

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



TESE

SISTEMAS DE CULTIVO DA NOGUEIRA-PECÃ

MAURÍCIO GONÇALVES BILHARVA

Pelotas, 2019

MAURÍCIO GONÇALVES BILHARVA

SISTEMAS DE CULTIVO DA NOGUEIRA-PECÃ

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências com ênfase em Fruticultura de Clima Temperado.

Orientador: Marcelo Barbosa Malgarim

Co-Orientador: Carlos Roberto Martins

Pelotas, 2019.

Dedico esta Tese ao meu pai Claudio,
minha mãe Rosa, minha esposa e filha,
meus irmãos pelo companheirismo.

AGRADECIMENTO

Agradecer a Deus pela oportunidade de aprender e adquirir conhecimento.

Aos meus pais por incentivar a busca do conhecimento e suporte para almejar título tão importante e enobrecedor.

A minha esposa pelo companheirismo.

A minha filha que nasceu durante o percurso do doutorado e que me fez incrementar motivação para produção da tese.

Aos colegas de mestrado e doutorado que compartilharam conhecimento durante esta jornada. Em específico, ao Davi, Guilherme, Priscila, Rafaela e Rudinei. Grupo de estudo e trabalho que formamos para abranger o conhecimento na fruticultura e em específico na cultura da noqueira-pecã.

Aos professores do programa de pós-graduação em agronomia pelas indagações, contribuições e auxílio para a construção da tese.

Ao orientador pelo suporte na construção do conhecimento e também na formulação dos trabalhos que propiciaram a elaboração da tese.

Ao co-orientador Carlos Roberto Martins pelo cabedal de conhecimento e informações sobre a cultura da noqueira-pecã, pela parceria.

Aos co-orientadores Joel e Gilberto por compartilhar idéias e informações importantes na formação da tese.

A Embrapa pela estrutura ofertada para a elaboração dos experimentos. Aos funcionários da Embrapa unidade Cascata, pela hospitalidade, parceria e amizade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade em me qualificar e obter um título de relevância e importância.

RESUMO

Bilharva, Mauricio Gonçalves. **Sistemas de cultivo da noqueira-pecã**. 2019. 145f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, RS.

O cultivo da noqueira-pecã apresenta necessidade de estudos que contemplam desde uma revisão bibliográfica até a inserção da noqueira-pecã em sistemas. Desta forma o objetivo é avaliar o manejo de poda realizado no cultivo da noqueira-pecã em pomar subutilizado. Juntamente avaliar a fenologia (principalmente a floração masculina e feminina), além disso, a integração da noqueira-pecã ao sistema agroflorestral. O primeiro trabalho foi a revisão bibliográfica referente a noqueira-pecã no Brasil, foram analisados dissertações, teses, artigos científicos e documentos técnicos. O propósito é valorar os trabalhos já desenvolvidos e reuni-los de forma dar base a potencializar estudos. O segundo experimento compreendeu o manejo de poda em pomar subutilizado, o objetivo foi avaliar intensidades de poda como método de renovar o pomar de noqueira-pecã com perspectiva de melhora na produção e qualidade. O experimento foi realizado em propriedade particular, no município do Capão do Leão, RS, Brasil, com noqueira-pecã que apresentavam-se com 40 anos e com ausência de manejo sobre elas. O período de ocorrência do experimento foi de 2015 a 2017 (duas safras – 2015/16 e 2016/17). O experimento consistiu em aplicação de intensidades de poda: sem poda; poda leve ($60 \text{ kg} \pm 10 \text{ kg}$) e poda severa ($180 \text{ kg} \pm 20 \text{ kg}$), delineado em blocos ao acaso e posteriormente arranjado em esquema fatorial (intensidade de poda e safra). As variáveis avaliadas foram: brotação, folhas por ramo, frutos por ramo, produção por planta, número de frutos, peso médio de fruto (PMF), diâmetro e comprimento de fruto, peso de amêndoa e casca, rendimento de amêndoa e queda de frutos. Houve diferença entre os fatores para: produção por planta e número de frutos. O resultado contundente foi na poda severa que resultou em acréscimos quadruplicados na produção entre as safras. O terceiro experimento teve como objetivo avaliar os parâmetros fenológicos de cultivares da noqueira-pecã em Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul. O experimento foi delineado em blocos ao acaso, sendo os tratamentos as cultivares, totalizadas em 15 (Apache; Barton; Caddo; Cape Fear; Choctaw; Cowley; Desirable; Gratex; Mahan; Mohawk; Shawnee; Sioux; Stuart; Tejas e Wichita), com seis blocos. Foi avaliada fenologia de 1991 a 1999, em específico os estádios fenológico: brotação, liberação do pólen e receptividade do estigma, sendo estes dois últimos estádios ainda foram caracterizados o período em dias, ademais foi contabilizado o número de dias da brotação até a receptividade do

estigma e também da brotação até a liberação do pólen. Nas variáveis: número de dias de liberação do pólen; receptividade do estigma; brotação-receptividade do estigma; e; brotação-liberação do pólen foram realizados Anova e em caso de significância foi aplicado teste de Tukey a 5%. Quanto a brotação as cultivares ficaram divididas em precoce-intermediárias; intermediárias; intermediárias-tardias; e tardia. A Desirable apresentou maior número de dias de receptividade do estigma e a Wichita com maior número de dias de liberação de pólen. Já para o período da brotação-receptividade do estigma e brotação-liberação do pólen não houve diferença estatística. Quanto a coincidência (liberação de pólen e receptividade do estigma), cinco cultivares não apresentaram dicogamia. Desirable apresenta dicogamia protândrica, as demais foram protogínicas, no entanto, diferem quanto à dicogamia completa e incompleta. O quarto experimento, teve por objetivo avaliar a brotação, receptividade do estigma e liberação de pólen das cultivares da noqueira-pecã. O experimento compreendeu o período de 1991 a 1999. O experimento foi delineado em blocos ao acaso, sendo os tratamentos as cultivares, totalizadas em 17 (Apache; Barton; Caddo; Cape Fear; Cheyenne; Choctaw; Cowley; Davis; Desirable; Gratex; Kiowa; Mahan; Mohawk; Shawnee; Shoshoni; Stuart e Wichita), com seis blocos. Foi avaliada: brotação, brotação-liberação do pólen, brotação-receptividade do estigma, liberação do pólen e receptividade do estigma, sendo estes dois últimos ainda caracterizados o período de ocorrência em ambos, ademais foi contabilizado o número de dias da brotação até a receptividade do estigma e também da brotação até a liberação do pólen. No caso do número de dias de liberação do pólen; receptividade do estigma; brotação-receptividade do estigma; e; brotação-liberação do pólen foram realizados Anova e em caso de significância foi aplicado teste de Tukey a 5%. Na brotação as cultivares foram divididas em: precoce (Apache); precoce-intermediárias (sete cultivares); intermediárias (Desirable); intermediárias-tardias (sete cultivares); e tardia (Gratex). No período da brotação-receptividade do estigma a cultivar que apresentou menor número de dias foi a Choctaw, no caso da brotação-liberação de pólen o menor período foi da cultivar Barton. Cheyenne e Desirable apresentaram maior número de dias de receptividade do estigma e a Apache e Gratex estão com maior número de dias de liberação de pólen. Na receptividade do estigma, 53% das cultivares são tidas como precoce-intermediárias, já na liberação do pólen sete cultivares estão presente no segmento de intermediária-tardia. Nos dados acumulados apresentou 14 cultivares com dicogamia protogínica. Na avaliação das constantes dos dados, na receptividade do estigma a maioria das cultivares (seis) está na intermediária, assim como no caso da liberação do pólen (composta por 10 cultivares). A cultivar Cheyenne com o maior

número de dias para receptividade do estigma, enquanto a Apache o maior número de dias para a liberação de pólen, desta forma essas cultivares se caracterizam como as melhores para polinização. As cultivares de modo geral apresentam um comportamento similar quanto ao comportamento da dicogamia, exceto Barton, Cheyenne, Desirable e Mohawk, que apresentaram informações diferentes de acordo com a avaliação (dados acumulados e dados constantes). O quinto experimento teve por objetivo estabelecer padrões de comportamento das cultivares de noqueira-pecã dentro do sistema agroflorestal. O experimento foi realizado na Embrapa Clima Temperado, estação experimental Cascata, Pelotas, o período de avaliação do experimento compreendeu de 2015 a 2017. A região tem classificação climática de subtropical úmido-Cfa e a caracterização do solo é de Argissolo. O experimento teve como tratamentos as cultivares de noqueira-pecã: Barton, Cape Fear, Desirable e Shawnee, o experimento foi delineado em blocos ao acaso contabilizado em quatro. As variáveis analisadas foram: altura e diâmetro das plantas; número de gemas por ramo; número de ramos; diâmetro e comprimento de ramo; número de folhas por ramo e número de ramos no final do ciclo; área foliar; número de folíolos, peso fresco e seco; número de cachos e flores; ataque de formiga e a floração masculina e feminina. Na avaliação da altura e diâmetro das plantas foi possível ajustar regressões, sendo que para praticamente todas as cultivares tiveram um comportamento quadrático, somente para a Cape Fear, na variável altura apresentou-se linear. As demais variáveis passaram pela ANOVA (exceto o número de cachos, flores e ataque de formigas), porém apenas houve diferença para o número de ramos e peso seco. Enquanto a floração feminina e masculina, a primeira foi visível nas cultivares Barton e Cape Fear, já quanto a segunda esteve presente nas quatro cultivares. A Barton se expressou de dicogamia protândrica, para Cape Fear oscilou apresentando-se protogínica na primeira safra e na seguinte protândrica.

TERMO PARA INDEXAÇÃO: Cultivar, Dicogamia, Fenologia, Poda, Sistema Agroflorestal.

ABSTRACT

Bilharva, Mauricio Gonçalves. **Pecan cultivation system**. 2019. 145 f. Thesis (Doctorate) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas Pelotas, RS.

Pecan nut cultivation presents the need for studies that range from a literature review to the insertion of pecan in systems. Thus the objective is to evaluate the management of pruning performed in the pecan tree cultivation in underutilized orchard. Together to evaluate the phenologia (mainly the male and female flowering), besides the integration of pecan to the agroforestry system. The first work was the bibliographic review referring to pecan in Brazil, were analyzed dissertations, theses, scientific articles and technical documents. The purpose is to value the works already developed and bring them together in order to support studies. The second experiment included the management of pruning in underutilized orchard. The objective was to evaluate pruning intensities as a method of renewing the pecan orchard with the prospect of improvement in production and quality. The experiment was carried out in a private property, in the municipality of Capão do Leão, RS, Brazil, with pecan that were 40 years old and with no management on them. The period of occurrence of the experiment was from 2015 to 2017 (two seasons - 2015/16 and 2016/17). The experiment consisted of application of pruning intensities: no pruning; light pruning (60 kg \pm 10 kg) and severe pruning (180 kg \pm 20 kg), outlined in randomized blocks and later arranged in a factorial scheme (pruning and crop intensity). The variables evaluated were: sprouting, leaves per branch, fruits per branch, yield per plant, number of fruits, average fruit weight (AFW), fruit diameter and length, almond and shell weight, almond yield and fruit drop. . There were differences between the factors for: yield per plant and number of fruits. The striking result was severe pruning which resulted in quadruple increases in yield between harvests. The third experiment aimed to evaluate the phenological parameters of pecan cultivars in Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul. The experiment was designed in randomized blocks, and the treatments were the cultivars, totaling 15 (Apache; Barton; Caddo). ; Cape Fear; Choctaw; Cowley; Desirable; Gratex; Mahan; Mohawk; Shawnee; Sioux; Stuart; Tejas and Wichita), with six blocks. Phenology was evaluated from 1991 to 1999, in particular the phenological stages: budding, pollen release and stigma receptivity. These last two stages were still characterized the period in days. stigma and also from budding to pollen release. In the variables: number of pollen release days; receptivity of stigma; sprouting-receptivity of stigma; and; bud-pollen release were performed ANOVA and in case of significance was applied Tukey test at 5%.

Regarding sprouting the cultivars were divided into early-intermediate; intermediaries; late intermediate; and late. Desirable had the highest number of days of stigma receptivity and Wichita had the highest number of pollen release days. For the period of budding-receptivity of stigma and budding-release of pollen there was no statistical difference. As for coincidence (pollen release and stigma receptivity), five cultivars did not present dicogamy. Desirable has protandric dicogamy, the others were protogynic, however, differ in the complete and incomplete dicogamy. The fourth experiment aimed to evaluate the budding, stigma receptivity and pollen release of pecan cultivars. The experiment comprised the period from 1991 to 1999. The experiment was designed in randomized blocks, with the treatments being the cultivars, totaling 17 (Apache; Barton; Caddo; Cape Fear; Cheyenne; Choctaw; Cowley; Davis; Desirable; Gratex; Kiowa; Mahan; Mohawk; Shawnee; Shoshoni; Stuart and Wichita), with six blocks. It was evaluated: sprouting, pollen sprouting-release, stigma sprouting-receptivity, pollen release and stigma receptivity, the latter two still characterized the period of occurrence in both, in addition, the number of days from sprouting to receptivity was counted. from stigma and also from sprouting to pollen release. In the case of the number of pollen release days; receptivity of stigma; sprouting-receptivity of stigma; and; bud-pollen release were performed ANOVA and in case of significance was applied Tukey test at 5%. In sprouting the cultivars were divided into: early (Apache); early-intermediate (seven cultivars); intermediate (Desirable); late intermediate (seven cultivars); and late (Gratex). In the period of shoot-receptivity of the stigma the cultivar with the lowest number of days was the Choctaw, in the case of bud-release pollen the shortest period was of the cultivar Barton. Cheyenne and Desirable had a higher number of days of stigma receptivity and Apache and Gratex had a higher number of pollen release days. In the stigma receptivity, 53% of the cultivars are considered as early-intermediate, while in the pollen release seven cultivars are present in the late-intermediate segment. In the accumulated data presented 14 cultivars with protogenic dicogamy. In the evaluation of data constants, in stigma receptivity most cultivars (six) are in the intermediate, as well as in the case of pollen release (composed of 10 cultivars). The Cheyenne cultivar with the highest number of days for stigma receptivity, while Apache with the highest number of days for pollen release, these cultivars are characterized as the best for pollination. Cultivars in general exhibit similar behavior regarding dicogamy behavior, except Barton, Cheyenne, Desirable and Mohawk, which presented different information according to the evaluation (accumulated data and constant data). The fifth experiment aimed to establish behavior patterns of pecan cultivars within the agroforestry system. The experiment was carried out

at Embrapa Temperate Climate, Cascata Experimental Station, Pelotas, the evaluation period of the experiment ranged from 2015 to 2017. The region has a climate classification of humid subtropical – Cfa and the soil characterization is Argisol. The experiment had as treatments the pecan cultivars: Barton, Cape Fear, Desirable and Shawnee, the experiment was randomized blocks in four. The variables analyzed were: plant height and diameter; number of buds per branch; number of branches; branch diameter and length; number of leaves per branch and number of branches at the end of the cycle; leaf area; number of leaflets, fresh and dry weight; number of curls and flowers; ant attack and male and female flowering. In the evaluation of plant height and diameter it was possible to adjust regressions, and for almost all cultivars had a quadratic behavior, only for Cape Fear, in the variable height was linear. The other variables were ANOVA (except the number of curls, flowers and ant attack), but there was only difference for the number of branches and dry weight. While female and male flowering, the former was visible in the cultivars Barton and Cape Fear, while the latter was present in the four cultivars. Barton expressed itself as protandic dicogamy, for Cape Fear oscillated to be protogenic in the first crop and in the following protandric.

INDEX TERM: Cultivate, Dicogamy, Phenology, Pruning, Agroforestry System.

LISTA DE FIGURAS

Projeto de Pesquisa

- Figura 1.** Produção de noz (em toneladas) do período de 2006-2012 (IBGE, 2015).....27
- Figura 2.** Área colhida de noz (em hectare) do período de 2006-2012 (IBGE, 2015).....28
- Figura 3.** Produção de noz (em toneladas) no Rio Grande do Sul no período de 2006-2015 (IBGE, 2015).....29
- Figura 4.** Área colhida de noz (em hectare) no Rio Grande do Sul no período de 2006-2012 (IBGE, 2015).....30

Artigo 2

- Figura 1a.** Dados de precipitação pluviométrica, as linhas expressam o volume de chuva e as colunas representam o número de dias que ocorreu precipitação nas safras 2015/16 e 2016/17;.....92
- Figura 1b.** Dados de temperatura máxima, mínima e média nas safras 2015/16 e 2016/17, Capão do Leão, RS, Brasil, 2017.....92

Artigo 3

- Figura 1.** Período do início da brotação das cultivares de noqueira-pecã no período de 1991 a 1999 (exceto de 1995 e 1996), Cachoeira do Sul, RS.....105

Figura 2. Amplitude do período da receptividade do estigma e da liberação do pólen, de 1991 a 1999 (exceto de 1995 a 1996), Cachoeira do Sul, RS.....107

Figura 3. Constância no período da receptividade do estigma e da liberação do pólen, de 1991 a 1999 (exceto de 1995 a 1996), Cachoeira do Sul, RS.....108

Artigo 4

Figura 1. Período do início da brotação das cultivares de noqueira-pecã no período de 1991 a 1999 (exceto de 1995 e 1996), Cachoeira do Sul, RS.....125

Figura 2. Amplitude do período da receptividade do estigma e da liberação do pólen, de 1991 a 1999 (exceto de 1995 a 1996), Cachoeira do Sul, RS.....127

Figura 3. Constância no período da receptividade do estigma e da liberação do pólen, de 1991 a 1999 (exceto de 1995 a 1996), Cachoeira do Sul, RS.....128

Artigo 5

Figura 1a e 1b. Regressão da altura – em cm (a) e diâmetro – em mm (b) das cultivares de noqueira-pecã no SAF, Pelotas, 2017.....141

Figura 2. Desenvolvimento da floração masculina e feminina das cultivares de noqueira-pecã no SAF, Pelotas, 2017.....143

LISTA DE TABELA

Artigo 1

Table 1. Nutritional properties of dry fruits (hazelnut, Brazil nut, macadamia nut, pecan, walnut and pistachio).....63

Table 2. Fruit Mass (FM); Hazelnut Mass (HM); Shell Mass (SM); Yield (Y) and the number of nuts per kilogram.....65

Table 3. Year of pecan tree and yield per area and plant in Argentina.....70

Artigo 2

Tabela 1. Análise química do solo no pomar de noqueira-pecã, Capão do Leão, RS, Brasil, 2015.....91

Tabela 2. Número de brotações, folhas por ramo e frutos por ramo da noqueira-pecã, Capão do Leão, RS, Brasil, 2016.....93

Tabela 3. Produção por planta (Kg); Número de frutos e Peso Médio de Fruto - PMF (g) nas safras 2015/16 e 2016/17, Capão do Leão, RS, Brasil, 2017.....93

Tabela 4. Diâmetro e comprimento da noz-pecã, Capão do Leão, RS, Brasil, 2017.....93

Tabela 5. Peso de amêndoa e casca, rendimento de amêndoa de noz-pecã, Capão do Leão, RS, Brasil, 2017.....93

Tabela 6. Queda de frutos no pomar de noqueira-pecã, Capão do Leão, RS, Brasil, 2017.....94

Artigo 3

Tabela 1. Período médio em dias da brotação a receptividade do estigma e da brotação a liberação do pólen, Cachoeira do Sul, RS.....106

Tabela 2. Período médio em dias da receptividade do estigma e de liberação do pólen, Cachoeira do Sul, RS.....106

Artigo 4

Tabela 1. Período médio em dias da brotação a receptividade do estigma e da brotação a liberação do pólen, Cachoeira do Sul, RS.....126

Tabela 2. Período médio em dias da receptividade do estigma e de liberação do pólen, Cachoeira do Sul, RS.....126

Artigo 5

Tabela 1. Dados de horas de frio acumulada; de precipitação e temperatura média, Pelotas-RS, 2017.....140

Tabela 2. Modelo de regressão da altura e diâmetro das plantas das cultivares de noqueira-pecã no SAF, Pelotas, 2017.....140

Tabela 3. Número de gemas por ramo, número de ramos, diâmetro do ramo (mm) e comprimento do ramo (cm) das cultivares de noqueira-pecã no SAF, 2017.....140

Tabela 4. Número de folhas por ramo e número de ramos no final do ciclo nas cultivares de noqueira-pecã, no SAF, 2017.....142

Tabela 5. Area foliar, número de folíolo médio, peso fresco e seco das cultivare de noqueira-pecã no SAF, Pelotas, 2017.....142

Tabela 6. Número de cachos e flores das cultivares Barton e Cape Fear no SAF, Pelotas, 2017.....142

Tabela 7. Incidência em porcentagem do dano de formigas nas cultivares de noqueira-pecã no SAF, Pelotas, 2017.....142

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 PROJETO DE PESQUISA.....	22
2.1 TÍTULO.....	22
2.2 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	22
2.3 REVISÃO	24
2.3.1 Caracteres botânicos.....	24
2.3.2 Nogueira-pecã no Mundo e no Brasil	25
2.3.3 Nogueira-pecã no Rio Grande do Sul.....	28
2.3.4 Variedades da Nogueira-pecã	30
2.3.5 Condições climáticas para Nogueira-pecã.....	31
2.3.6 Manejos na Nogueira-pecã.....	31
2.3.7 Sistemas	34
2.3.8 Cobertura Vegetal	34
2.3.9 Situação do Mercado da Nogueira-pecã.....	34
2.4 HIPOTESE	35
2.5 OBJETIVOS	36
2.5.1 OBJETIVO GERAL.....	36
2.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
2.6 METAS	37
2.7 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
2.7.1 Experimento de Poda	38
2.7.2 Experimento de Cobertura Vegetal	39
2.7.3 Experimento de Adubação.....	41
2.7.4 Experimento de Sistema Agroflorestal	42
2.7.5 Experimento de Implantação do Pomar de Nogueira-pecã	43
2.7.6 Experimento Análise de Mercado da Noz-pecã	44
2.7.7 Análise Estatística	45

2.8 CRONOGRAMA.....	46
2.9 PREVISÃO	47
2.10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
2.11 ÂPENDICE	52
3 RELATÓRIO DE CAMPO.....	55
4 ARTIGO	58
4.1 ARTIGO 1.....	59
4.2 ARTIGO 2.....	77
4.3 ARTIGO 3.....	95
4.4 ARTIGO 4.....	109
4.5 ARTIGO 5.....	129
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	144
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura é um ramo da agricultura que propicia incremento, principalmente econômico e social. Às vezes, o setor frutícola é descendente da agricultura familiar, onde provém a mão de obra e que proporciona ganhos. Assim como, empresas que movem uma cadeia.

