W. G.; McARTHUR, L. J. B.; NASITWITWI, M. Photosynthetically active radiation regimes in a southern African savanna environment. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 122, n. 3-4, p. 229–238, 2004.

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 nogueira-pecã**. UFSM, Núcleo de fruticultura irrigada. 2016. 424p.

FRONZA, D.; POLETTO, T.; HAMANN, J.J. **O cultivo da nogueira-pecã**. UFSM, núcleo de fruticultura irrigada. 301p. 2014.

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

HAMANN, J.J.; BILHARVA, M.G.; BARROS, J. de; MARCO, R. de; MARTINS, C.R. Cultivares de Nogueira-pecã no Brasil. Pelotas-RS. 43p. **Documento: 478**. Dezembro, 2018.

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: 23 jan. 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.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cm x 200cm.

LANGE Jr, H. **Desenvolvimento fenológico e poda de desbaste associado ao uso de biofertilizantes no crescimento de noqueira-pecã**. 2019. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

LEONARDO, F. de A.P.; PEREIRA, W.E.; SILVA, S. de M.; da COSTA, J.P. Teor de clorofila e índice SPAD no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35,n.2, p.377-383, 2013.

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.

MARTINS C. R.; FRONZA D.; MALGARIM M. B.; BILHARVA M. G.; DE MARCO R.; HAMANN, J. J. Cultura da noz-pecã para um agricultura familiar. In: WOLFF, L. F. ; MEDEIROS, C. A. B. (Ed.). **Alternativas para a diversificação da agricultura familiar de base ecológica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017;145f. (Embrapa Clima Temperado, Documentos, 443). pp.65-81.

MARTINS C. R.; FRONZA D.; MALGARIM M. B.; BILHARVA M. G.; DE MARCO R.; HAMANN, J. J. Cultura da noz-pecã para um agricultura familiar. In: WOLFF, L. F. ; MEDEIROS, C. A. B. (Ed.). **Alternativas para a diversificação da agricultura familiar de base ecológica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017;145f. (Embrapa Clima Temperado, Documentos, 443). pp.65-81.

MAYER, N.A.; NEVES, C.T.; ROCHA, C.T.; SILVA, V.A.L. Adensamento de plantio em pessegueiros ‘Chimarrita’. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.15, p. 50-59, 2016.

MCEACHERN, G.R.; ZAJICEK, J. M. Pecan orchard design: tree spacing pruning and thinning. **Pecan South**. v. 24, n.5, p.5-9, 1990.

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

NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; KERSTEN, E. Poda. In: FACHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2008. p. 93-103.

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.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C., 2007. **Meteorologia Agrícola**. Piracicaba/SP, Edição Revista e Ampliada, ESALQ/USP, 202 p., 2007.

PEREIRA, A.J.; PASA, M.S. Desempenho produtivo de macieiras 'Royal Gala' e 'Fuji' submetidas a diferentes densidades de plantio e porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.51, n.4, p. 348-356, 2016.

PETRI, J.L.; LEITE, GB.; COUTO, M.; FRANCESCOTTO, P. Avanços da cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p. 48-56, 2011.

POLETTO, T.; POLETTO, I.; SILVA, L.M.M; MUNIZ, M.F.B.; REINEGER, L.R.S.; RICHARDS, N.; STEFENON, V.M. Morphological, chemical and genetic analysis of southern Brazilian pecan (*Carya ilinoensis*) accessions. **Scientia Horticulturae**, v.261, p. 1-7, 2019.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. 2017.

RECKZIEGEL, P. **Efeitos benéficos do extrato das cascas de noz pecã (*Carya illinoensis*) sobre parâmetros bioquímicos e comportamentais de camundongos expostos ao fumo passivo**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

SANTIAGO, J.A.H.; ARREOLA -AVILLA, J.G.; TREJO CALZADA, R.; FLORES HERNANDEZ, A. Distribución de luz em nogal pecanero (*Carya ilinoensis*) después del aclareo de huertas com problemas de sombreo. **Revista Chapingo Serie Zonas Áridas**, v. 5, n.2, p.185-190, 2006.

SOUZA, A.L.K.; SOUZA, E.L; CAMARGO, S.S.; FELDBERG, N.P.; PASA, M.S.; BENDER, A. The effect of planting density on 'BRS Rubimel' peach trained as a "Y-saped" system. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n.2, p. 1-7, 2019.

SPARKS, D. Geographical Origin o f Pecan Cultivars Influences Time Required for Fruit Development and Nut Size. **Journal of America Social Hortscience**, v. 116 n. 4 p. 627-631, 1991.

TAIZ, L .; ZEIGER, E. Fotossíntese:Reações luminosas. In: **Fisiologia vegetal e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017; p.171-202.

United States Department of Agriculture. **United states standars for grades of shelled pecans**, p. 1-13, 2018.

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.; CONNER, P.J.; WORLEY, R.E. Relationshipo of alternate bearing intensity in pecan to fruit and canopy characteristics. **HortScience**. v.38, n. 1, p. 361-266, 2003.

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, treeremoval, and paclobutrazol growth retardant for crowding pecan trees. **Scientia Horticulturae**, v. 67, n. 1-2, p. 79-85, 1996.

ZHANG, R.; PENG, F.; LI, Y. Pecan production in China. **Scientia Horticulturae**. v. 197, p. 719-727, 2015.

Apêndice



Figura 2 – Massa de ramos podados de nogueira-pecã em Santa Rosa-RS. HELLWIG, C.G., agosto de 2018.