O setor frutícola apresenta segmentações, uma dessas é a do fruto seco. O conceito de fruto seco é uma semente comestível com baixo teor de água com presença substancial de óleos (BILHARVA et al., 2018). O fruto seco com destaque na região sul do Brasil é a Nogueira-pecã (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch).

A noqueira-pecã apesar de ter ingressado no Brasil por São Paulo, encontrou no sul do Brasil condições mais propícias ao seu desenvolvimento. No entanto, ainda possuímos plantas de noqueira-pecã distribuídas no sudeste e no sul da região centro-oeste, mas primordialmente pomares estão presentes principalmente Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

No Rio Grande do Sul foi instituída a câmara setorial sobre a noqueira-pecã aliado ao governo do estado, o propósito foi favorecer discussões referentes a cadeia de produção. Um dos aspectos relevantes é que as instituições públicas por meio de Universidades e pesquisa (primordialmente a Embrapa) fazem parte da câmara. A necessidade de pesquisa sobre a cultura da noqueira-pecã no Brasil apresenta grande demanda, ainda há muito questionamentos.

A implantação do pomar suscita a necessidade de encontrar manejos adequados para o solo. A se constatar a disposição mais conveniente das cultivares no pomar. Ademais, encontrar a simbiose entre as cultivares de noqueira-pecã. Segundo relato de Lazarotto et al. (2014) a noqueira-pecã apresenta mais de mil cultivares, o que demonstra diferentes materiais para serem trabalhos. Isto deve, principalmente porque a noqueira-pecã apresenta a dicogamia (assincronia da floração masculina com a floração feminina), onde pomares são formados por diferentes cultivares. A necessidade de estudos referente a fenologia é crucial.

A determinação do comportamento fenológico da noqueira-pecã em função das condições edafoclimáticas são de extrema relevância. O conhecimento e informações gerados referente a estudos nesta área. A idéia é nos dar perquirição para compatibilizar as cultivares mais adequadas as condições climáticas. Por vezes, há ocorrência de condições desfavoráveis, como por exemplo: poucas horas de frio; umidade relativa alta; temperatura

elevada no período de floração e no enchimento de fruto; estiagem no estágio de crescimento e desenvolvimento do fruto (ROVANI, 2016). A falta de conhecimento do comportamento fenológico propicia perda de produção; manejo errôneo em períodos em que a noqueira-pecã apresenta condições adequadas.

O pomar de noqueira-pecã para apresenta bons rendimentos necessita de manejo. O manejo compreende a adubação e calagem feita corretamente acrescidas ao longo das safras os nutrientes que as plantas expressarem deficiência quando da análise foliar. Além disso, o incremento de irrigação é instrumento potencial para favorecer a redução da alternância. O manejo de poda também é um fator importante, pois a disposição dos ramos torna a planta mais exposta à incidência de luz e predispõe a formação de brotos e por consequência a incidência de ramos vegetativos e a produção florífera.

A noqueira-pecã em termos de pesquisas apresenta bases consolidadas nos Estados Unidos e México (países de origem da noqueira-pecã). No caso do Brasil, esta última década apresenta desenvolvimento em pesquisas.

No Brasil, a pesquisa torna-se importante devida às condições regionais apresentarem características intrínsecas. No caso do Rio Grande do Sul a região sul, central e nordeste apresentam relevos diferentes, o que corrobora para a pesquisa seja desenvolvido e incrementado para solucionar as condições das diferentes regiões.

Pelos estudos presentes pode ser ter noção que as cultivares trabalhadas nos Estados Unidos estão bem distribuídas e, além disso, estão buscando novas cultivares como relata os trabalhos de Thompson et al.; Thompson e Grauke, 2005; 2010 e 2012. Enquanto no Brasil o padrão de cultivares empregadas nos meados da década de 60 e 70 basicamente tinha como cultivar produtora a Mahan, devido ao ingresso da Wichita, conforme mencionado por Ortiz e Camargo (2005), que trazia consigo a sarna (*Venturia effusa*). Na condição atual, a cultivar que apresenta melhor desempenho no Brasil, mais específico no Rio Grande do Sul é a Barton.

Desta forma a importância de estudos de cultivares juntamente com a fenologia e condições edafoclimáticos propiciam referências de adequações microrregionais de determinadas cultivares. No Brasil, estudos de fenologia têm-se como precursor Baracuhy (1980), assim como estudos de parâmetros climáticos, feito por Rovani (2016) envolvendo o cultivo da noqueira-pecã.

Os experimentos e trabalhos desenvolvidos primordialmente caucionam o zoneamento da cultura. Porém há necessidade de incrementos em experimentos

mais atuais que busquem trabalhar com profusas cultivares. Para mais, agregação de manejos e técnicas em pomares estabelecidos torna-se meritório para profusão de área de produção e ainda de produtores.

Destarte, o primeiro artigo da tese abordou uma revisão atinente à nogueira-pecã no Brasil, mormente, a pesquisas presentes em artigos, dissertações, teses e alguns documentos técnicos pertinentes. O segundo artigo trata da poda de rejuvenescimento em pomares de nogueira-pecã, experimento que visa à dinâmica de poda em pomar que apresente 40 anos de idade e que não estava apresentando manejo de poda. Já o terceiro artigo arrazoa a fenologia de cultivares de nogueira-pecã, trabalho que contempla particularmente os estádios de brotação, floração masculina e feminina. O artigo contempla uma série de dados ampla conjuntamente com um número elevado de cultivares. O quarto artigo abrange praticamente as mesmas variáveis do artigo anterior, a distinção entre eles é das cultivares avaliadas e também que este último não apresenta irrigação enquanto o primeiro apresenta. Por fim o quinto artigo divulga a relação das cultivares de nogueira-pecã dentro do sistema agroflorestal, em que buscase a adaptação das cultivares avaliadas.

O objetivo é buscar bases para o comportamento fenológico e ademais, manejos para pomares no Rio Grande do Sul. Sobretudo conciliar a esse objetivo padrões das cultivares nesse estado.

2. PROJETO DE PESQUISA

2.1. TITULO

SISTEMAS DE CULTIVO DA NOGUEIRA PECÃ

2.2. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O setor da fruticultura que apresenta um crescimento são as frutas secas, sendo que a nível global se constituem, principalmente, por nozes, amêndoas, avelã, pistache, castanhas e pecãs (INTA, 2015).

Na conjuntura internacional, Estados Unidos e México apresenta uma alta concentração na produção, comercialização e consumo, o que representa 95% de participação destes países. No caso da Argentina, grande parte da produção é destinada ao mercado interno, no ano de 2014, eles fizeram a primeira exportação de noz pecã para a China (INTA, 2015).

O interesse de vários países neste setor se deve as propriedades nutricionais dos frutos secos. O desenvolvimento de pesquisas neste setor, quanto à qualidade nutricional está sendo fomentada. Isto porque, há indícios do benefício à saúde, em relação aos frutos secos. Na população proveniente da região do Mediterrâneo, que possuem uma dieta complementada por nozes, os índices de mortalidade, doenças cardíacas coronárias e câncer estão notadamente baixos (ORO, 2007). Há estudos na área da epidemiologia correlacionando o consumo habitual de nozes com a redução de incidência de doenças cardíacas coronárias (KORNSTEINER et al., 2006).

As frutas secas produzidas no Brasil estão englobadas, principalmente, pelos seguintes tipos de nozes: Castanha-do-Brasil; Castanha-de-caju; Macadâmia e Pecã (ou Pecan) (ORO, 2007).

Quanto à noqueira-pecã, esta espécie tem como centro de origem a América do Norte, que se estende principalmente, nos Estados Unidos e no México. Entretanto, na atualidade já contempla mais países, principalmente países da América do Sul.

Argentina, Brasil e Uruguai apresentam condições climáticas propícias ao seu crescimento e desenvolvimento. Quanto ao isso, no Brasil, a Região sul apresenta estas condições favoráveis, mas há também cultivos que se estendem até o estado de Minas Gerais e há relato de cultivos encontrados no Mato Grosso do Sul (ORTIZ & CAMARGO, 1997; POLETTTO et al., 2014).

O Rio Grande do Sul nas décadas de 60 e 70 incentivou por meio de ações governamentais a produção de noqueira-pecã, que atualmente, estes se encontram subutilizado, sendo na grande maioria árvores que apresentam problemas fitossanitários e também baixa produção (ORTIZ & CAMARGO, 1997). Entretanto, atualmente, há expansão do cultivo, devido, principalmente, ao alto preço pago pela noz e também pela composição nutricional benéfica a saúde.

O cultivo de noqueira-pecã também denominado de pecanicultura e o cultivo da pecaneira propicia além do fruto, a madeira, que é utilizada pela indústria na fabricação de móveis (GATTO, 2006). A casca do fruto da noqueira pecã é utilizada para a infusão de chá, que é rica em compostos fenólicos e taninos (PRADO, 2008). Além disso, é feito a extração de óleo, que apresenta um alto teor (entre 65 e 75%) (PRADO, 2008).

As diversas possibilidades de uso propicia o produtor a obter diversas fontes de renda, como a noz, a casca da noz e madeira. Porém, são necessários estudos técnicos e científicos para o desenvolvimento da cultura. No Brasil há poucos estudos com noqueiras-pecã. As teses e dissertações publicadas a partir de 2007, sobre noqueira-pecã estão desenvolvidas, principalmente, quanto à qualidade nutricional e também a características da madeira. Isto é, há poucos estudos atualizados quanto a práticas de manejo. Na Universidade Federal de Pelotas foram realizados apenas duas dissertações, uma contemplando a determinação do período de floração e viabilidade do pólen de diferentes cultivares de noqueira

pecã (BARACUHY, 1980). Além desta, tem a dissertação que aborda a viabilidade econômica de noqueira pecã em áreas de reserva legal e de preservação permanente (FILIPPIN, 2011).

Além disso, em levantamento realizado por Stella & Lucchese (2015) sobre material bibliográfico livre de noqueira-pecã concluíram a existência de material reduzido, especialmente na parte técnica.

Sobretudo não há o desenvolvimento de pesquisas que visem sistemas de integração da noqueira pecã. O cultivo da noqueira-pecã apresenta um espaçamento entre plantas de 7 a 10 m, o que oportuniza a consorciação com outras culturas, principalmente, cultivos herbáceos e de ciclo curto, que não atuem de forma antagônica. Ademais, a interação de cultivos junto à noqueira-pecã pode facilitar para uma ciclagem melhor dos nutrientes, ou seja, podem proceder como plantas de adubação. Há ainda, o sistema frutipastoril, que é a intragração de cultivos frutícolas com a pecuária.

Sendo assim, é necessário o desenvolvimento de pesquisas na área de manejo, principalmente, no que tange a poda, adubação e cobertura vegetal no cultivo de noqueira-pecã, tanto em pomar subutilizado quanto em pomar de implantação, na Região sul do Rio Grande do Sul.

2.3. REVISÃO DE LITERATURA

2.3.1 Caracteres botânicos

A noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] está inclusa na família da Juglandaceae, que esta apresenta 11 gêneros, sendo que dispõe de 60 espécies.

De uma forma geral, as noqueiras-pecã são caracterizadas, como plantas de grande porte e caducifólia, podendo apresentar uma altura de 60m, circunferência de 40m de copa e 20m de tronco (BUENO et al., 2014; FILHO et al., 2015; FILIPPIN, 2011; ORO, 2007; SCHIRMER et al., 2014). A noqueira-pecã

pode superar os 200 anos de idade (BUENO et al., 2014; ORO, 2007; SCHIRMER et al., 2014).

As folhas são caracterizadas por serem compostas e imparipenadas, com folíolos variando de 9 a 17, mas as folhas permanecem nas plantas de setembro a maio (SCHIRMER et al., 2014; STELLA & LUCCHESI, 2015).

No tronco da noqueira-pecã quando jovem tem aparência lisa, já quando velha é áspera e apresenta fendas. No caso do sistema radicular, geralmente é caracterizado pivotante, podendo ter um comprimento de até quatro vezes a largura da copa da planta (STELLA & LUCCHESI, 2015).

A noqueira-pecã é uma planta monoica, ou seja, apresenta flores masculinas e femininas separadas. Os frutos da noqueira-pecã são caracterizados como drupa, sendo que se desenvolvem em cachos que podem conter entre três a oito nozes. Os frutos apresentam a coloração marrom escura com presença de manchas escuras (FILIPPIN, 2011; POLETTO et al., 2012; SCHIRMER et al., 2014).

As inflorescências masculinas se apresentam em grupos laterais com 2 a 3 inflorescências (LAZAROTTO, 2013).

O valor calórico da noz-pecã é de 726,7 Kcal g⁻¹ (ORO, 2007). As nozes pecã são ricas em antioxidantes, vitaminas E, ácidos graxos, ômega 3 e 6 (STELLA & LUCCHESI, 2015).

2.3.2 Noqueira-pecã no Mundo e no Brasil

O nome pecã (ou pecan) é oriundo da palavra indígena *pacaan*, a qual inclui outros tipos de nozes e também a palavra era designada para identificar todas as nozes que necessitavam o rompimento com o auxílio de pedra (FILIPPIN, 2011; ORO, 2007). As tribos nativas dos Estados Unidos e do México tinham como principal fonte de alimento a noz-pecã durante o período outonal (GOMES, 1976). Além disso, pressupôs que com noz era produzido uma bebida fermentada e tóxica denominada *Powcohicora* (ORO, 2007)..

A noqueira-pecã tem como origem de áreas extensas do sul dos Estados Unidos até o sul do México, especificamente, que ocorre desde Nebraska e Iowa e até Ouaxaca, respectivamente (FILIPPIN, 2011; POLETTO et al., 2012; SCHIRMER et al., 2014).

Atualmente, o país que apresenta maior produção é a China, com 260.000 toneladas. Os Estados Unidos é o segundo maior produtor, sendo o estado da Geórgia o mais produtivo com 30% do total (STELLA & LUCCHESI, 2015).

No Brasil, os primeiros pomares de noqueira-pecã com intuito comercial foram datados entorno dos anos de 1915 (POLETTO et al., 2012). A introdução da noqueira-pecã foi feita por imigrantes norte-americanos, se instalando nos municípios paulistas Santa Bárbara e Americana (GOMES, 1976; LAZAROTTO, 2013).

As pesquisas na área da noqueira-pecã, no Brasil, ainda são escassas, principalmente em função da demanda (ORO, 2007; POLETTO et al., 2012; STELLA & LUCCHESI, 2015).

No Brasil a produção se estende do Rio Grande do Sul até São Paulo (ORO, 2007).

Segundo dados do IBGE (1997), que compreende o período de 1975-1994, a produção de noz, que não distinção quanto à espécie, mas que de alguma maneira contribui para avaliar a evolução do mercado da noz. A produção de noz apresenta um crescimento, passando de uma produção aproximada de 500 t para 3.500 t em 1993, o que representa um crescimento de sete vezes. Porém no último ano de avaliação há um decréscimo. Segundo dados do IBGE (2015), no período de 2006-2012, a produção variou de 2.200 até 5.800 t, o que demonstra de certo modo uma evolução na quantidade produzida.

A área colhida de noz apresentou também uma ascensão durante o período avaliado, mas do ano de 1983 para 1984, a área colhida praticamente, quadruplica. De 1984 até 1993, a área colhida oscila entre 7.000 a 9.000 ha, já no último ano avaliado, ocorre uma queda na área colhida, em três vezes menores. Já

no período de 2006 a 2012, a área colhida foi evoluindo de um pouco mais de 1.500 a 2.500 hectares conforme os anos (IBGE, 2015).

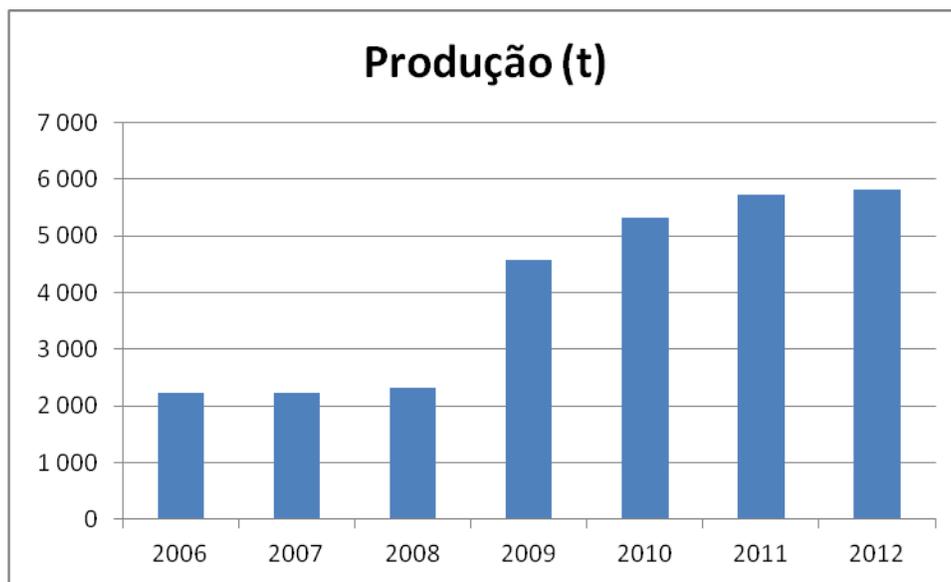


Figura 1. Produção de noz (em toneladas) do período de 2006-2012 (IBGE, 2015).

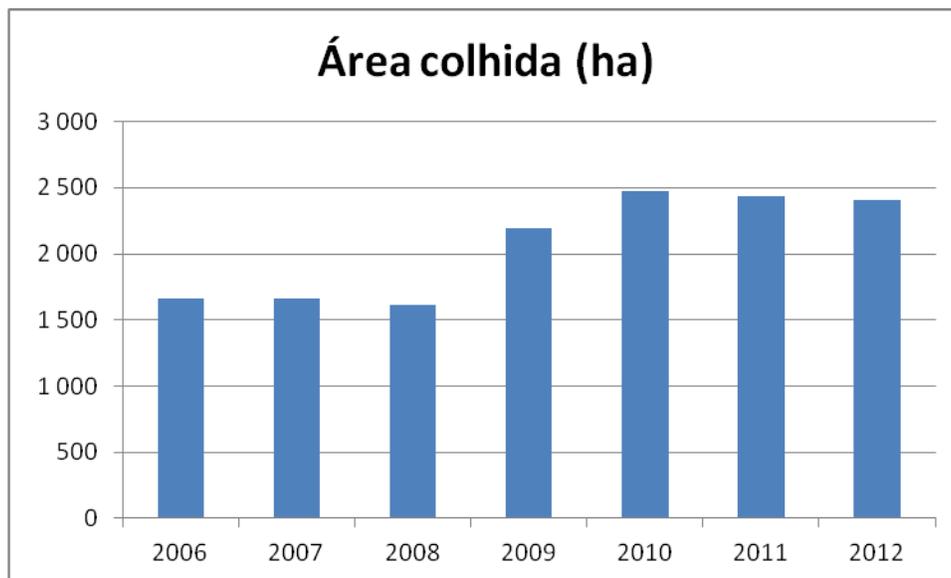


Figura 2. Área colhida de noz (em hectare) do período de 2006-2012 (IBGE, 2015).

2.3.3. Nogueira-pecã no Rio Grande do Sul

No Rio Grande do Sul a pecanicultura recebeu incentivos via a incentivos governamentais, isto decorreu entre as décadas de 60 e 70, no entanto, devido à falta de conhecimento da cultura e incidência de doenças houve desestímulo (LAZAROTTO, 2013).

No Rio Grande do Sul a produção foi crescente, apresentando um comportamento semelhante à produção nacional (IBGE, 1997). Além disso, o Rio Grande do Sul é o maior produtor, ou seja, oscilação gerada na produção gaúcha reflete na produção nacional. Já no período de 2006 a 2012, os dados do IBGE demonstram uma produção de menos de 1.000 a pouco mais de 2.100 t, sendo que no ano de 2012, o Rio Grande do Sul já se torna o segundo maior produtor perdendo o posto para o Paraná. Ademais, a produção não está mias concentrada somente no Rio Grande do Sul, agora a produção fica divida entre Paraná, Rio

Grande do Sul e São Paulo (IBGE, 2015). Entretanto, dentro destas nozes podem entrar a noz macadâmia na produção, que se desenvolveu mais na região sudeste.

Quanto à área colhida, o Rio Grande do Sul do período de 1975-1994 apresenta a mesma tendência nacional (IBGE, 1997). Reafirmando a representatividade do Rio Grande do Sul na produção de noz para o Brasil. Enquanto, no período de 2006-2012, a área colhida foi de 1.300 ha em 2006 aumentando até 2010 com 1.450 ha e depois decresceu até 1.350 em 2012.

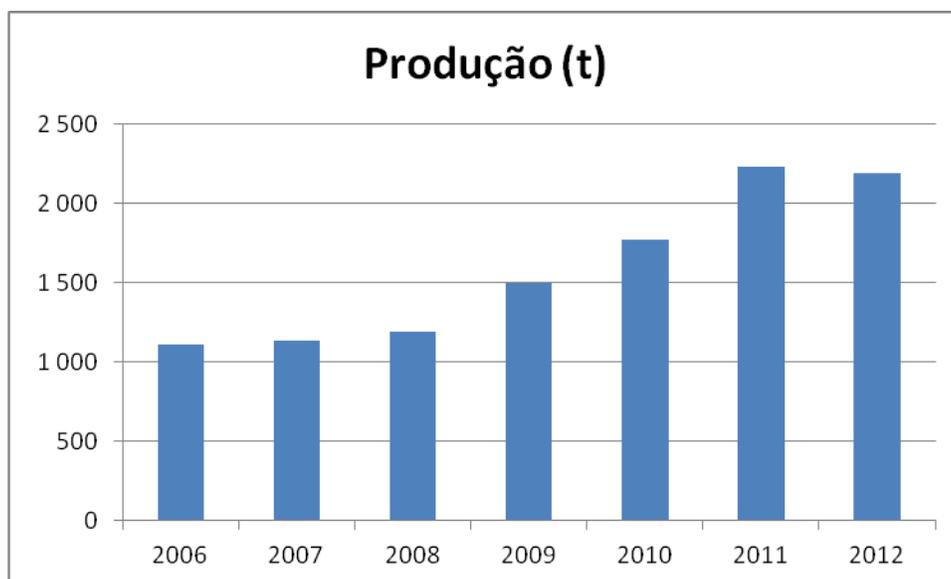


Figura 3. Produção de noz (em toneladas) no Rio Grande do Sul no período de 2006-2015 (IBGE, 2015).

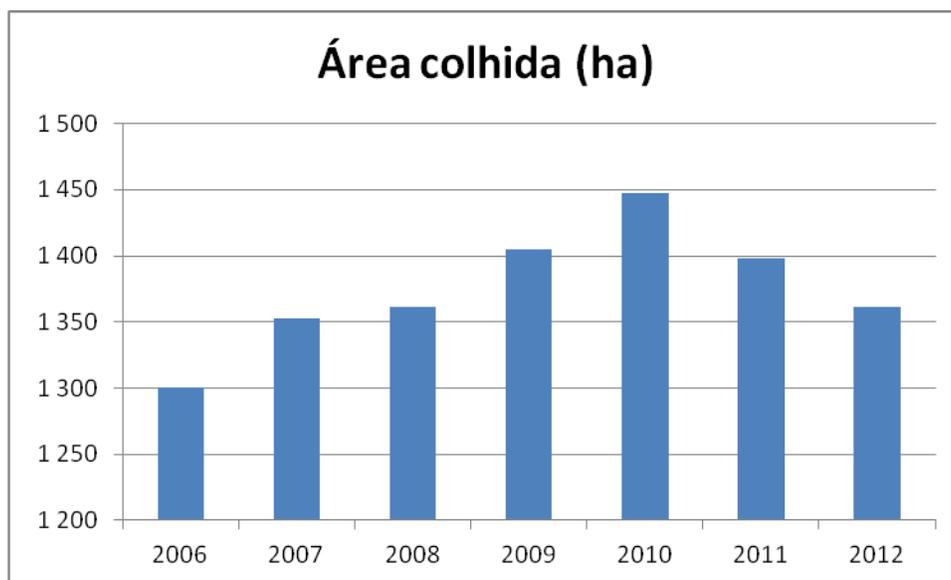


Figura 4. Área colhida de noz (em hectare) no Rio Grande do Sul no período de 2006-2012 (IBGE, 2015).

2.3.4 Variedades da Nogueira-pecã

No registro nacional de cultivares – RNC (MAPA, 2015) estão informados 41 cultivares, que são: Barton, Brooks, Caddo, Cape Fear, Cherokee, Chetopa, Chickasaw, Choctaw, Clark, Curtis, Davis, Desirable, Elliott, Farley, Forkert, Giles, Gloria Grande, Gormely, Jackson, Jenkins, Jubilee, Kiowa, Mahan, Major, Moneymaker, Moore, Oconee, Owens, Patricks, Pawnee, Peruque, Pitol 1, Pitol 2, Posey, Prilop of Lavaca, Shawnee, Shoshoni, Sioux, Stuart, Summer e Woodroof. Destas cultivares, as duas principais empresas mantenedoras são a Paralelo 30 e a Pecanita.

As cultivares de noqueira-pecã são, muitas às vezes, caracterizadas por serem produtivas ou polinizadoras. Além disso, as cultivares de noqueira-pecã apresentam uma gama variada de graus de dicogamia (BARACUHY, 1980).

2.3.5 Condições climáticas para Nogueira-pecã

A planta de noqueira-pecã por ter origem da América do Norte, mais em específico dos Estados Unidos, as condições são de áreas com inverno curto e frio, já quanto ao verão, longo e quente. Ademais, temperaturas baixas com a presença de geadas necessárias para o florescimento, enquanto temperaturas altas no verão propiciam a formação do fruto (STELLA & LUCCHESI, 2015).

No período da frutificação, a temperatura ideal, na média mensal é entre 24 e 30°C. Antes disso, no período de dormência, a planta requer de 200 a 300 horas de frio, em temperaturas inferiores a 7,2°C (ZERMEÑO-GONZÁLEZ et al., 2010). A brotação da noqueira-pecã é desenvolvida na ecodormência e tem relação com a ação da alfa-amilase (STELLA & LUCCHESI, 2015).

A noqueira-pecã se adapta aos climas mediterrâneo, subtropical e tropical (BUENO et al., 2014).

2.3.6 Manejos na Nogueira-pecã

Os solos tem que apresentar profundidade e boa drenagem, com pH entre 6 e 6,5 (STELLA & LUCCHESI, 2015). Sobretudo, a noqueira-pecã requer alta fertilidade do solo e também disponibilidade de água e oxigênio.

A noqueira-pecã apresenta um requerimento alto de Zinco, que nos Estados Unidos são aplicados doses a cada 15 dias, o que supriria as necessidades da planta (OJEDA-BARRIOS et al., 2009).

Com relação às mudas, a melhor opção é mudas enxertadas, pois se trata de um investimento de longo prazo (STELLA & LUCCHESI, 2015). E também, há garantia quanto a qualidade do material a ser utilizado.

A noqueira-pecã apresenta como recomendação quanto ao espaçamento variando de 7 x 7m até mesmo 15 x 15m (IAC, 1998; STELLA & LUCCHESI, 2015).

A época ideal para implantação do pomar vai de setembro a início de abril (STELLA & LUCCHESI, 2015). Na implantação de um noqueiral há recomendação do plantio de 90% de uma cultivar produtiva e os 10% restantes de outra cultivar polinizadora (SCHRIMMER et al., 2014), pois ocorre a dicogomia onde as flores masculinas estão disponíveis num período diferente das flores femininas (LAZAROTTO, 2013). Mas ainda, isto vai depender também da época de polinização, pois quanto maior o período desta, maior a taxa de fertilidade. O pólen de cultivares polinizadora pode percorrer até 50 metros através do vento. Sendo assim, o planejamento da implantação de noqueiral demandará de mais de uma cultivar, que principalmente, disponha uma cultivar polinizadora próxima de plantas produtoras (STELLA & LUCCHESI, 2015).

O manejo de poda da noqueira-pecã está dividido em: formação, produção, limpeza e renovação. A poda de formação é aplicada em plantas jovens, que visa a poda radical, a qual estimulará o alongamento da planta e se não houver folhas propicia o crescimento em estatura da planta, no entanto, manterá o caule fino e a planta pouco vigorosa (STELLA & LUCCHESI, 2015).

No caso da poda de produção, os ramos próximos a 20 cm do caule são os mais produtivos, portanto, a poda pode favorecer mais brotações, que terá como consequência o aumento da produção (STELLA & LUCCHESI, 2015).

Já, na poda de limpeza, o objetivo é a eliminação de ramos doentes, com excesso de vigor e improdutivo e também de ramos que atrapalhem o ingresso de luz para o interior da planta (STELLA & LUCCHESI, 2015).

Na poda de renovação, a premissa básica é o favorecimento da luminosidade da planta e também da entrada de vento, de um modo geral (STELLA & LUCCHESI, 2015).

A principal doença da noqueira-pecã no Rio Grande do Sul é a sarna, causada por *Fusicladium effusum* (Wint), que ataca folhas, frutos e ramos (LAZAROTTO et al., 2014). Poletto et al. (2014) recomendaram no período de dormência da planta, a aplicação de calda bordalesa ou também o uso de fungicida.

Na grande maioria das cultivares, o período de amadurecimento dos frutos é extenso, demandando entre 6 a 7 meses, sendo considerado da fecundação até a colheita (STELLA & LUCCHESI, 2015). As colheitas das nozes são feitas, geralmente, de março a abril (IAC, 1998). A produtividade fica entre 500 a 1.000 Kg ha⁻¹ (IAC, 1998).

A quantidade de amêndoa do fruto torna-se uma característica importante, pois quanto maior melhor, além de aumentar o rendimento e lucratividade, também apresenta reservas suficientes para a produção de mudas. Além disso, comerciantes e produtores preferem frutos que apresentem uma casca mais fina, pois isto favorece seu beneficiamento e também melhor rendimento (POLETTI et al., 2012).

No caso do beneficiamento, geralmente é empregado o processo inicial de lavagem com água fria, posteriormente, outra lavagem com água aquecida. Por fim, a noz-pecã está propícia para o descascamento (FILIPPIN, 2011).

Em estudo realizado por Oro (2007) por meio de análise físico-química e sensorial, uma vida de prateleira de 120 dias, sendo as nozes-pecã armazenadas em potes plásticos de polipropileno e em filmes plásticos de nylon-polietileno a vácuo.

2.3.7 Sistemas

A noqueira-pecã é uma espécie importante dentro de um sistema agroflorestal, o que possibilita a produção de frutos e madeira e permite a consorciação com outras culturas (FILIPPIN, 2011).

O benefício dos sistemas, principalmente, agroflorestais é a interação e o sinergismo entre os componentes biológicos, o que favorece a subsistência do sistema (ALTIERI, 2012). Bastos et al. (2013) trabalharam com sistemas agroflorestais, que dentro deste estava incluso a noqueira-pecã, sendo que a escolha desta espécie se deu pela rusticidade e o espaçamento permitir a inclusão de outras espécies na entrelinha.

Ademais, a baixa produtividade apresentada pela noqueira-pecã nas condições brasileiras a integração com outras culturas é essencial para obter fonte de renda (IAC, 1998). Outro fato importante é o tempo em que a noqueira-pecã começa a produzir, o que geralmente acontece a partir do 7^o ano e mesmo assim a produção é ínfima, o que necessita de uma cultura auxiliar.

2.3.8 Cobertura vegetal

A cobertura vegetal propicia uma ciclagem de nutrientes e ao mesmo tempo, há uma cobertura do solo, o que evita a erosão e degradação. Além disso, dependendo da espécie utilizada como cobertura vegetal pode-se utilizar como forrageira. Isto é, favorece o incremento de outra atividade junto a propriedade.

2.3.9 Situação do mercado da Noqueira-pecã

Nos últimos anos ocorreu um crescimento da cultura da noz-pecã (POLETTTO et al., 2012). A economia entorno da noqueira-pecã é muito rentável, devido a escassez da noz no mercado e também por ainda não apresentar

grandes áreas produtivas. Segundo Stella & Lucchese (2015) desde de 1980 a exportação apresenta aumento crescente, juntamente com o preço das nozes. Diversos autores relatam valor de comercialização muito atrativo, que pode aumentar se a noz for beneficiada (CATTAPAN & FINAMORE, 2010; POLETTTO et al., 2012).

Um atributo benéfico da implantação de pomares de noqueira-pecã na região de Pelotas é porque a cidade é denominada como a capital do doce (BASTOS et al., 2013). Ou seja, a noz-pecã é comum na utilização de doces, principalmente, para o confeito destes.

A implantação de novos pomares de noqueira-pecã se dá principalmente pelo baixo custo de manutenção das árvores (BUENO et al., 2014).

Bueno et al. (2014) relatam o preço da noz a 44 reais o quilo, já quando descascada pode chegar a 125 reais. Porém, Cattapan & Finamore (2010) eles expõem que o preço fixado de compra da noz, por parte da cooperativa é de 3,50 reais o quilo, sendo que esta comercializava ao consumidor final a 6,90 reais, mas quando descascada, o preço passava para 25 reais.

Em estudo realizado por Filippin (2011), com relação à viabilidade econômica da noqueira-pecã no extremo oeste catarinense em áreas de reserva legal e área de preservação permanente, obteve êxito em explorar a cultura nestas áreas, o que apresentou como fonte alternativa de renda.

2.4. HIPÓTESE

O crescimento da cultura da noqueira-pecã tanto na expansão de pomares em implantação, mas também pelo aumento da demanda de nozes, favorece o desenvolvimento de pesquisas na área. Sobretudo, as informações técnicas e científicas sobre a cultura na região sul do Brasil ainda são escassas ou até mesmo desatualizadas.

Além disto, ainda se dispõe de pomares de noqueira implantados na década de 60 e 70, incentivados por órgãos governamentais, principalmente no Rio Grande do Sul, que estão com baixas produções ou até mesmo abandonados.

A hipótese levantada é de que a realização de manejos, como poda, adubação e a utilização de cobertura vegetal na entrelinha favoreça o aumento de produtividade do pomar de noqueira-pecã subutilizado. Além disso, a hipótese permeia que a noqueira-pecã em fase de implantação e integrada num sistema agroflorestal se desenvolva adequadamente. Por fim, a hipótese de que o mercado da noz-pecã apresente ligação dos produtores de Pelotas com as docerias do mesmo município.

2.5. OBJETIVOS

2.5.1 Objetivo geral

Avaliar manejos realizados no cultivo da noqueira-pecã em pomar subutilizado. Juntamente avaliar a integração da noqueira-pecã ao sistema agroflorestal, além disso, avaliar a implantação de um pomar de noqueira-pecã. Não obstante, avaliar o mercado consumidor de noz-pecã.

2.5.2 Objetivos específicos

O objetivo geral pode ser detalhado a seguir em:

- Investigar a influência da poda no crescimento e desenvolvimento do pomar de noqueira-pecã subutilizado;
- Avaliar a poda em relação à produção de nozes em pomar de noqueira-pecã subutilizado;
- Analisar o efeito da adubação no crescimento e desenvolvimento da noqueira-pecã de pomar subutilizado;

- Examinar o efeito da adubação sobre a produção de nozes proveniente de pomares subutilizado;
- Averiguar a espécie propícia para a cobertura vegetal na entrelinha, que auxilie no crescimento e desenvolvimento do pomar de noqueira-pecã subutilizado;
- Verificar a espécie utilizada como cobertura vegetal que possibilite uma palhada adequada ao pomar de noqueira-pecã subutilizado, sem afetar a produção e, se possível, aumentando esta;
- Mensurar o desenvolvimento e crescimento de pomar novo de noqueira-pecã inserido em sistema agroflorestal;
- Avaliar a implantação de um pomar de noqueira-pecã;
- Investigar a cultivar de noqueira-pecã que se adapta melhor as condições da região extremo sul do RS;
- Analisar a situação do mercado em relação aos consumidores de nozes pecã, principalmente, as doceiras de Pelotas.

2.6. METAS

- Quantificar a produção do pomar de noqueira-pecã subutilizado em função da adubação, cobertura vegetal e poda na região extremo sul do RS;
- Mensurar a quantidade de plantas de noqueira-pecã integrada ao sistema agroflorestal;
- Quantificar e dimensionar as plantas de noqueira-pecã implantada no Centro Agropecuário da Palma;
- Avaliar a situação do mercado, principalmente, em função do consumo e preço da noz-pecã por parte das docerias pelotense.

2.7. MATERIAL E MÉTODOS

2.7.1 Experimento de Poda

Este experimento será realizado em propriedade rural particular, no município do Capão do Leão, localizada nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 31°47'13" S, longitude 52°24'43" O e altitude de 15 m. O clima da região é subtropical úmido – Cfa conforme Köeppen, que apresenta chuvas bem distribuídas ao longo do ano e temperatura média baixa no mês de Julho, já quanto à temperatura média alta, a ocorrência é no mês de Janeiro.

O solo foi identificado como Planossolo Solódico com moderado textura arenosa/média e média/argilosa (IBGE, 2015). Este solo é caracterizado por apresentar o horizonte B plânico (EMBRAPA, 2006). No solo será realizada análise de solo que será adubado e calado conforme as recomendações do Manual de Adubação e Calagem do RS e de SC (2004).

As nogueiras-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] serão o material em estudo. Elas estão implantadas desde a década de 70. Sendo que, não recebem manejo e/ou trato cultural, apenas ocorrem animais pastejando no pomar. As nogueiras-pecã apresentam um espaçamento de 10 x 10 m.

O estudo se dará em três tratamentos, sendo um a testemunha, onde não será aplicada poda. Os outros dois são: uma aplicação de uma poda tida como mais leve e o outro aplicação de poda tida como drástica. Sendo que para os referidos tratamentos descritos serão quantificados o peso de poda, podendo-se detalhar o quanto de ramos foram removidos. A poda será feita com auxílio de moto-poda e também com serra. Além disso, a poda será aplicada em Setembro, preferencialmente, no período em que as plantas estão saindo da dormência.

As variáveis em estudo serão: fenologia da noqueira-pecã, sendo utilizados os dados agrometeorológicos da Embrapa Estação Terras Baixas, que esta

próxima à propriedade particular, para subsidiar com as variáveis climáticas; a produção e qualidade da noz-pecã.

A fenologia será contabilizada o processo de formação das folhas, formação das flores masculinas e femininas e também o desenvolvimento dos frutos. Para estas contabilizações serão marcados seis ramos por planta por tratamento e em cada repetição e avaliado semanalmente. Para a produção de nozes será selecionado seis ramos, onde o fruto se apresente em desenvolvimento, quando maduros os frutos (e ainda presentes na nogueira-pecã) serão quantificados e pesados, sendo posteriormente estimada através destes ramos marcados a produção para o resto da planta e expresso em kg planta^{-1} . Na parte de qualidade da noz-pecã será realizado a medição do tamanho, comprimento e diâmetro do fruto com auxílio de régua e paquímetro, respectivamente. Além disso, a noz-pecã será quebrada e pesará separadamente, a casca e amêndoa, com objetivo de determinar o rendimento de amêndoa em relação à casca.

O experimento será delineado em blocos ao acaso, sendo que cada linha de plantas de nogueira-pecã (Apêndice 1) se constitui em um bloco contendo todos os tratamentos. O experimento foi constituído de cinco blocos, sendo que cada bloco apresenta três plantas. Devido à avaliação em duas safras, o experimento terá um esquema fatorial. Ou seja, um fator será a poda (três tratamentos) e outro a safra (dois tratamentos).

2.7.2 Experimento de Cobertura Vegetal

Este experimento será realizado na mesma propriedade rural particular, porém em área diferente do experimento da poda. Sendo assim a localização, o clima, o solo são os mesmos, já no caso da adubação e calagem foi realizado análise de solo que foi corrigido conforme Manual de Adubação e Calagem para o RS e SC (2004). As nogueiras-pecã (material de estudo) foram implantadas juntamente com as descritas no experimento de poda.