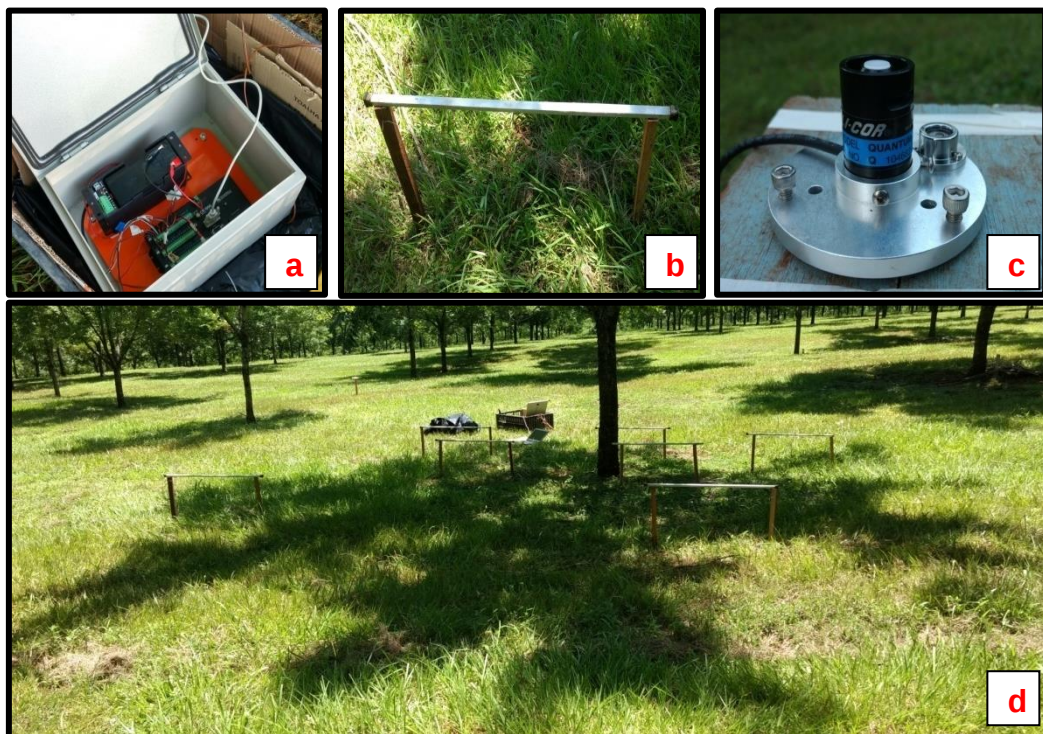


Figura 3 – Caixa contendo datalogger e bateria (a); Barra de captação de RFA instalada sob dois piquetes nivelados (b); Sensor quântico pontual (c); Barras instaladas debaixo da copa da planta para avaliação da RFA (d). Santa Rosa-RS. HELLWIG, C.G, 2019.



Figura 4 – Ramo basal de nogueira-pecã seco devido ao sombreamento. Santa Rosa-RS. HELLWIG, C.G., 2019.



Figura 5 – Avaliação de clorofila com equipamento SPAD. Santa Rosa-RS. HELLWIG, C.G., 2019.

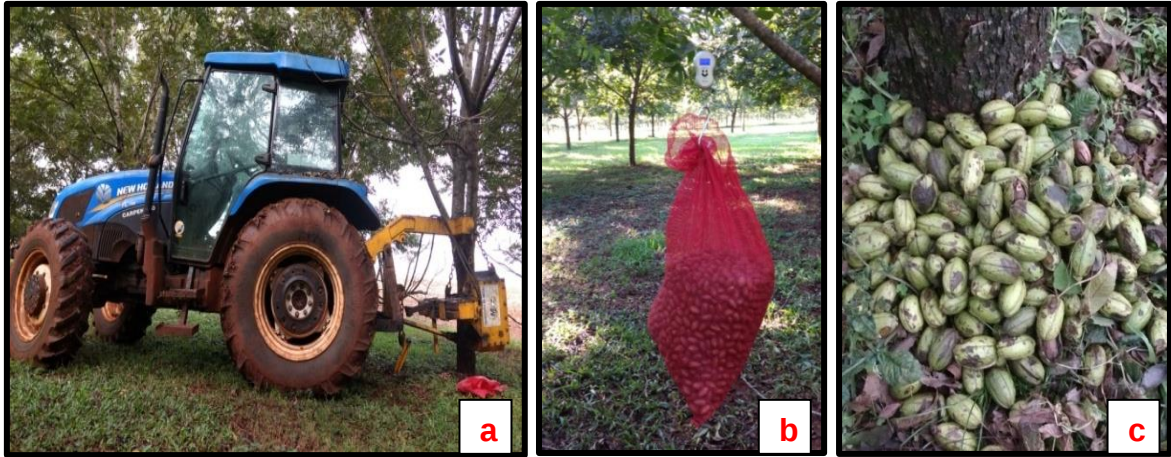


Figura 6 – Colheita mecanizada com vibrador de tronco (a); Bolsa com produção de uma planta (b); Frutos com epicarpo fechado. Santa Rosa-RS. HELLWIG, C.G., 2019.



Figura 7 – Amêndoas de noz-pecã da cultivar 'Barton' submetidos a análise de qualidade. Santa Rosa-RS. HELLWIG, C.G., 2019.