Este estudo terá como tratamento diferentes coberturas vegetais, sendo quatro tratamentos, a testemunha, ou seja, cobertura nativa. Os demais são espécies forrageiras com potencial de plantas de cobertura: azevém, aveia e trevo-branco. As coberturas vegetais por terem seu ciclo de crescimento e desenvolvimento compreendido do outono a primavera serão implantados (semeados) logo após a colheita das nozes-pecã. A densidade de semeadura para a aveia, azevém e trevo-branco será respectivamente, o equivalente a 60; 30 e 10 Kg ha⁻¹. A semeadura vai ser lançada diretamente sobre a cobertura vegetal existente, após 45 dias será aplicado uma dose equivalente de 40 Kg de uréia ha⁻¹, com a finalidade de promover um crescimento maior das plantas herbáceas.

As variáveis que serão avaliadas: produção de matéria verde e seca da cobertura vegetal; fenologia da cobertura vegetal; fenologia da noqueira-pecã; resíduo da cobertura vegetal; produção e qualidade da noz-pecã.

A produção de matéria verde e seca será realizada quando a planta estiver emitindo a inflorescência, para isso será coletado três amostras de 0,25 m² no entorno da noqueira-pecã. O material será cortado com o auxílio de tesoura rente ao solo e levado após para a pesagem, posteriormente, será colocado na estufa de ar forçado com temperatura de 60°C até massa constante, sendo a produção de matéria verde e seca estimadas em kg ha⁻¹. Quanto à fenologia serão coletados 10 plantas da cobertura vegetal (exceto a cobertura nativa) em um período de 15 em 15 dias, até a exposição da inflorescência. A fenologia da noqueira-pecã será avaliada de forma semelhante ao realizado no experimento da poda. O resíduo da cobertura vegetal será avaliado quando as plantas estão senescidas e será procedido da seguinte forma: serão coletadas três amostras de 0,25 m² no entorno da noqueira-pecã, com o intuito de determinar o resíduo no final do ciclo da cultura herbácea, com o material coletado será levado para a estufa de ar forçado com temperatura de 60°C até massa constante, sendo posteriormente, pesado e estimado em kg ha⁻¹. Quanto à produção e qualidade da noz-pecã o processo será igual ao relatado no experimento de poda.

O experimento será delineado em blocos ao acaso, sendo constituído de três blocos (Apêndice 2). O bloco será constituído de nove plantas de noqueira-pecã. Além disso, devido à realização do experimento em duas safras, será considerado um esquema fatorial, onde apresenta cobertura vegetal (quatro tratamentos) e a safra (dois tratamentos).

2.7.3 Experimento de Adubação

O experimento sobre adubação será realizado na mesma propriedade rural particular, onde será realizado o experimento de poda e cobertura vegetal. Porém será uma área distinta dos experimentos citados anteriormente. Portanto, a localização, clima e solo são os mesmos.

O fator a se estudar neste experimento será níveis de adubação, constando a testemunha, a qual não foi adubada as plantas de noqueira-pecã. Será feito uma análise de solo e corrigido conforme o Manual de Adubação e Calagem para o RS e SC (2004), sendo a adubação recomendada conforme o manual outro tratamento. Os demais tratamentos serão a recomendação mais 50% do recomendado e o dobro do recomendado, ou seja, este experimento totalizará quatro tratamentos. O cloreto de potássio e superfosfato triplo serão aplicados manualmente, em dose única quando a planta sair da dormência. Já conforme a dose, a ureia será dividida em três partes iguais, sendo um terço aplicado juntamente com os adubos citados anteriormente, as demais doses serão aplicadas mensalmente.

As variáveis avaliadas serão fenologia da noqueira-pecã; análise de solo (macronutrientes, principalmente, N, P e K); análise foliar; produção e qualidade da noz-pecã.

A avaliação da fenologia será a mesma descrita no experimento de poda. A análise de solo será realizada após a colheita, sendo coletado solo de quatro pontos entorno da planta de noqueira-pecã por cada tratamento e por cada bloco. A amostra de solo será coletada numa profundidade de até 20 cm com auxílio de

trado rosca. A análise de solo será realizada pela Embrapa. Já para análise foliar será coletado 10 folhas de cada planta por cada tratamento e em cada bloco, com o intuito de avaliar os níveis de nutrientes, principalmente, o N, P e K, sendo esta análise realizada pela Embrapa. Já quanto à produção e qualidade da noz-pecã será avaliada de acordo com o relatado pelo experimento de poda.

O delineamento será em blocos ao acaso, contendo quatro tratamentos e oito blocos (Apêndice 3). Sendo ainda, o experimento realizado em duas safras, então haverá um esquema fatorial, isto é, haverá o fator com níveis de adubação e fator com as safras.

2.7.4 Experimento de Sistema Agroflorestal

Este experimento será realizado na Embrapa na estação Cascata, Pelotas, localizada na seguinte coordenada geográfica: latitude 31°37'9" S, longitude 52°31'33" O e altitude de 170 m. O clima da região é subtropical úmido – Cfa conforme Köppen, que apresenta chuvas bem distribuídas ao longo do ano e temperatura média baixa no mês de Julho, já quanto à temperatura média alta, a ocorrência é no mês de Janeiro.

O solo foi identificado como Argissolo que apresenta como característica horizonte B textural de argila com atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa (EMBRAPA, 2006).

As noqueiras-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] serão o material em estudo. Elas apresentam dois anos de implantação, sendo manejadas com outras espécies lenhosas, principalmente, espécies nativas, exóticas e frutíferas, as quais, também foram implantadas no mesmo ano. Há ainda, nas entrelinhas espécies herbáceas implantadas com finalidade de promover o incremento de biomassa. A disposição das plantas de noqueira-pecã está em um espaçamento entre elas de 10 x 10m, dentro deste espaço foram implantadas diversas espécies de nativas, exóticas e frutíferas lenhosas.

Nesta área o estudo será avaliar o crescimento e desenvolvimento da noqueira-pecã em relação às espécies nativas, exóticas e frutíferas, sendo cada uma destas um tratamento, o que totaliza este em três.

As variáveis deste estudo serão diâmetro e altura das plantas de noqueira-pecã, nativas, exóticas e frutíferas; avaliação da produção de frutos das plantas frutíferas; fenologia das plantas de noqueira-pecã. Os dados agrometeorológicos desta área serão extraídos da EMBRAPA estação Cascata.

Quanto à avaliação de diâmetro e altura será feito com auxílio de régua e mensurado num intervalo semanal, assim como a fenologia, porém esta avaliação, somente será aplicada a noqueira-pecã. Já a produção de frutos das espécies frutíferas será quantificada em quatro ramos marcados, por conseguinte serão colhidos os frutos e pesados, e o valor será estimado para o resto da planta em kg ha^{-1} .

O delineamento do experimento será em blocos ao acaso, onde cada linha de cultivo constituirá um bloco. Apresentará o referido experimento quatro blocos. Além disso, com a avaliação de duas safras, o experimento será elabora em um esquema fatorial, onde apresenta o fator espécies lenhosas, que apresenta quatro tratamentos e outro à safra com dois tratamentos.

2.7.5 Experimento de Implantação do Pomar de Noqueira-pecã

Este experimento será realizado no Centro Agropecuário da Palma, Capão do Leão, localizada na seguinte coordenada geográfica: latitude $31^{\circ}48'12''$ S, longitude $52^{\circ}30'33''$ O e altitude de 46 m. O clima da região é subtropical úmido – Cfa conforme Köeppen, que apresenta chuvas bem distribuídas ao longo do ano e temperatura média baixa no mês de Julho, já quanto à temperatura média alta, a ocorrência é no mês de Janeiro.

O solo foi identificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, que apresenta como característica a coloração citada no na identificação. O argissolo apresenta o horizonte textural B imediatamente abaixo do A ou E, além de apresentar atividade

baixa de argila ou atividade alta de argila conjugada com saturação por bases baixa (EMBRAPA, 2006). Executará uma análise de solo e será feita uma recomendação de adubação e calagem conforme o Manual de Adubação e Calagem para o RS e SC (2004).

O material em estudo será a noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch]. As mudas serão cedidas pela empresa Divinut (oriunda do município de Cachoeira do Sul), sendo fornecido quatro cultivares, porém somente uma cultivar será avaliada, as demais são cultivares tidas como polinizadoras. Sendo o estudo avaliar altura do primeiro ramo, com intuito de avaliar a disposição dos ramos principalmente para a realização de manejos. As alturas avaliadas serão 1,2; 1,7 e 2,2 m e mais a testemunha. As mudas serão implantadas no mês de novembro de 2015.

As variáveis deste experimento serão: altura; diâmetro; sobrevivência de plantas e fenologia da noqueira-pecã.

Serão avaliados altura e diâmetro com auxílio de trena e fita métrica. Já quanto a sobrevivência das plantas de noqueira-pecã será contabilizado o número de plantas que apresentarem o seu crescimento e desenvolvimento normalmente e expresso em porcentagem. Além disso, será realizada a fenologia assim como descrito no experimento de poda, exceto a parte de floração e frutificação que possivelmente, não apresentará.

O delineamento será em blocos ao acaso, apresentando cinco blocos. Além disso, o experimento será avaliado em dois anos. Portanto, haverá um esquema fatorial, tendo o fator altura (quatro tratamentos) e o fator ano (dois tratamentos).

2.7.6 Experimento Análise de Mercado da Noz-pecã

O experimento será realizado juntamente à EMBRAPA e ao SEBRAE por meio de docerias pelotenses que pertencem a Associação dos Produtores de Doces de Pelotas. Será aplicado o questionário a 10 docerias e assim terá uma situação do mercado de consumo da noz-pecã.

O município de Pelotas tem como atrativo os famosos doces de Pelotas. Alguns doces produzidos incluem o consumo de noz-pecã. Portanto será aplicado um questionário com a finalidade de determinar o preço que as docerias pagam; saber a quantidade de noz-pecã comprada e consumida em determinado período de tempo e também saber se há estocagem e quanto tempo fica estocado a noz-pecã.

2.7.7 Análise Estatística

Os dados serão submetidos à análise de variância e em caso de significância será utilizado um teste de comparação de médias para variáveis qualitativas. Já para as variáveis quantitativas serão utilizados regressões polinomiais.

No caso da análise dos consumidores de noz-pecã, para esta será utilizado à estatística descritiva, ou seja, os dados serão expressos em porcentagem e exposto em gráficos.

2.8. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Atividades	2015											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Revisão Bibliográfica								X	X	X	X	X
Elaboração do projeto								X	X	X	X	
Adubação										X	X	X
Poda									X			
Fenologia									X	X	X	X
Coleta de dados									X	X	X	X
Atividades	2016											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Revisão Bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Adubação										X	X	X
Poda									X			
Fenologia	X	X	X	X	X				X	X	X	X
Análise do fruto					X	X	X					
Coleta de dados	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
Tabulação dos dados			X	X	X	X	X	X				
Atividades	2017											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Revisão Bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Adubação										X	X	X
Poda									X			
Fenologia	X	X	X	X	X				X	X	X	X
Análise do fruto					X	X	X					
Coleta de dados	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
Tabulação dos dados			X	X	X	X	X	X				
Qualificação							X					
Atividades	2018											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Revisão Bibliográfica	X	X	X	X	X							
Análise do fruto				X	X	X						
Tabulação dos dados	X	X	X	X	X							
Coleta de dados	X	X	X	X	X							
Elaboração da Tese	X	X	X	X	X							
Defesa da Tese							X					
Publicação						X	X					

2.9. PREVISÃO ORÇAMENTÁRIA

Descrição	Unidade	Quantid.	Preço unit. R\$	Valor R\$
Mudas de Nogueira-pecã	-	50	30,00	1.500,00
Motopoda	-	1	2.350,00	2.350,00
Calcário	T	2	100	200,00
Ureia	Kg	350	3,00	1.050,00
Cloreto de Potássio	Kg	350	2,50	875,00
Superfosfato Triplo	Kg	300	1,80	540,00
Tesoura de Poda		2	120,00	240,00
Sementes de aveia	Kg	60	1,80	108,00
Sementes de azevém	Kg	30	4,00	120,00
Sementes de trevo branco	Kg	10	30,2	302,00
Material de escritório	-	-	-	1.000,00
Combustível	L	1.315,80	3,80	5.000,00
Material de laboratório e vidraria	-	-	-	3.500,00
Livros	-	-	-	1.000,00
Eventos	-	-	-	2.000,00
Pôster e Banner	-	-	-	100,00
Outros materiais	-	-	-	1.000,00
Sub-total				20.885,00
Imprevistos (10% do sub-total)				2.088,50
Total				22.973,50

2.10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIEIRI, M. **Agroecologia bases científicas para uma agricultura sustentável**. Rio de Janeiro: Expressão popular, 2012.

BARACUHY, J. B. da C. **Determinação do período de floração e viabilidade de pólen de diferentes cultivares de noqueira peca *Carya illinoensis* (Wang) K. Koch**. 1980. 52f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1980.

BASTOS, P. V.; ROSA, R. G.; VELASQUES, N. C.; HIPÓLITO, A. W. Sistema agroflorestal com ênfase em noqueira-pecã, dentro de um design permacultural. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, Porto Alegre, 2013.

BUENO, F. S.; SOLANE, R. B.; TIER, M. A. D. Projeto de uma descascadora de nozes. In.: XXVI Congresso Regional de Iniciação Científica & Tecnológica em Engenharia - CRICTE, Alegrete, 2014. **Anais...** Alegrete, 2014. Disponível em: <http://cc.alegrete.unipampa.edu.br/cricte/papers/cricte2014_submission_172.pdf>. Acesso em 5 nov. 2014.

CATTAPAN, M. I. Z.; FINAMORE, E. B. Avaliação econômica-financeira da introdução da produção e industrialização de noqueira-pecã pela Cooperativa Cotrisana – RS. In.: 5º Encontro de Economia Gaúcha, Porto Alegre, 2010. **Anais...** Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.fee.rs.gov.br/eventos/encontro-de-economia-gaucha/5-encontro-de-economia-gaucha-2010/>>. Acesso em 12 nov. 2015.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2ª ed, 2006, 306p.

FILHO, A. C.; POLETTO, T.; MUNIZ, M. F. B.; BAGGIOTTO, C.; POLETTO, I. Dimensionamento amostral para avaliação da massa e diâmetro de frutos de noqueira-pecã. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, Santa Maria, p. 794-798, 2015.

FILIPPIN, I. L. **Viabilidade econômica do cultivo de noqueira pecã em áreas de reserva legal e de preservação permanente**. 2011. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

GATTO, D. A. **Características tecnológicas do vergamento das madeiras de *Luehea divarticata*, *Carya illinoensis* e *Platanus x acerifolia* como subsidio para o manejo florestal**. 2006. 115f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

GOMES, R. P. Fruticultura Brasileira. São Paulo: Nobel, 13ª ed, 1976, 446p.

IAC. Instituto Agrônomo de Campinas. Pecã. Campinas, 1998 (Boletim 200). Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/frutas/frutiferas_cont.php?nome=Pec%C3%A3>. Acesso em 13 nov. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Produção Agrícola Municipal**, 1975-1994. Estatísticas Básicas: séries retrospectivas – nº 7, 1997, 726p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Produção Agrícola Municipal, 2006-2012**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2012/default_perm_xls.shtm>. Acesso em 13 nov. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Solos. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/pedologia/unidades_federacao/rs_pedologia.pdf>. Acesso em 13 nov. 2015.

INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Frutos secos: evolución del mercado internacional y situación argentina. General Roca, Rio Negro, Junho, 2015. Disponível em: <<http://inta.gob.ar/documentos/frutos-secos-evolucion-del-mercado-internacional-y-situacion-argentina>>. Acesso em 8 nov. 2015.

KORNSTEINER, M.; WAGNER, KH.; ELMADFA, I. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. **Food Chemistry**, v. 98, n. 2, p. 381-387, 2006.

LAZAROTTO, M. **Identificação e caracterização de *Fusarium spp.* associado a *Carya illinoensis* no Rio Grande do Sul**. 2013. 156f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

LAZAROTTO, M.; BOVOLINI, M. P.; MUNIZ, M. F. B.; HARAKAWA, R.; REINIGER, L. R. S.; SANTOS, A. F. DOS. Identification and characterization of

pathogenic *Pestalotiopsis* species to pecan tree in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 6, Brasília, p. 440-448, 2014.

MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 10 ed, Porto Alegre, 2004, 400p.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Registro Nacional de Cultivares – RNC. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em 13 nov. 2015.

OJEDA-BARRIOS, D. L.; HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, O. A.; MARTÍNEZ-TÉLLEZ, J.; NÚÑEZ-BARRIOS, A.; PEREA-PORTILLO, E. Aplicación foliar de quelatos de zinc en nogal pecanero. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v. 15, n. 2, Chapingo, p. 205-210, 2009.

ORO, Tatiana. **Composição nutricional, compostos bioativos e vida de prateleira de noz e óleo prensado a frio de noz-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh). C. Koch]**, 2007. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

ORTIZ, ORTIZ, E. R. N.; CAMARGO, L. E. A. Doenças da Nogueira Pecan. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Eds.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. cap. 54, p. 530-536.

POLETTO, T.; LAZAROTTO, M.; BAGGIOTTO, C.; MUNIZ, M. F. B.; POLETTO, I.; HAMANN, J. J.; MACIEL, C. G.; WALKER, C. Análise de características dos frutos de cultivares de noqueira-pecã cultivadas no Rio Grande do Sul. In.: SEPE – Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão, Santa Maria, 2012. **Anais...** Santa Maria, 2012. Disponível em: <<http://www.unifra.br/eventos/sepe2012/Trabalhos/6908.pdf>>. Acesso em 3 nov. 2015.

POLETTO, T.; MUNIZ, M. F. B.; BAGGIOTTO, C.; CECONI, D. E.; POLETTO, I. Fungos associados às flores e sementes da noqueira-pecã (*Carya illinoensis*). **Revista de Ciências Ambientais**, v. 8, n. 1, Canoas, p. 5-13, 2014.

PRADO, A. C. P. do. **Avaliação da atividade antioxidante da casca e torta de noz-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch]**, 2008. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

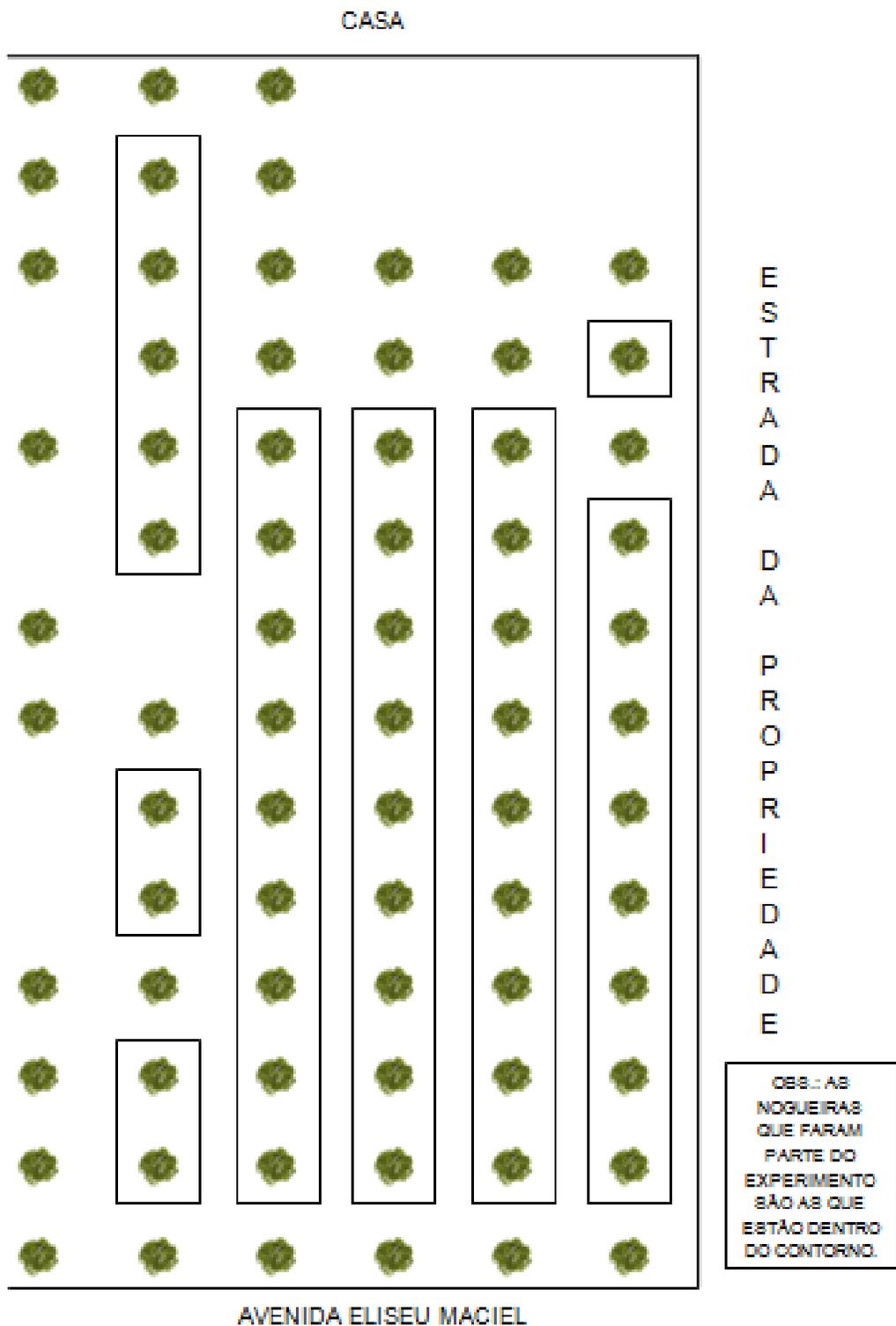
SCHIRMER, J.; LUCCHESI, O. A.; SMANIOTTO, J.; STELLA, A. L. S.; GARCIA, E.; BOTTON, R. P. Avaliação de implantação de noqueira pecã (*Carya illinoensis* K.) em diferentes densidades de plantio. In.: Salão do Conhecimento Unijuí, XIX Jornada de Pesquisa, Ijuí, 2014. **Anais...** Ijuí, 2014 Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/download/3515/2915>>. Acesso em 5 out. 2015.

STELLA, A. L. S.; LUCCHESI, O. A. Avaliação da bibliografia livre como subsídio aos sistemas de cultivo de noqueira-pecã (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch). In.: Salão do Conhecimento Unijuí, V Seminário de inovação e tecnologia, Ijuí, 2015. **Anais...** Ijuí, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/viewFile/4977/4162>>. Acesso em 3 nov. 2015.

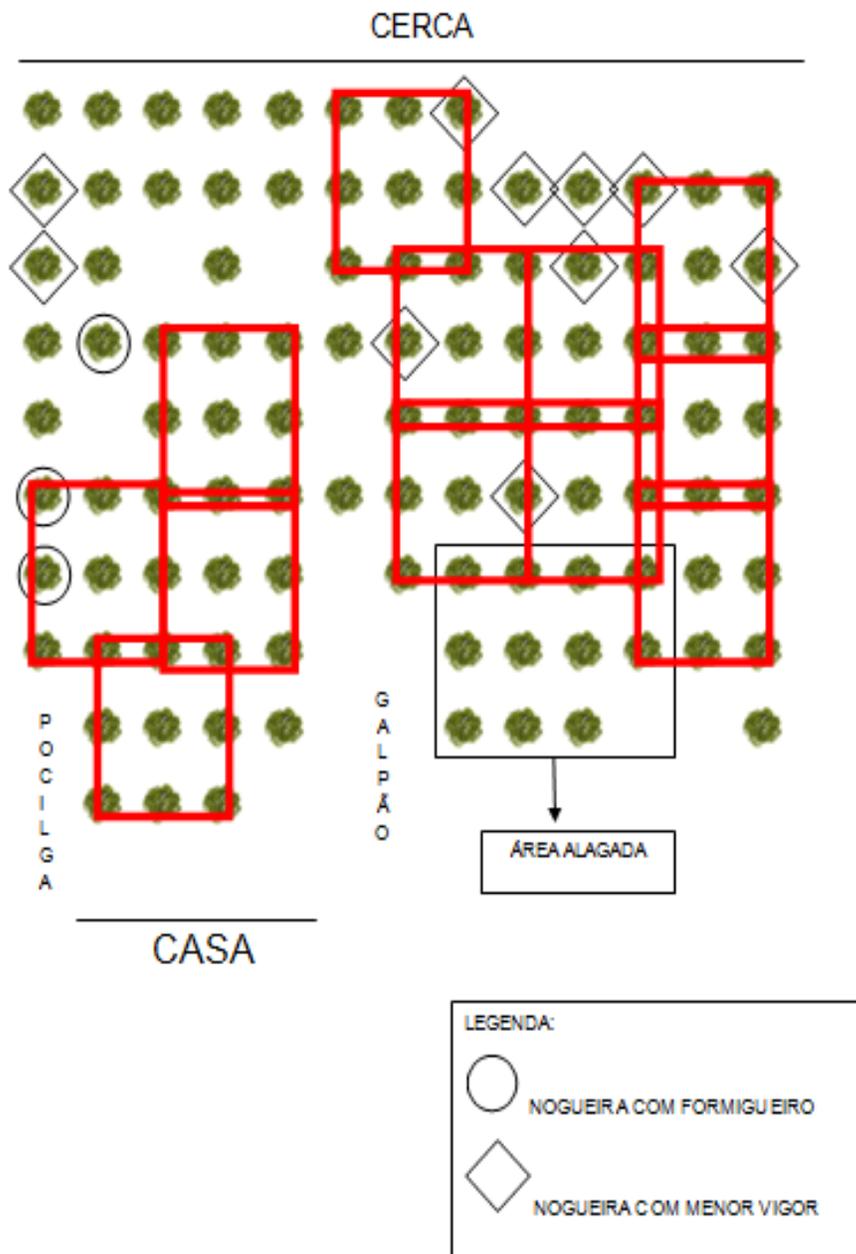
ZERMEÑO-GONZÁLEZ, A.; FLORES-GUERRERO, J. A.; MUNGUÍA-LÓPEZ, J. P.; GIL-MARÍN, J. A.; RODRÍGUEZ-GARCÍA, R.; CATALÁN-VALENCIA, E. A.; IBARRA-JIMÉNEZ, L.; ZERMEÑO-GONZÁLEZ, H. Evapotranspiración y su relación con la evapotranspiración a equilibrio de una huerta de nogal pecanero (*Carya illinoensis*) del norte de Mexico. **Agrociencia**, v. 44, n. 8, Texcoco, p. 885-893, 2010.

2.11. APÊNDICES

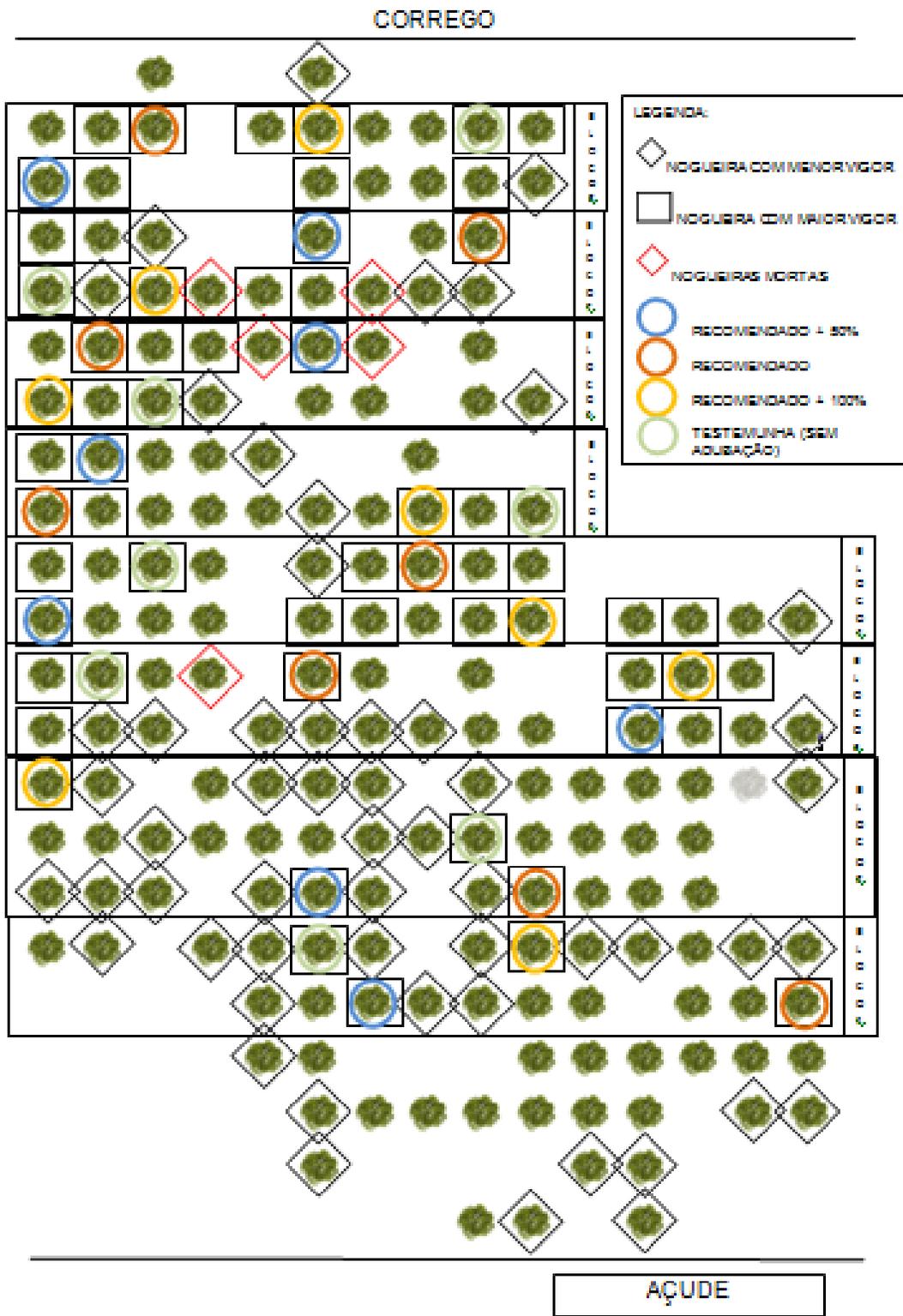
APÊNDICE 1



APÊNDICE 2



APÊNDICE 3



3. RELATÓRIO DE CAMPO

No período de doutorado, foi conduzido experimentos com a cultura da noqueira-pecã, referente ao manejo de pomares subutilizados, fenologia, adubação, implantação de pomar e sistema agroflorestal. A seguir serão descritos as atividades realizadas na condução dos diversos experimentos.

O experimento de implantação de noqueira-pecã realizado no Centro Agropecuário da Palma, Capão do Leão, RS. No outono havia tido uma preparo de solo com gradagem e cultivo de aveia. Nesta área foi feito coveamento com profundidade adequada ao recobrimento da raiz e também antes do plantio foi realizado a adubação diretamente na cova conforme recomendação do Manual de adubação e calagem do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

A implantação das noqueiras-pecã foram realizadas em outubro de 2015, foram implantadas quatro cultivares: Barton, Choctaw, Shawnee e Stuart. Foram plantadas ao total 50 mudas, sendo 35 mudas da Barton e 5 mudas de cada cultivar, desta forma, o objetivo era a Barton como cultivar produtora e as demais polinizadora. Para melhor condução das mudas se utilizou tutor de 2 m e sobre este e muda foi envolto o formifita® (produto para evitar o acesso de formigas a parte da área da muda). Importante ressaltar que as mudas obtidas são oriundas de doação pela empresa Divinut. O objetivo deste experimento era a condução das plantas quanto a altura do primeiro ramo em relação ao solo. Devido à incidência elevada de formigas e ao dano ocorrido também por lebres, às plantas apresentavam desenvolvimento comprometido.

O experimento em pomares subutilizado foi realizado em propriedade particular localizada no Capão do Leão, na Avenida Eliseu Maciel. Nesta área o propósito foi trabalhar: adubação de manutenção; cobertura vegetal e poda. As plantas estavam sem manejo, apresentavam cerca de 40 anos. A área era constituída de três cultivares: Mahan; Moneymaker e mais uma cultivar. A propriedade foi segmentada em três experimentos. Nas três áreas foram realizadas as coletas de solo e posterior análise para devida correção. Nas três áreas foi realizada a adubação. Porém, um dos experimentos tratou de utilizar níveis de adubação. Primeiramente foi feito uma seleção das plantas que apresentaram condições de manejo. Os tratamentos consistiram em: testemunha (sem adubação); a adubação recomendada; a recomendação mais 50% e o dobro da recomendação. A adubação foi parcelada conforme instrução do Manual de

adubação e calagem do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Aplicada em setembro, novembro e fevereiro de 2015. Na área que foi selecionada para cobertura vegetal, seriam implantadas as espécies anuais após colheita das nozes. Nestes dois experimentos não foi possível à continuidade devido a acessibilidade e também ao afano das nozes, o que comprometeria o estudo.

Já quanto ao experimento relativo a poda foi possível a realização, sendo os tratamentos empregados: testemunha (sem poda), poda de intensidade leve e poda de intensidade pesada. A poda foi realizada com auxílio de moto-poda da marca Stihl. A poda foi realizada em setembro de 2015, próximo ao início da brotação das nogueiras-pecã. A poda era feita na haste principal com vista à retirada da dominância apical assim como abertura para ingresso de luz nos ramos mais baixos que se apresentavam sombreados. Após a poda foi realizado a pesagem do material podado. Nas safras seguintes: 2015/16 e 2016/17 foi acompanhado as seguintes variáveis: número de brotações, número de folhas por ramo e número de frutos por ramo, produção de frutos e a queda de frutos antes do enchimento destes. Em laboratório da Universidade Federal de Pelotas, do departamento de fruticultura, de posse das nozes colhidas foi possível averiguar as seguintes variáveis: o número de nozes, peso médio do fruto, diâmetro e comprimento de noz, peso de amêndoa e peso de casca, rendimento de amêndoa.

Em parceria com Edson Ortiz, que dispunha de dados avaliados de 1992 a 1999, em experimento realizado em pomar produtivo, em Cachoeira do Sul. Foi feito a análise sobre essas informações, ele tinha informações relativas ao início da brotação, período de liberação de pólen e receptividade do estigma. Em um dos fatores, os tratamentos eram a irrigação e ausência dela. Além disso, o outro fator possuía 23 cultivares.

Em Turuçu, numa propriedade particular foram executados dois experimentos, um experimento consistiu em avaliar os parâmetros de crescimento da planta, e também o desenvolvimento fenológico. O segundo experimento consistiu em outra área a aplicação de adubo orgânico, os tratamentos consistiram em: testemunha (sem adubação); 24; 48 e 96 Kg de adubo orgânico por planta, sendo essa adubação aplicada um terço em setembro, outro em novembro (de 2015) e por fim em fevereiro (de 2016). Este experimento não teve prosseguimento devido à incidência de formigas, danificando significativamente as plantas e outra ocorrência foi à deriva de herbicida aplicado em área lindeira.

Quanto ao outro experimento em Turuçu, com propósito de se trabalhar a avaliação fenológica apresentava 112 plantas, onde foram marcadas e avaliadas.

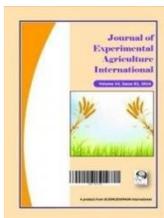
As cultivares presentes nesta propriedade foram: Barton, Imperial, Melhorada e Sucess. A primeira é tida como produtora e as demais como polinizadoras. As noqueiras-pecã foram implantadas em 2014. Na avaliação das plantas foi feito a mensuração de altura e diâmetro das plantas. Quanto à fenologia foi mensurado o desenvolvimento vegetativo e também da floração masculina e feminina. As avaliações se deram nas safras e 2015 e 2016. Na análise das plantas não se tinha o conhecimento de qual cultivar eram as plantas, desta forma, a identificação ficou comprometida, pois as plantas não chegaram à frutificação.

Na Embrapa Clima Temperado, estação experimental Cascata, pertencente ao município de Pelotas estava presente o experimento do sistema agroflorestal, em que se estavam avaliando as cultivares de noqueira-pecã: Barton, Cape Fear, Desirable e Shawnee. As noqueiras-pecã foram implantadas em 2015. O sistema agroflorestal possui 16 espécies arbóreas perenes, destas seis eram espécies com propósito frutícola (bergamota, butiá, caqui, goiaba, laranja e noqueira-pecã). Nas demais espécies (exceto o butiá) foram feita a colheita e avaliação dos frutos, como número de frutos, pesagem e dimensões dos frutos. Já quanto as noqueiras-pecã foram avaliadas as seguintes variáveis: altura e diâmetro das plantas, comprimento e diâmetro de ramo, número de gemas por ramo, número de ramos, número de folhas por ramo, número de ramos no final do ciclo, fenologia (crescimento e desenvolvimento da brotação, floração feminina e masculina), número de cachos e flores, incidência de formiga. No laboratório foram mensurados área foliar, contagem do número de folíolos e feito também a pesagem fresca e seca da amostragem da área foliar.

4. ARTIGO PRODUZIDOS

ARTIGO 1 Pecan: from Research to the Brazilian Reality

Publicado na Revista Journal of Experimental Agriculture International



Journal of Experimental Agriculture International

23(6): 1-16, 2018; Article no.JEAI.41899

ISSN: 2457-0591

(Past name: American Journal of Experimental Agriculture, Past ISSN: 2231-0606)

Pecan: from Research to the Brazilian Reality

Mauricio Gonçalves Bilharva^{1*}, Carlos Roberto Martins², Jonas Janer Hamann³, Diniz Fronza³, Rudinei De Marco¹ and Marcelo Barbosa Malgarim¹

¹*Federal University of Pelotas (UFPeL), Pelotas, Brazil.*

²*Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), Pelotas, Brazil.* ³*Federal University of Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Brazil.*

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration between all authors. Authors MGB and CRM designed the study, wrote the protocol, and wrote the first draft of the manuscript. Authors RM and MBM managed the analyses of the study. Authors JJH and DF managed the literature searches. All authors read and

approved the final manuscript.

Article Information

DOI: 10.9734/JEAI/2018/41899

Editor(s):

(1) Iván Francisco García-Tejero, Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), Centro Las Torres-Tomejil, Alcalá del Río (Sevilla), Spain.

Reviewers:

(1) Raúl Leonel Grijalva-Contreras, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Mexico.
(2) S. M. Tahir, Kaduna State University, Nigeria.

Complete Peer review History: <http://www.sciencedomain.org/review-history/25141>

Received 22nd March 2018
Accepted 31st May 2018
Published 14th June 2018

Review Article

ABSTRACT

Cultivation of pecan trees has increased in Brazil, mainly in the south, in recent years. Despite investments – triggered by the demand and promising market– made by both small and large farmers, actual productivity has still been below its potential. Lack of technical information not only about the culture of pecan trees but also about the development and adequacy of technologies, which are appropriate to the edafoclimatic conditions found in the south of Brazil, corroborate low productivity and poor investments in the sector, mainly preventing production from supplying the internal market. Some pioneering initiatives in the south of Brazil and positive experiences in neighboring countries, such as Argentina and Uruguay, have shown the potential to cultivate pecan in the region. This study aimed at introducing and analyzing the development of researches, general characteristics of the culture, the evolution of cultivation and dissemination of pecan trees in Brazil, mainly in the south of the country.

**Corresponding author: E-mail: maugb88@hotmail.com, mauriciobilharva@gmail.com;*

Keywords: Carya illinoensis; cultivar; management; Pecan tree.

1. INTRODUCTION

Interest in cultivation and consumption of nuts, such as pecans, has increased considerably worldwide in recent years [1]. Scientific evidence of benefits of nuts, since they are healthy and nutritive food in the human diet, has increased consumption and, consequently, its demand [1,2,3,4]. Interest in cultivating pecan trees (*Carya illinoensis*) and producing pecans, mainly in southern Brazil, has increased [5] due to favorable climatic conditions and as the result of increasing consumption and fruit appreciation [6,7]. Even though Brazil has been a reference in the cultivation of several fruit trees [8] and has got international recognition, the same does not happen regarding pecan production, which is below the amount needed for the country's consumption. The Brazilian market has been historically supplied by other countries; in the last 10 years, there was 40% increase in expenses with nut importation [9].

The pecan tree (*Carya illinoensis* (Wangenh.)

K. Koch (Jugladiaceae) is an important fruit species which predominates in temperate regions in the northern hemisphere [5,10,11]. It is a high deciduous tree that fruits for a long time. It is native to the United States and Mexico but, when it got popular, it triggered cultivation in several countries in different continents, such as South America, where it spread to Uruguay, Argentina, Chile, Peru and Brazil [6,12,13,14,15]. The culture has expanded in China, South Africa, Australia, Argentina, Uruguay and Brazil lately [16].

In Brazil, it was introduced in São Paulo (SP) state in 1870 by North-American immigrants but it only started to be commercially explored around 1960-70, from Minas Gerais (MG) to Rio Grande do Sul (RS) states [17,18]. At that time, several orchards – which stretched over 17,000 ha [19] – were implemented, mainly in the south of Brazil. However, the project was affected by lack of support, information and research that could base cultivation [20,21,22]. The estimate is that there are about 10 thousand ha of pecan trees, mostly cultivated by small farmers and their families, whose properties range from 4 to 15 ha. Production in RS state stands out since it is the largest producer of pecans in Brazil in more than 5 thousand ha, followed by Paraná (PR) and Santa Catarina (SC) states [7].

Even though technologies used for cultivating pecan trees have been established for more than

100 years in Brazil [21], there is scarcity of scientific publications which take into account the country's edafoclimatic conditions [23]. It shows needs and obstacles related to pecan cultivation and production.

This review paper aimed at introducing information about the evolution of pecan culture in recent years. It highlights some studies that were carried out in Brazil and discusses some production bottlenecks, besides pointing out some challenges and opportunities regarding pecan production in the country.

2. NUTS: “DRY FRUITS”

Nuts, also known as dry fruits, have been defined as the portion of edible seeds, with low water content and considerable amount of oil, which are usually consumed dry [24]. Peanuts (*Arachis hypogaea* L.), almonds (*Prunus dulcis*), hazelnuts (*Corylus avellana*), Brazil nuts (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), cashew nuts (*Anacardium occidentale* L.), macadamia nuts (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), walnuts (*Juglans regia* L.), pine nuts (*Araucaria* spp.), pistachio (*Pistacia vera* L.) and pecans [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] are the most common nuts, according to the [25].

In Brazil, the main ones are cashew nuts, Brazil nuts, macadamia nuts and pecans [26], even though they have adapted to regions with different conditions. Regarding cashew and Brazil nuts, they have developed in the north and northeast, where the climate is tropical, while macadamia nuts and pecans are more common in the south and southeast, in regions whose climate is subtropical and temperate (usually mild temperatures).

Dry fruits have considerable contents of unsaturated fat, proteins, vitamins (A, B and C), minerals (calcium, phosphorus, iron, sodium and potassium) (Table 1).

Fatty acids in pecans, mainly oleic and linoleic ones, have from 16 to 18 carbons. Besides, pecans contain tocopherol, which is a natural antioxidant [31,32], and phytochemicals (flavonoids, carotenoids and phytosterols). They also have cardioprotective, anticarcinogenic and anti-inflammatory activities. [33] points out that pecans have polyphenols, which exhibit antioxidant activity.

Table 1. Nutritional properties of dry fruits (hazelnut, Brazil nut, macadamia nut, pecan, walnut and pistachio)

Components (%)	Hazelnut ¹	Brazil nut ²	Macadamia nut ¹³	Pecan ^{23,4}	Walnut ¹	Pistachio ¹³
Water	5.0 – 5.8	4.0	1.1 – 2.0	3.4 -6.0	3.0 – 5.0	5.3
Protein	12.6 – 15.0	15.0	7.9 – 9.3	9.2 -14.0	14.8	19.3
Lipid	61.0 – 62.4	63.0	76 – 78.6	59.0 – 72.0	64.0	52 – 53.7
Carbohydrate	16.7 – 17.0	29.0	7.5 – 13.8	15.0 – 18.0	16.0	19.0
Vitamins and minerals	%	%	Mg	Mg	%	Mg
Vitamin A	<1	-	-	130	0,6	230
Thiamine, B1	43	-	0.215	0.86	24	0.67
Riboflavin, B2	7	-	118	0.13	8.1	-
Niacine, B3	9	-	1.59	0.9	5.0	1.4
Vitamin C	10	-	-	2	4,4	-
Calcium	11	0.15	0.06*	73	12	131
Phosphorus	41	0.88	0.24*	289	48	500
Iron	26	0.0023	-	2.4	31	7.3
Sodium	0	0.001	-	Traces	-	-
Potassium	19	0.67	-	603	9.6	972

¹[27]; ²[28]; ³[29]; ⁴[30]

According to [30], pecan consumption mitigates the incidence of certain diseases, such as Alzheimer's, Parkinson's and other degenerative ones.

Besides the fruit itself, pecan shell can also be used, since it has antioxidant activity [33,34] and considerable amount of fiber, i. e., 48.6% [32]. Gallic acid accounts for 78% of the phenolic composition [33].

Benvegnú et al. [33] studied the effect of the aqueous extract of pecan shell on the mitigation of the effect of cyclophosphamide, in situations in which it is used as a chemotherapeutical substance that is toxic to some organs. [35] stated that the aqueous extract of pecan shell exerts an effect on the protection against signs of anxiety during abstinence of secondhand smoke in mice.

A recent meta-analysis of nut consumption provided more evidence of the fact that it may mitigate risks of stroke, cardiovascular diseases and cancer, besides mortality due to diabetes, respiratory and infectious diseases [1].

3. THE GENUS *CARYA*

The pecan tree [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] belongs to the family Juglandaceae, which has six genera and approximately 100 species [36].

Regarding the genus *Carya*, it has about 20 species, even though few of them yield edible

nuts. The following species yield edible nuts: *C. cordiformis* (Wang) Koch, *C. glabra* (Mill) Sweet and *C. laciniosa* (Wang) Sarg.. Their common names are bitternut, sweet pignut and kingnut, respectively [29].

Sparks [11] has reported that pecan trees originate from indigenous regions that lie along the Mississippi river in the United States of America. Their fruits are part of the diets of several animals, such as birds, foxes, squirrels, opossums, wild pigs and raccoons, besides humans who have eaten them for more than 10,000 years due to their nutritional value, which is the reason that enabled their geographic dispersion [37]. According to [12], *C. illinoensis* is native to the United States of America and stretches over a broad region from the south of Texas to the north of Iowa. The author also mentions that, because it is a vast region, there is also much disparity among ripening levels of nuts in the country's different regions.

There are more than a thousand varieties that have different fruit shapes, nut quality, tree architecture and reproductive features [38]. This fact is due to the high gene segregation index, as the result of sexual reproduction by seeds, which is the main propagation method [39].

The arrival of pecan trees in Brazil is related to the American Civil War. After the war that reduced the American population, some families decided to leave the United States. Dom Pedro

II, the Brazilian emperor, searched for men who were specialized in cotton cultivation and offered inexpensive land and tax exemption. As a result, Americans came to Brazil, lived in Santa Bárbara d'Oeste and Americana, two cities located in São Paulo state, and developed the cotton culture, besides introducing other cultures, such as watermelon, peach and pecan [16].

4. CHARACTERISTICS OF THE PECAN TREE FRUIT

Fruits of pecan trees have been characterized as drupes which grow in bunches that may hold from three to eight nuts. Fruits are dark brown with black spots [40]. Shells (the epicarp) are elliptic; their outermost layer is convex whereas their inner one is concave. Their shapes vary from globelike to ovoid and the epicarp usually consists of four sections [41].

According to [42], self-pollination occurs when there is increase in endogamy; it results in production of small fruits, low yield of almonds and increase in the thickness of the nut shell. Pecan tree cultivation has increased in Brazil in recent years, mainly in Rio Grande do Sul. Despite investments – triggered by the demand and promising market for pecans – made by both small and large producers, actual productivity has still been below its potential. Annual yield is estimated to be between 600 and 1000 kg.ha⁻¹, whereas other countries outyield this production, e. g., Chile: from 1500 to 3000 (kg.ha⁻¹); Australia, from 2000 to 2500 (kg.ha⁻¹); USA, from 1500 to 3000 (kg.ha⁻¹); Mexico, from 700 to 1500 (kg.ha⁻¹); and Argentina, 2000 (kg.ha⁻¹) [22,43,44,45,46]. In many countries, a semi- extractivist system, with no adequate plant management, yields nuts of poor quality and creates problems regarding culture alternation. Even though some factors may lead to low productivity, quality and yield, lack of technical information about the pecan tree culture, such as the need to implement grafted seedlings and different and complementary varieties in pollination, ends up contributing to this situation.

5. CULTIVARS

The following 41 cultivars can be found in the national index of registered cultivars (RNC, in Portuguese) [47]: Barton, Brooks, Caddo, Cape

Fear, Cherokee, Chetopa, Chickasaw, Choctaw, Clark, Curtis, Davis, Desirable, Elliott, Farley, Forkert, Giles, Gloria Grande, Gormely, Jackson, Jenkins, Jubilee, Kiowa, Mahan, Major, Moneymaker, Moore, Oconee, Owens, Patricks, Pawnee, Peruque, Pitol 1 (Improved), Pitol 2 (Imported), Posey, Prilop of Lavaca, Shawnee, Shoshoni, Sioux, Stuart, Summer and Woodroof. Only two out of 41 cultivars were selected in Brazil: Pitol 1 and 2.

Besides these cultivars, both Imperial and Success have been cultivated, even though they are not registered in the RNC. Some authors disagree regarding the most common cultivars used in Brazil. [48] highlights American cultivars Barton, Caddo, Cape Fear, Choctaw, Moneymaker and Shawnee. [26] designates cultivars as producers (Barton, Desirable and Melhorada) and pollinators (Choctaw, Imperial, Importada, Shawnee and Stuart). [49] states that Barton, Choctaw, Shawnee and Stuart are important cultivars in Brazil. [50] report that Burkett, Frotscher and Moneymaker are the most common ones in Paraná state. There is consensus regarding the fact that a set of cultivars, which is adequate to the technological level, has neither been defined, mainly regarding adaptation and tolerance to climatic and biological adversities, nor had its productive and qualitative potential studied in the region. Thus, good production levels cannot be reached in a sustainable production system. Besides, some factors, such as cultivation in excessively humid places, problems with plagues and diseases and inadequate use of practices and culture management, individually or collectively, show the technological level that reflects decrease in production and quality of harvested fruit.

Pecan trees undergo a morphological phenomenon called dichogamy, in which staminate and pistillate flowers are feasible in different periods, so as to avoid self-pollination. There are protandrous cultivars (Group I), whose staminate inflorescences release pollen before pistillate ones get receptive. In protogynous cultivars (Group II), pistillate inflorescences get receptive before catkins (staminate inflorescence) release pollen. Since this phenomenon is common in the species, pollinating cultivars must be implemented in the orchard so as to offer pollen to the pollination of the cultivar called “producer” [51].

Table 2. Fruit Mass (FM); Hazelnut Mass (HM); Shell Mass (SM); Yield (Y) and the number of nuts per kilogram

Cultivars	FM	HM	SM	Y	Nuts/KG
Barton ¹	7,52 – 11,72	4,08 – 4,71	3,43 – 4,71	54,19	132,97
Choctaw ¹	9,87	5,21	4,66	52,65	101,52
Imperial ²	10,02	5,46	4,56	54,49	100,45
Importada ²	7,37	4,09	3,28	55,50	137,53
Mahan ²	7,93	4,54	3,39	57,12	128,61
Melhorada ²	9,45	5,22	4,23	55,24	107,05
Moneymaker ²	7,41	3,51	3,89	47,36	137,41
Shawnee ¹	8,28	4,7	3,57	56,69	122,15
Stuart ¹	10,72	5,38	5,33	49,84	93,31

¹[49] ²[52]

Fundamental criteria for the choice of cultivars to be implemented are their resistance to scab and preferably precocious production. Above all, it is essential to know the characteristics, such as size, nut yield and quality, of the cultivar fruits [26].

Some authors have already characterized the fruits of some cultivars implemented in Brazil, as shown in Table 2. [49] recommended the cultivar Stuart in case direct sales of fruits are linked to yield, since it needs fewer number of pecans than others to yield a kilogram. However, in process industries, both cultivars Barton and Shawnee are recommended mainly because their fruits have lower amount of shell than others. [52] evaluated sample dimensions of pecan mass and diameter. The cultivars that had the highest fruit mass (FM), Nut mass (NM) and shell mass (SM) were Barton, Importada and Melhorada.

6. PHENOLOGICAL ISSUES

Since pecan trees are native to North America, mainly to the United States and Mexico, their phenology is well characterized. Because Brazilian conditions differ from the ones of their origin, relevant studies are needed. However, they are still scarce in Brazil. Knowledge about phenological behavior and floral compatibility among cultivars is an essential factor in pollination and good fruiting [53].

However, [16] carried out a comparison between the weather in the south of Brazil and in the south of Georgia (GA), USA, and showed that it is similar, thus, enabling information on this state to be used in Brazil.

Tolerance to temperatures of pecan trees varies greatly, since, in winter, they demand

temperatures below 7°C, whereas in the dormant period they need from 50 to 600 chill hours, at temperatures below 7.2°C [20,44,54,55].

Since few chill hours lead to irregular budding, droopy leaves, few ramifications and disuniform flowering, pecan trees may have low yield.

Pecan cultivation in Brazil basically takes place in both southern and southeastern regions. However, its production is mainly concentrated in the three southern states (Rio Grande do Sul, Santa Catarina and Paraná). Just recently have other states in other Brazilian regions implemented small areas, even though reports of the species adaptation (due to cold hours) have not been published yet.

The concentration of plantations in the Brazilian southern region is basically due to edaphoclimatic conditions which are favorable to the development of the plant, especially in relation to the requirement of accumulation of cold hours during the winter. However, within a state, there is great variation. For example, in Rio Grande do Sul, there are regions that can accumulate approximately 600 cold hours, while others do not reach 200 hours [56]. According to [20], they are satisfied with the number of hours cultivation implemented in Rio Grande do Sul, i. e., 400 hours. However, according to [22], it has achieved good production in regions in the state where the accumulation is from around 100 to 200 hours. However, in Brazilian conditions, there is still need for more information and follow-up on the adaptation and development of pecan cultivars cultivated in the different Brazilian regions.

Pecan tree budding is developed during ecodormancy and is related to alpha-amylase activity [57]. Productive potential of nuts is

determined when dormancy ends and entirely connected to growth conditions in the season of the previous year. Nut production is related to the end of dormancy, which is determined by the climate factors of the growth season of the previous year, mainly, the female flowering stage, since it depends on substrates accumulated in the crop of the previous year [58].

The need for cold hours (temperatures equal to or below 7.2°C) during the winter depends on the cultivar, however, agricultural years with a total of hours below the minimum required number can cause physiological disturbances, low percentage and irregularity of bud and consequently reduction of production. As a practice to mitigate this event, in regions where the accumulation of cold is insufficient, it is necessary to use chemicals, such as hydrogen cyanamide (Dormex®) plus mineral oil, or other products, such as garlic extract (which still needs further studies), to provoke the stimulation of budding in pecan trees. Hydrogenated cyanamide develops an action similar to that produced by cold in the reduction of the enzyme catalase in plant tissues, with the increase of pentose phosphate activity, inducing the breakdown of dormancy in plants.

The use of products, such as hydrogen cyanamide, in cold low-lying areas is considered effective to prevent numbness of many fruit trees from happening and may partially replace the need for cold [59]. Although its mode of action is not entirely clear, it may be related to the effects on the respiratory system of cells and to interference in some enzymatic processes that control the rest of the plant, such as catalase activity [60].

Studies of hydrogen cyanamide carried out in Mexico have shown increase in sprouting, high number of nuts and harvest anticipation [61,62]. In Brazil, breaking dormancy in pecan culture has not currently been a common practice because there are few studies of different products, dosages, time and form of application. Therefore, it should be better studied and given due importance, especially in years with atypical winters (low accumulation of cold hours) or in Brazilian regions with mild winters.

Besides, the colder the winter, the less heat is needed for budding in spring [11]. According to [63], the phenological cycle takes place due to

the vegetative and reproductive growth and ends in senescence.

Pecan trees are monoicous plants whose staminate and pistillate inflorescences are separated, but both are found in a plant. According to [64], the catkin-like staminate inflorescence bears two or three catkins. They have from 72 to 123 individual flowers [22]. According to [19], the period of pollen dispersal may range from 8 to 15 days, depending on the cultivar. Pistillate inflorescences show little evidence, since they are distributed on lateral terminal branches, and have from two to ten flowers, whose variable colors depend on the cultivar [41].

In the fruiting period, the ideal temperature (monthly average) is between 24°C and 30°C. In summer, mainly in the period of pecan filling, high maximum temperatures lead to decrease in fruit size and affect oil accumulation. In addition, they promote premature fruit drop [20].

Nut germination still in the tree (viviparity) causes potential loss to harvest and affects both yield and quality of nuts, since some cultivars and orchard sites may be more prone to viviparity. In addition, management practices, such as nitrogen fertilization and irrigation practices, may aggravate this problem [65, 66]. Therefore, the choice of the site and cultivars which are less susceptible to viviparity, adequate management of fertilization and irrigation, fruit thinning and early harvest, that is, the beginning of the opening of the nut capsule, are alternatives that must be adopted to minimize germination of fruits before becoming detached from the parent plant.

Although viviparity is observed in some orchards in Brazil, especially in hot and humid autumnal (April - May) years, it seems that the cultivars and the environmental conditions in pecan cultivated regions do not cause great production losses. Even so, quantitative surveys and further detailed information on this problem in the Brazilian orchards are needed.

Most cultivars have a long fruit ripening period, i. e., between 180 and 210 days, from fecundation to harvest [11,20]. Pecan ripening takes place from March to May, even though there are some differences among harvest periods in distinct regions in Rio Grande do Sul. For instance, harvest in the region where Santa Maria (latitude 29°S) is located occurs about 15 days before the one in the region around Pelotas (latitude 31° S).

7. EDAFOCLIMATIC ZONING OF PECAN TREES

[26] carried out a study of pecan tree zoning in Rio Grande do Sul state and classified them into two classes of risk: low and very low. The latter was then divided into low-A and low-B. In Rio Grande do Sul, 41.8% of the territory has very low risk whereas 51.6% has low-A risk, whose characteristic is the possibility of draught and excess of air relative humidity. Low-B risk accounts for 6.6% of the state and means lack of chill hours. The author highlights that cultures may be grown at both risks (low-A and low-B), even though pecan yield may be affected. Besides, studies of cultivars that endure adverse conditions are needed so as to better adapt them to certain regions.

In addition to this investigation, studies of the edafoclimatic zoning of the culture must be carried out not only in order to guide public policies and financial, extension and technical assistance institutions, but also to conduct land-use planning in areas that can be sustainably explored. Since edafoclimatic zoning takes into account phenological, climatic and soil characteristics simultaneously, it mitigates risks because of the regionalized scale. Definition of edafoclimatic zoning of pecan trees in southern Brazil is premised on the sustainable management of the culture because it guides land-use planning [40] and provides information – about areas where sustainable cultivation can be better developed – to financial institutions, public policies, technical assistance and the whole society. So far, pecan trees have been planted with no orientation, a fact that has often led to economic and/or environmental losses because cultivation occurs in inappropriate areas and affects natural ecosystems.

8. PROPAGATION

Pecan tree seedlings are obtained by a vegetative propagation process, i. e., grafting [67]. In the USA, production of pecan tree seedlings by grafting started in 1822 due to increase in producers' demands [16]. Rootstocks are yielded by sexual propagation, i. e., by pecan germination [67]. Seeds that are selected to yield rootstocks must be collected from healthy and vigorous plants [68]. These researchers reported that pecan seeds exhibit dormancy, thus, they must go through a process to end it.

[69] evaluated the activity of scarification and stratification in seeds of the cultivar Barton at different storage periods up to sowing. Results showed that the highest emergence took place when both techniques were used and the material was stored for 90 days.

According to [40], the highest impact on the cost of a pecan tree orchard is the seedling. Therefore, careful selection of seedlings, which should be as uniform as possible, increases the chances of germination after they have been planted. In Brazil, nurseries yield covered-root seedlings (or wrapped-root seedlings) and bare-root seedlings. The former means that seeds are planted in plastic containers, at a depth of 2 cm, whereas the latter means that seeds are directly planted on beds, in open fields. After grafting, they are removed and sold with bare roots.

9. CULTIVATION SYSTEM

Ojeda-Barríos [44] reported that areas with potential to yield pecan trees are mainly located at latitudes south and north, between 25° and 35°. It encompasses the south and part of the southeast in Brazil.

The soil has to have good drainage and pH between 6 and 6.5. Above all, pecan trees require soils with effective depth and neither physical nor chemical constraints which favor radicular growth and development. Soils with high pH should be avoided since it hampers the availability of zinc, an important element for pecan trees [20].

Nitrogen is a macronutrient required by pecan trees. The Manure and Liming Manual of Rio Grande do Sul and Santa Catarina [70], which issues guidelines in southern Brazil, recommends at least three applications of this nutrient along the cycle.

Pecan trees also require much zinc [71]. In the USA, zinc is applied every 15 days to supply their needs [44]. In Brazil, some pecan tree farmers have carried out leaf application of zinc. Even though this practice is still poorly known, it has been used with no real knowledge of its need in Brazil.

Concerning spacing, it is recommended that pecan trees should be spaced 7 x 7m, even 15 x 15m, apart [49,72,73,74]. Spacing varies, depending on the cultivars, i. e., at least 10 m is recommended between the ones that yield late

(between 8 and 10 years) while less space is needed between the ones that produce earlier, since they need pruning to decrease shading. However, there are reports of dense orchards, whose trees are spaced 3 x 3m apart [75]. In this case, harvest is not feasible, mainly because pecan trees need a period to start producing. Besides, these orchards may not have had any technical assistance. Implementation can be carried out by positioning plants in square, rectangular, triangular and quincunx systems [20].

Precipitation required by the culture ranges between 760 and 2,010 mm. However, 200 plants per hectare are planted in orchards where precipitation is above 1,200 mm, whereas from 50 to 100 trees per hectare occupy areas where precipitation varies from 700 to 1,000 mm [11,26]. Precipitation is related to pecan quality, i. e., poor precipitation leads to disuniform filling of the nut and may even result in fruit abortion [76].

The ideal period to plant an orchard ranges from June to mid-August [74]. At least 4 cultivars are recommended to start a pecan tree orchard: one is the “producer” while the other three are pollinators [42]. [20] reports that an orchard has to comprise from 3 to 5 cultivars and that pollinators should represent 15% of the plants.

Depending on the climatic conditions of the area where the orchard is located, its density should be analyzed and an irrigation system may be needed, taking into account that drought may occur. In addition, in order to mitigate water loss from the soil, implementing forage crops is feasible to cover the soil in the orchard [26]. [77] studied the amount needed to irrigate regions located in Rio Grande do Sul state, from October to January, and concluded that it ranges from 13 to 262 mm.

Pruning is needed for commercial cultures of pecan trees. [78] reported that the following types of pruning can be carried out: shaping, production/fruitletting, green, cleaning, thinning and renewal.

When pecan trees are adult and highly developed, shade can occur inside the crown and in the low branches of the plant, mainly in densely planted orchards. Shading causes reduced sunlight capture and shrinks photosynthesis activity [79]. As a way to prevent this effect, they must be pruned; it can be carried

out by mechanical pruning, depending on the size of the plants.

In Brazil, this type of pruning has not been commonly used. Besides, pruning is rarely performed in adult plants, even because most Brazilian orchards are still young.

Pecan trees are characterized by alternation between large and small pecan production [26], whose variation depends on the cultivar, but management is important to mitigate this effect.

10. PECAN TREES IN CONSORTIA

Pecan trees are important species in an agroforestry system since they enable fruit and wood production, besides consortia with other cultures [40]. Benefits of the systems, mainly agroforestry ones, are the interaction and the synergism among biological components, which favor the subsistence of the system [80]. In Morro Redondo, RS, there is an agroforest which includes pecan trees. This species was chosen due to its rusticity and because spacing enables the use of other species between trees in the rows. It has been reported that small farmers in southwestern Paraná have used pecan trees in an agrosilvipastoral system.

In addition, according to the [72], initial low productivity of pecan trees in Brazilian conditions makes it essential to integrate them with other cultures so as to get some income. Another important factor is the time pecan trees need to start production, i. e., usually after the 5th year. Even so, production is very low and a complementary culture is needed.

There are reports of pecan tree orchards in consortia with corn, manioc, beans, soybeans, besides cattle and sheep [26]. A consortium with *erva-mate* (*Ilex paraguariensis*) is also feasible because the herb develops in a shaded area and may have its flavor and quality improved [26].

Yanagizawa [81] carried out a study of floristic composition in a pecan tree orchard in Botucatu, SP. Since pecan trees are deciduous, i. e., they shed all leaves in dormancy, sunlight penetration is favored and influences *Brachiaria decumbens* and *Panicum maximum* growth to form pasture. However, pecan trees must be observed in fruitpastoral systems because animals cannot be left in the area in the implementation phase, unless pecan tree seedlings are protected.

11. DISEASES AND PLAGUES

Some diseases of pecan trees in Brazil were described by [21]. They pointed out pecan scab, caused by the fungus *Venturia effusa* (synonyms: *Fusicladium effusum* G. Winter; *Cladosporium caryegenum*; *C. effusum*; *Fusicladium caryegenum*). This disease attacks young tissues, such as leaves, petioles, epicarp and catkins. The authors also stated that there was no scab in Brazil before the introduction of the cultivar Wichita, which contaminated the cultivar Mahan and led to decline in the pecan culture. Since the fungus can be harmful when it enters the orchard, it affects pecan yield. This is the main disease in Rio Grande do Sul state [36].

The ideal temperature for scab development in spring is between 20 and 25°C. In addition, high humidity along with excessive precipitation favors scab [58,82]. Humidity above 80% for more than two days in a row favors scab development [26].

Poletto et al. [18] and [20] recommended that the Bordeaux mixture should be applied to pecan trees in dormancy. According to [82], another important factor is that scab control is more efficient when the whole vegetative canopy is exposed to sunlight.

Anthracnosis, caused by *Glomerela cingulata*, the sexual phase of *Colletotrichum gloeosporioides*, occurs as depressed, round and dark lesions on fruits and results in decrease in nut size and fruit abscission which ends up detaching the epicarp from the nut shell [18].

In Rio Grande do Sul, [48] found *Fusarium* spp. in pecan tree flowers (female and male ones), roots and seeds. Their symptoms were wilt, trunk girdling, low growth and superbudding. Besides this fungus, *Pestalotiopsis* spp. was also found. It develops on leaves and causes leaf stains whose initial characteristic is spots that coalesce and seem to have been burned. When lesions evolve, they may cause partial loss of pecan tree leaves, leading to decrease in the photosynthetically active area and low yield. [83] carried out laboratory experiments in which they investigated 15 isolates of *Trichoderma* as the result of two isolates of *Pestalotiopsis clavispora*. Results showed that the 15 isolates had an antagonistic effect due to the pathogenic fungus. Besides, they collected *Trichoderma* on pecan tree leaves and found antagonistic efficiency to both isolates. Taking into account that there are no registered agrochemicals to control diseases

and plagues in Brazil, these results show that the biological control can be used.

Poletto et al. [6] were the pioneer researchers that found canker caused by the fungus *Lasiodiplodia subglobosa*, which damages pecan tree trunks. The disease, which was found in Santa Maria, RS, is capable of causing 100% plant loss when the tree has the symptom, i. e., tree bark cracking. [18] carried out a study of pecan tree staminate and pistillate flowers and seeds. In pistillate flowers, they found high incidence of *Alternaria* sp. and *Fusarium* sp., besides *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp. and *Penicillium* sp.. Staminate flowers had high incidence of *Fusarium* sp.. Pecan tree seeds carried *Cephalosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. and *Verticillium* sp.

Certain diseases occur at the end of the crop and attack mostly fruits. *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp. cause mold and produce aflatoxin [50]. In their experimental evaluation, the authors found the fungi that cause scab and anthracnosis, besides *Rhizopus* sp. and bacteria, in treatments with and without asepsis. *Alternaria* sp. is another fungus that may harm seedlings by propagating through rootstock seeds [18].

Sooty mold (*Capnodium* sp.) is a disease connected to the blackmargined aphid (*Monellia caryella*) which attacks leaves, fruits and branches. It excretes a yellowish substance, where the fungus develops, and causes physical blockage of photosynthesis [18,83].

In Brazil, 18 pest species were recorded for walnut, highlighting the parasites that cause damage to leaves such as the *Monellia caryella* aphid and the phylloxera species *Phylloxera devastatrix* and *Phylloxera notabilis*. Besides these, leaf-cutting ants (*Atta* sp. e *Acromyrmex* sp.) are among the main leaf stripper pests. Recently, damage was reported on fruits caused by phytophagous insects *Leptoglossus stigma*, *Leptoglossus zonatus* and *Loxa deducta* [84].

It is clear that sustainable cultivation of pecan trees is based on the improvement of agricultural practices and on the implementation of new cultivation methods, mainly related to soil and plant management that aim at decreasing losses caused by plagues and diseases. Incidence of diseases in orchards has become a factor that limits production as results of studies have shown the dimension of the problem. Even though there are no official data, production

losses due to disease attacks to cultures in the region are estimated to be about 50% [83]. Pecan trees must definitely be considered a culture with insufficient phytosanitary support (minor crops) because it does not have a defined group. The *Instrução Normativa Conjunta* (Joint Normative Instruction) no. 01, issued on June 16th, 2014, whose definition of culture grouping is similar to the one of Codex Alimentarius, also takes into account morphological aspects of cultivars produced in Brazil, their taxonomic proximity, similarity of agricultural practices and forms of consumption. Therefore, pecan trees have not been listed as cultures with insufficient phytosanitary support yet. They do not have any registration of agrochemicals, either. It is an enormous technical fragility that must be solved soon.

12. POST-HARVEST

The amount of nut in the pecan is an important feature, i. e., the larger, the better. Besides increasing yield and profit, it also has enough reserve for seedling production. In addition, traders and farmers prefer pecans with thin shells, since this fact makes processing and *in natura* consumption easier.

Regarding long storage periods, it is essential that fruits neither lie on the soil nor are exposed to climatic adversities. If pecans lie on the soil, they may lose their color and be infested by fungi [74].

When pecans are picked, their humidity rates range from 20 to 30%. Thus, they must undergo a drying process to reduce humidity to about 4% and preserve the nut [85].

Processing usually uses the initial washing process in cold water and then the one in warm water, Finally, pecans are ready for shelling [40].

Pecan storage at low humidity enables its commercialization in the off-season period, a fact that leads to better prices. [31] carried out a physicochemical and sensory analysis of pecans, whose shelf life was 120 days, stored in polypropylene containers and in vacuum nylon- polyethylene films. The sensory analysis showed that pecan oil storage for 60 days causes no sensory alterations.

13. COMMERCIALIZATION

Nowadays, Rio Grande do Sul cultivates pecans in areas that range from 1 to 300 ha. [48] reports

yields of 30 kg per tree. In Argentina, [54] calculated yields in agreement with the ages of pecan trees (12 x 12m spacing; density of 70 trees/ha), as shown in Table 3. [49] estimated yields of pecan trees which were 5, 7 and 10 years old and found low values for 5 and 10- year-old plants. The highest discrepancy was found in 10-year-old plants, i. e., this author found 11.7 kg per plant, about half the value reported in Argentina. In 2015, Emater-RS carried out a study in Anta Gorda, RS, where 1 kg was yielded per plant in the 5th year and the double was picked in the following year [86]. In the 10th year, yield was 18 kg per plant. It is below the value reported in Argentina but close to the minimum value that was established.

Table 3. Year of pecan tree and yield per area and plant in Argentina

tree		plant (kg)
5th to 6th	70 to 140	1 to 2
10 th	900 to 1,000	20 to 24
20th to 25th	2.000 to 2,500	35 to 40

¹By [54]

Productivity of this standard is related to adult plants. However, the production cycle of pecan trees may live 100 years [22], a fact that compensates the initial investment. Besides, there are reports of trees that lived 200 years [30,49].

Farmers have invested in the pecan tree culture lately, mainly because of the valuation of prices paid for pecans. According to [83], it is one of the most profitable cultures per area in Rio Grande do Sul state. However, current prices range from R\$10.00 to R\$12.00/kg with shells. In the off- season period, prices tend to rise.

In Brazil, besides pecan (nut) commercialization, processing of the whole nut, pieces, fine and coarse flour is carried out. Pecan oil is also extracted.

An alternative income source is the pecan shell which is consumed as tea and can also be used as substrate. [87] studied this residue and found physical and chemical properties of the pure substrate and mixed with peat. Besides, the authors reported that a company had generated 150,000 kg/year of pecan shell in 2007. It costs R\$ 0.50/kg and represents another option of income.

Filipin [40] conducted a study of the economic feasibility of pecan trees in western SC, in legal reserve and permanent preservation areas. He succeeded in exploring the culture in these areas and introduced them as alternative income sources. In a legal reserve area, an orchard with 204 plants has had positive financial results in its 7th year. However, the author estimates that plants should yield in the 3rd year (production is low at this age, i. e., about 200 g/plant). In a permanent preservation area, 40 plants were implemented and had positive results in the 8th year. Economic indicators were feasible in both areas.

Another issue that may provide profit is the possibility of selling the wood, even though this market has not been developed in Brazil yet. [88] reported good bend radius, i. e., it is a species that may be used for building furniture. Wood may result from the thinning process and from old orchards, mainly from trees which were non-grafted seedlings.

Finally, pecan trees may also be used as ornamental species and in derivative industries, such as dye extraction in tanning. [54].

14. CHALLENGES AND PERSPECTIVES OF PECAN TREES (CONCLUSION)

The pecan tree culture has been expanding in South Africa, Australia, Argentina, Uruguay and Brazil. In Brazil, a significant percentage of older orchards is based on trees which originate from seeds, but new areas have been prepared with selected varieties.

The development of new orchards along with the existing ones has placed Brazil as a potential supplier of this product worldwide, since, in the future, there may be a larger gap between supply and demand. Therefore, Brazil may be considered a supplier of pecans in the short and in the medium terms. There is also enormous and potential internal consumption in Brazil.

So far, it may be observed that productivity (high yields and high quality) of orchards in general has been below their potential. Even though causes that generate this difference between the current situation and the potential very much, the most important factor which shows significant deficit is lack of reliable technical information, i. e., scientific knowledge, mainly concerning solutions for phytosanitary problems that affect productivity and product quality.

Therefore, solving obstacles related to production and improving orchard productivity may lead to great opportunities to supply the Brazilian market and increase participation in external markets.

Therefore, the following crucial issues are challenges and opportunities that research institutions should face:

1. Systematization of nutritional, regional phytosanitary and variety factors that limit productive potentiality and culture expansion;
2. Acknowledgement of the pecan tree culture as one with insufficient phytosanitary support and its appropriate grouping. It does not have any registration of agrochemicals, an enormous technical fragility that must be immediately solved;
3. Determination of the edafoclimatic zoning for pecan trees so as to consolidate and expand the culture in southern Brazil;
4. Identification of ecological cultural practices of soil and water management to provide better plant development along with rational use of natural resources;
5. Identification of phytosanitary problems and ecologically adequate strategies to live with and manage insect-plagues and pathogens in pecan tree cultures, in compliance with principles of ecological intensification;
6. Development of input (fertilizers and phytoprotectors) to be used in production systems.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

1. Aune D, Keum N, Giovannucci E, Fadnes LT, Boffetta P, Greenwood DC, Tonstad S, Vatten LJ, Riboli E, Norat T. Nut consumption and risk of cardiovascular disease, total cancer, all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMC Medicine*. 2016; 14(207):1-14.
DOI: 10.1186/s12916-016-0730-3
DOI: 10.1186/s12916-016-0730-3
2. Prado ACPDO, Silva HS, Silveira SM, Barreto PLM, Vieira CRW, Maraschin M, et al. Effect of the extraction process on the phenolic compounds profile and the antioxidant and antimicrobial

- activity of extracts of pecan nut [*Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch] shell. *Industrial Crops and Products*. 2014; 52(1):552-561.
1. Eagappan K, Sasikumar S. Therapeutic effects of nuts in various diseases. *International Journal of Recent Scientific Research*. 2014;5(1):190-197.
 2. Mokochinski FM, Watzlawick LF, Botelho RV, Moreira V. Randomized branch sampling to estimate fruit production in Pecan trees cv. 'Barton'. *Ciência Rural*. 2017;47(4):1-6. DOI: 10.1590/0103-8478cr20151591
 3. Walker C, Muniz MFB, Martins RRO, Mezzomo R, Rolim JM, Blume E. First report of species in the *Cladosporium cladosporioides* complex causing pecan leaf spot in Brazil. *Journal of Plant Pathology*. 2016;98(2): 369-377. DOI: 10.4454/JPP.V98I2012
 4. Poletto T, Gonzatto Maciel C, Muniz M, Blume E, Poletto I. First report of stem canker caused by *Lasiodiplodia subglobosa* on *Carya illinoensis* in Brazil. *Plant Disease*. 2016;100(5):1016. DOI: 10.1094/PDIS-08-15-0948-PDN
 5. Martins CR, Fronza D, Malgarim MB, Bilharva MG, De Marco R, Hamann JJ. Cultura da noz-pecã para um agricultura familiar. Em: Wolff, L. F. ; Medeiros, C. A. B. (Ed.). *Alternativas para a diversificação da agricultura familiar de base ecológica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado*. 2017;145. (Embrapa Clima Temperado, Documentos, 443). 65-81.
 6. Fachinello JC, Pasa M, Betemps D. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2011;33(1):109- 120. DOI: 10.1590 / S0100- 29452011000500014
 7. SECEX. Secretaria de Comércio Exterior, Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. Sistema de análise das informações de comércio exterior (ALICEweb). Acesso em 12 de setembro de 2017. Disponível. Available:<http://aliceweb.mdic.gov.br/>
 8. Brison FR. Pecan culture. Capital Printing, Austin, Texas. 1974;300.
 9. Sparks D. Adaptability of pecan as a species. *HortScience*, Georgia. 2005; 40(5):1175-1189.
 10. Sparks D. Geographical origin of pecan cultivars influences time required for fruit development and nut size. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Georgia. 1991;116(4):627-631.
 11. Wells ML. Response of pecan orchard soil chemical and biological quality indicators to poultry litter application and clover cover crops. *Hortscience*. 2011;46(2):306-310, 2011.
 12. Thompson TE, Conner PJ. Chapter 20: Pecan. Lincoln, Nebraska: United States Department of Agriculture. 2012;771-800. Available:http://digitalcommons.unl.edu/u_s_daarsfacpub/1322 (Accessed 20.nov.2017)
 13. Castillo IO, Sangerman-Jarquín D, Hernández-Vázquez M, Robles MÁ. Produção e Comercialização de Nuez pecanera (*Carya illinoensis* Koch) em El norte de Coahuila, México. *Revista Mexicana de Ciências Agrícolas*. 2013; 4(3):461-476.
 14. Wells L. Pecan America's native nut tree. The University of Alabama Press. 2017; 264.
 15. Nakasu BH, Raseira A. Tratamento fitossanitário para Nogueira-pecã. Embrapa Comunicado Técnico. 1981;13 de.
 16. Poletto T, Muniz MFB, Baggiotto C, Ceconi DE, Poletto I. Fungos associados às flores e sementes da noqueira-pecã (*Carya illinoensis*). *Revista de Ciências Ambientais*. 2014;8(1):5-13.
 17. Baracuhy JB da C. Determinação do período de floração e viabilidade de pólen de diferentes cultivares de noqueira peca *Carya illinoensis* (Wang) K. Koch. 1980. 52f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas; 1980.
 18. Raseira A. A cultura da Nogueira-pecã. Comunicado Técnico. Pelotas: Embrapa. 1990;63:3.
 19. Ortiz ERN, Camargo LEA. Doenças da Nogueira Pecan. Em: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L. E. A.; Rezende, J. A. M. (Eds.). *Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*, 4. Ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 2005;501-505.
 20. Fronza D, Hamann J. Técnicas para o cultivo da noqueira-pecã. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM. 2016;424.

21. Boscardin J, Costa EC, Pedron L, Machado D. Do N, Silva JM. DA. Primer registro de chinches (Hemiptera: Coreidae e Pentatomidae) atacando frutos de nogal pecanero no Brasil. *Revista Colombiana de Entomologia*. 2016;42(1):12-15.
22. Sabaté J, Ros E, Salas-Salvado J. Nuts: nutrition and health outcomes. Preface. *British Journal of Nutr*. 2006;99(2):447- 448.
23. INC. Nuts and Dried Fruits Global Statistical Review 2015/2016, International Nut and Dried Fruit Council Foundation.
Available:<https://www.nutfruit.org/> (Accessed 15.jul.2017)
24. Rovani FFM, Zoneamento de Risco Climático do Cultivo da Nogueira Pecã (*Carya illinoensis*) Para o Rio Grande do Sul, Tese (Programa Doutoral em Geografia) - Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2016;232.
25. Rieger M. Introduction to fruit crops. New York: Food Products Press; 2006.
26. Kinupp VF, Plantas alimentícias não-convecionais da região metropolitana de porto alegre, RS, 2007. 562 f. Tese (Programa de Doutorado em Fitotecnologia) - Programa de Pós- graduação em Fitotecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre; 2007.
27. Reyes, MM, Arturo LA. Frutales de Nuez, 5 alternativas não tradicionais para o interior do interior do Maule. Instituto de Investigaciones Agropecuárias, Cauquenes, Chile. (Boletín INIA n° 301). 2014;138.
28. Oro T. Composição nutricional, compostos bioativos e vida de prateleira de óleo e óleo prensado a frio de noz-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) C. Koch], 2007. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis; 2007.
29. Oro T, Ogliari PJ, Amboni RD. de MC, Barrera-arellano D, Block JM. Evaluación de la calidad durante o almacenamiento de nueces Pecán [*Carya illinoensis* (Wangenh.) C. Koch] acondicionadas em diferentes envases. *Grasa y Aceites*. 2008; 59(2):132-138.
30. Prado ACP Do, Silva HS, Silveira SM, Barreto PLM, Vieira CRW, Maraschin M, Ferreira SRS, Block JM. Efeito do processo de extração no perfil de compostos fenólicos e na atividade antioxidante e antimicrobiana de extratos de nozes pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch]. *Culturas e Produtos Industriais*. 2009;52(1):552-561.
31. Benvegnú DM, Barcelos RCS, Bouffleur N, Reckziegel P, Pase CS, Muller LG, et al. Protective effects of a by-product of the pecan nut industry (*Carya illinoensis*) on the toxicity induced by cyclophosphamide in rats *Carya illinoensis* protects against cyclophosphamide- induced toxicity. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology*. 2010;29(3): 185-197.
DOI: 10.1615/J Environ Pathol Toxicol Oncol.v29.i3.30
32. Kureck I. Obtenção e caracterização de micropartículas de zeína carregadas com extratos antioxidantes de casca de noz-pecã [*Carya illinoensis* (wangenh.) C. Koch]. 2014. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Programa de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis; 2014.
33. Reckziegel P, Bouffleur N, Barcelos RCS, Benvegnú DM, Pase CS, Muller LG, et al. Estresse oxidativo e sintomas semelhantes à ansiedade realocados à retirada da fumaça passiva de cigarro em camundongos: Efeitos benéficos do extrato de casca de noz pecan, um subproduto da indústria de nozes. *Ecotoxicologia e Segurança Ambiental*, 2011;74(6):1770-1778.
DOI: 10.1016 / j.ecoenv.2011.04.022
34. Lazarotto M, Bovolini MP, Muniz MFB, Harakawa R, Reiniger LRS, Santos AF. dos. Identificação e caracterização de espécies pestogênicas de Pestalotiopsis em nogueira-pecã no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2014;49(6):440-448.
DOI: 10.1590 / S0100-204X2014000600005.
35. Vázquez NDCR, López RU. Retros e oportunidades para o aproveitamento da Nuez pecanera em México. Centro de Investigación y Asistencia em Tecnología y Diseño do Estado de Jalisco. A. C. (CIATEJ). 2016;112.
(Acessado em 8 de dezembro de 2017)
Available:http://ciatej.mx/docs_noreste/retros_oportunidades_para_el_aprovechamiento_de_la_nuez_pecanera

36. Thompson TE, Young JR, EF. Pecan cultivars – past and present. Texas Pecan Growers Association., College Station. 1985;265.
37. Almeida WAB de, Nogueira N de L., Rossi ML, Rodriguez APM. Anatomia e ultra estrutura de embriões de noqueira (*Carya illinoensis*). *Magistra*. 2002;14(1):45-50.
38. Filipin IL. Viabilidade econômica do cultivo de noqueira em áreas de reserva legal e de permanente. 2011. 72f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas; 2011.
39. Sparks D. Pecan cultivars: The Orchard's foundation. Pecan Production Innovations, Watkinsville, Georgia. 1992;446.
40. Conner PJ. Pollination charts revisited. *The Grower Pecan*. 2012;23(4):34-39.
41. Almarza P, Lemus G, Lundstedt J. Nogal: crecimiento y producción inicia. *Tierra Adentro*. 2003;49:29-31.
42. Ojeda-Barrios DL, Hernández-Rodríguez OA, Martínez-Téllez J, Núñez-Barrios A, Perea-Portillo E. Aplicación foliar de quelatos de zinc en nogal pecanero. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 2009; 15 (2):205-210.
43. Wells ML. Produtividade de árvores de noqueira, qualidade de frutos e status de elementos nutrientes utilizando trevos e cama de frango como fontes alternativas de fertilizantes nitrogenados. *Hortscience*. 2012;47(7):927-931.
44. Parra JMS, Ramirez FJP, Chávez ES, Leal P, Sotelo MB. Alternativas orgânicas para desminuir nitrógeno em nogal pecanero. *Nova Scientia*. 2016;8(16):140-161.
45. MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Registro Nacional de Cultivares – RNC. (Accessed 23 February 2017)
Available: <http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registrada_s.php>
46. Lazarotto M. Identificação e caracterização de *Fusarium* spp. associado a uma *Carya illinoensis* no Rio Grande do Sul. 2013. 156f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria; 2013.
47. Mokochinski FM. Estimativa de produção, caracterização física e perfil químico de amêndoas de noqueira-pecã. 2015;67.
- Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava; 2015.
48. Terabe NI, Martins CM, Homechin M. Microrganismos associou um frutos de diferentes cultivares de noz pecan. *Ciência e Agrotecnologia*. 2008;32(2):659-662. DOI: 10.1590 / S1413- 70542008000200049.
49. Wells L. Southeastern Pecan Grower's Handbook. University of Georgia. 2017; 236.
50. Cargnelutti Filho A, Poletto T, Muniz MFB, Baggio C, Poletto I. Dimensionamento amostral para avaliação da massa e diâmetro de frutos de noqueira-pecã. *Ciência Rural*. 2015;45(5):794-798. DOI: 10.1590 / 0103-8478cr20140964.
51. Haulik TK, Holtzhausen LC. Anatomy of staminate flower ontogeny of the pecan as determined by scanning electron microscopy. *South African Journal of Plant and Soil*. 1988;5(1):205-208. DOI: 10.1080/02571862.1988.10634986.
52. Madero ER, Frusso EA, Bruno NR. Desarrollo do cultivo da farinha de nozes na Argentina. *ProPecan*. Argentina, 2012 (INTA).
53. Zermeño-González A, Flores-Guerrero JA, Munguía-López JP, Gil-Marín JA, Rodríguez-García R, Catalán-Valencia EA, Ibarra-Jiménez L, Zermeño-González H. Evapotranspiration and su relación con la evapotranspiración a equilibrio de una huerta de nogal pecanero (*Carya illinoensis*) del norte do México. *Agrociencia*. 2010;44(8):885-893.
54. Matzenauer R, Bueno AC, Cargnelutti Filho A, Didoné IA, Maluf JRT, Hofman G, et al. Horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*. 2005;1191(2):71-76.
55. Arreola-Ávila JG, Murrieta AL, De La Rosa BA. Inducción de crecimiento lateral en nogal pecanero (*Carya illinoensis* K. Koch) mediante despunte de brotes em primavera. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 2010; 16(1):31-36.
56. Sparks D. A climatic model for pecan production under humid conditions. *Journal of the American Society Horticultural Science*, Georgia. 1996;121(5):908-914.
57. Leonel S, Leonel M, Tecchio MA. Fruit quality in the peach and nectarine

- with application of hydrogenated cyanamide and mineral oil. *Revista de Ciências Agronomicas*. 2014;45(3):581-587.
DOI: 10.1590/S1806-66902014000300020.
60. Mani F, Bettaieb T, Doudech N, Hannachi C. Effect of hydrogen peroxide and Thiourea on dormancy breaking of microtubers and field-grown tubers of potato. *African Crop Science Journal*. 2013;21(3):221-234.
 61. Ávila JA, Soto RJ, López JSR, César ES. Efecto de la cianamida de hidrogeno em la estimulación de brotes em nogal pecanero [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] en la comarca lagunera. *Revista Chapingo Serie Zonas Aridas*. 2005;4:29-34.
 62. Palma RS, Grageda JG, Flores AQ, Díaz GM, Moreno JHN. Efecto de la cianamida de hidrogeno em labrotacion de arboles adultos de nogal pecanero variedad Wichita. In: XI Simposio Internacional de Nogal Pecanero; 2010.
 63. Frusso EA. Características morfológicas e fenológicas do pecan. Em: LAVADO, R. S.; FRUSSO, E. A. *Producción de pecan in Argentina*. Buenos Aires. 2007;1-18. Marchiori JNC. *Dendrologia das angiospermas: Das magnoliáceas às flacourtiáceas*. Santa Maria: Ed. da UFSM. 1997;271.
 65. Sparks D, Reid W, Yates IE, Smith MW, Stevenson TG. Fruiting stress induces shuck decline and premature germination in pecan. *HortTechnology*. 1995;5(3):225-230.
 66. Wood BW. Regulation of vivipary in pecan. *ActaHorticulturae*. 2015;1070:33-42. DOI: WOOD, B.W. Regulation of vivipary in pecan. *ActaHorticulturae*. 2015;1070:33-42.
DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1070.3.
 67. Nyczepir AP. Field performance of pecan rootstocks for resistance to *Seloidogyne partityla* in the Southeastern United States. *Nematropica*. 2013;43(1):63-67.
 68. Poletto I, Muniz MFB, Poletto T, Stefenon VM, Baggiotto C, Ceconi DE. Germinação e desenvolvimento de mudas de cultivares de noqueira-pecã por estratificação de sementes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2015;50(12):1232-1235.
DOI: 10.1590 / S0100-204X2015001200014
 69. Poletto T, Muniz MFB, Poletto I, Baggiotto C. Métodos de Superação de Dormência da Semente de Noqueira-pecã *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch. *Revista Árvore*. 2015;39(6):1111-1118.
DOI: 10.1590 / 0100-67622015000600014
 70. CQFS-RS / SC - Comissão de Química E Fertilidade do Solo - RS / SC. Manual de calibração e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11.ed. (S.I): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo / Núcleo Regional Sul. 2016;376.
 71. Kim T, Miulls HA, Wetzstein HY. Studies on effects of nitrogen form on growth, development, and nutrient uptake in pecan. *Journal of Plant Nutrition*. 2002; 25(3):497-508.
DOI: 10.1081/PLN-120013289
 72. IAC - Instituto Agronômico de Campinas. Pecã. Campinas, 1998 (Boletim 200). Acessado em 13 de novembro de 2016. Available: <http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/frutas/frutiferas_cont.php?nome=Pec%C3%A3>
 73. INTA - Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria. Guia para a plantação e cuidado de árvores jovens de pecã. Buenos Aires: Ediciones INTA; 2013.
 74. Lemus G. O cultivo do Pecano (*Carya illinoensis*). Chile: Ministerio de Agricultura; 2004.
 75. Lourençon TV, Mattos BD, Gatto DA, Buligon EA, Haselein CR. Determinação da Idade de Transição entre Lenhos Juvenil e Lenho Adulto para Três Espécies Florestais por meio de suas Propriedades Mecânicas. *Floram - Revista Floresta e Ambiente*. 2014;21(2):251-260.
DOI: 10.4322 / floram.2014.021.
 76. Sparks D. A climatic model for predicting Georgia's pecan production. *Proc. S. E. Pecan Growers Assn*. 1997;90(1):32-44.
 77. Mota F. S. da, Agendes M. O. de O, Alves EGP, Signorini E, Araújo SMB. Informação climatológica para o planejamento da irrigação de fruteiras no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 1991;6(1):471-477.
 78. Fronza D, Hamann JJ. Poda da noqueira-pecã. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM. 2017;92.
 79. Madero ER, Trabichet FC, Pepé F, Wright E. Manual de manejo del huerto de nogal pecán. Ediciones INTA. 2017;94.
 80. Altieri M. Agroecologia bases científicas para uma agricultura sustentável. Rio de Janeiro: Expressão Popular; 2012.

81. Yanagizawa YANP, Maimoni-Rodella RCS. Composição florística e estrutura da comunidade de plantas de estrato herbáceo em áreas de cultivo de árvores frutíferas. *Plantas Daninhas*. 1999;17(3): 459-468.
82. Sparks D. A climatic approach to pecan scab control. *HortTechnology*. 1995;5(3): 225-230.
83. Silva F. B. Da, Silva F. J. T. da, Fernandes F. da S, Leal LV, Poletto I. Isolamento e seleção de *Trichoderma* spp. antagonistas à *Pestalotiopsis clavispora*, patógeno da noqueira-pecã. *Revista Brasileira de Agroecologia*. 2013;8(3):109-118.
84. Boscardin J, Costa EC. A noqueira-pecã no Brasil: Uma revisão entomológica. *Ciência Florestal*. 2018;28(1):456-468.
85. Doreste P. Frutas secas: Nuez pecan. Em: GONZÁLES, C. C. Alimentos Argentinos. Argentina: Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca; 2011.
86. EMATER-RS-ASCAR. Cultura da noz-pecã em 2015 no Rio Grande do Sul: área total, produção e número de produtores. Porto Alegre: Emater / RS-ASCAR; 2015.
87. Fermino MH, Trevisan M, Busnelo AC. Casca de tungue e noz pecan como alternativa de substrato para horticultura. *Horticultura Brasileira*, 2015;33(1):459-464.
DOI: 10.1590 / S0102-053620150000400009.
88. Gatto DA, Haselein CR, Santini EJ, Marchiori JNC, Durlo MA, Calegari L, Stangerlin DM. Características virológicas de *Luehea divaricata*, *Carya illinoensis* e *Platanus x acerifolia* quando submetidas ao vergamento. *Ciência Florestal*, Santa Maria. 2008;18(1):121-131.

Artigo 2 Poda de Rejuvenescimento no Pomar de Nogueira-pecã (*Carya illinoensis*) no Sul do Brasil

Artigo a ser submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

PODA DE REJUVENESCIMENTO NO POMAR DE NOGUEIRA-PECÃ (*Carya illinoensis*) NO SUL DO BRASIL

Maurício Gonçalves Bilharva, Priscila Lúcio da Silva, Rafaela Schmidt de Souza, Rudinei De Marco, Marcelo Barbosa Malgarim e Carlos Roberto Martins

RESUMO

O objetivo foi avaliar intensidades de poda como método de renovar o pomar de noqueira-pecã com perspectiva de melhora na produção e qualidade. O experimento foi realizado no município do Capão do Leão, RS, Brasil, com noqueira-pecã que apresentavam-se com 40 anos e com ausência de manejo sobre elas. O período de ocorrência do experimento foi de 2015 a 2017 (duas safras – 2015/16 e 2016/17). O experimento consistiu em: sem poda; poda leve ($60 \text{ kg} \pm 10 \text{ kg}$) e poda severa ($180 \text{ kg} \pm 20 \text{ kg}$), delineado em blocos ao acaso e posteriormente arranjado em esquema fatorial (intensidade de poda e safra). As variáveis foram: brotação, folhas por ramo, frutos por ramo, produção por planta, número de frutos, peso médio de fruto (PMF), diâmetro e comprimento de fruto, peso de amêndoa e casca, rendimento de amêndoa e queda de frutos. Houve diferença entre os fatores para: produção por planta e número de frutos. O resultado contundente foi na poda severa que resultou em acréscimos quadruplicados na produção entre as safras. Por fim, conclui-se que a intensidade de poda severa possibilitou o aumento da produção de acordo com o progresso entre as safras. Contudo, aspectos qualitativos da noz-pecã ainda não foram perceptivos.

Termos para Indexação: Intensidade de poda, Fruto, Noz-pecã, Pecan, Produção.

ABSTRACT

Rejuvenating pruning is an important practice for orchards that need renewal. Thus, the objective was to evaluate pruning intensities as a method of renewing the pecan orchard with the perspective of improvement in production and quality. The experiment was carried

out in a private property, in the municipality of Capão do Leão, RS, Brazil, with pecan that were 40 years old and with no management on them. The period of occurrence of the experiment was from 2015 to 2017 (two seasons - 2015/16 and 2016/17). The experiment consisted of application of pruning intensities: no pruning; light pruning ($60 \text{ kg} \pm 10 \text{ kg}$) and severe pruning ($180 \text{ kg} \pm 20 \text{ kg}$), outlined in random blocks and later arranged in a factorial scheme (pruning and crop intensity). The variables evaluated were: sprouting, leaves per branch, fruits per branch, yield per plant, number of fruits, average fruit weight (AFW), fruit diameter and length, almond and shell weight, almond yield and fruit drop. There were differences between the factors for: yield per plant and number of fruits. The striking result was severe pruning which resulted in quadruple increases in yield between harvests. Finally, it can be concluded that the pruning intensity may allow the increase of production according to the progress between harvests. However, qualitative aspects of the pecan have not yet been perceptible.

Index Terms: Pruning intensity, Fruit, Pecan, Pecan, Production.

Introdução

A noqueira-pecã é originária da América do Norte (do sul dos Estados Unidos ao norte do México). Nos países de origem tem grande valorização. Os noqueirais já estão presentes em todos os continentes. Já há cultivos comerciais consolidados na África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, China, Peru e Uruguai (WELLS, 2017).

No Brasil, o cultivo da noqueira-pecã começou no final do século XIX, no estado de São Paulo. Os pioneiros do cultivo são de pessoas oriundas dos Estados Unidos (WELLS, 2017). Já no ano de 1930, houve a produção de mudas dentro de São Paulo pelo Viveiro

Dierberger. Já na década de 40 estavam produzindo mudas no Rio Grande do Sul. Os municípios que recebem destaque na cadeia da noqueira-pecã neste estado são Anta Gorda e Cachoeira do Sul.

Na década de 60 foi criada a lei nº 5.106, previa que o plantio florestal abatia no imposto de renda, sendo considerado que as espécies poderiam compreender as categorias de: essências florestais, grande porte e frutíferas. Na década de 70 foi complementado com o decreto-lei nº 1.134, que favorecia o investimento em projetos de empreendimentos florestais com vistas a desconto no imposto de renda.

As legislações em vigor contemplaram o aumento de área de noqueira-pecã. Os cultivos desta espécie aumentaram, em contrapartida, a falta de conhecimento como manejar e práticas a ser realizada e acrescida a isto, a incidência de doenças no pomar. Além disso, a falta de assistência e profissionais para dar suporte.

Essas áreas de pomares abandonados estão começando a ser exploradas, de forma a melhorar aspectos de manejos. Uma prática importante para revitalizar o pomar é a realização da poda, pois geralmente o crescimento está desordenado, há muita sobreposição de ramos (redução da absorção de luz), ramos cruzados, secos e também há formação de forquilhas (o que propicia a planta a rachar) (FRONZA E HAMANN, 2017).

Segundo Worley e Mullinix (1997) em pomares comerciais de noqueira-pecã, nos Estados Unidos, a prática de poda é realizada apenas na fase de implantação, sendo rara a poda em plantas mais velhas. A poda favorece redução do sombreamento que por consequência reduz a umidade relativa que reflete na menor potencialidade de doenças no pomar (WORLEY et al., 1996). A intensidade de poda é um fator importante, pois

conforme o quanto se retira de ramos, pode influenciar no retorno da produção e também afetar a estrutura vegetativa para recompor o crescimento da planta (WORLEY, 1991; WORLEY e MULLINIX, 1997).

A prática de podar favorece o rendimento interno da noz-pecã, propicia a redução na alternância e também diminui o adensamento de plantas, mas em contrapartida ocorre redução na produção e no desestímulo de brotações e frutificações no interior da copa (Wood, 2009).

Os plantios de noqueira-pecã que se apresentam em situação praticamente de abandono apresentam-se com baixa produção. Desta forma, objetivo do trabalho é realizar poda de rejuvenescimento em diferentes intensidades no pomar de noqueira-pecã.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em propriedade particular, localizada no município do Capão do Leão, RS, Brasil (latitude 31°47'13" S, longitude 52°24'43" O, altitude de 15 m), as safras contempladas foram 2015/16 e 2016/17. O clima da região é subtropical úmido – Cfa conforme Köppen, os dados agrometeorológicos foram extraídos da unidade Embrapa Estação Terras Baixas (localizada no Capão do Leão distante da propriedade 2 km) que estão presente na Figura 1.

As noqueiras-pecã apresentam 40 anos, tendo três cultivares (Mahan, Moneymaker e Sem identificação). O espaçamento utilizado é o 10 x 10 m. Neste pomar não ocorria poda nas noqueiras-pecã. Então desta forma foi utilizado à poda de rejuvenescimento, em que consistiu na remoção do ramo central, ramos mal posicionados, secos e doentes. Nesta

prática foi empregado o uso de moto-poda Stihl[®], sendo o período de realização no mês de setembro em 2015.

Os tratamentos empregados são: a testemunha, ou seja, sem poda; a poda leve com intensidade de poda aproximada de 60 kg (\pm 10 kg) de ramos removidos; poda severa apresenta intensidade de poda entorno de 180 kg (\pm 20 kg) de ramos removidos.

O solo do pomar foi identificado como Planossolo Solódico com textura arenosa/média e média/argilosa (IBGE, 2015). Este solo é caracterizado por apresentar o horizonte B plânico (EMBRAPA, 2006). Foi feita análise química de solo (Tabela 1) e conforme Manual de Calagem e de Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (2004) foi corrigido. Sendo aplicado: 0,9; 2,4; 2 quilos por planta, respectivamente de N, P e K. A quantidade total foi aplicada em duas parcelas, uma em novembro e outra em fevereiro de 2015. A distribuição do adubo se deu na projeção da copa da árvore. Salienta-se que todos os tratamentos receberam adubo em equidade.

As variáveis coletadas nas duas safras (2015/16 e 2016/17) foram: a produção por planta, número de frutos, peso médio do fruto (PMF), diâmetro e comprimento de fruto; peso de amêndoa e casca; rendimento da noz. As colheitas foram realizadas da metade do mês de abril estendendo até início de junho, a colheita era feita semanalmente e se colhia quando os frutos caídos no solo. Os frutos eram levados para estufa de secagem com ventilação forçada com temperatura de $\pm 30^{\circ}\text{C}$, importante ressaltar que a umidade final pretendida era entre 4 a 10%. Após um mês de secagem dentro da estufa foi contabilizado o número de frutos e feito a pesagem por planta em balança de 0,01 g de precisão.

As variáveis coletadas foram: número de brotos no tronco onde foi realizada poda, para efeito, foi contabilizado na safra 2015/16; número de folhas por ramo e número de frutos por ramo, nestas duas variáveis fora feita uma amostragem de três ramos por cada orientação (leste-L, norte-N, oeste-O, sul-S).

Na safra 2016/17 foi avaliado a queda de frutos, na metade do mês de março (estádio de enchimento de fruto) de 2017. Nesta avaliação foi utilizada uma armação com dimensões de 0,25m por 0,50 m (totalizando 0,125 m²). Para esta avaliação foi coletado três pontos por cada orientação (L, N, O e S), desta forma, em cada ponto era contabilizado o número de frutos mal formados caídos no solo. O resultado considerado da queda de frutos foi à média de cada amostragem juntamente com as orientações por cada planta.

Foram selecionados 10 frutos por planta para avaliar o diâmetro e comprimento do fruto. No caso do diâmetro foi medido no centro do fruto, para mensuração das duas variáveis foi utilizado paquímetro digital de medida máxima de 150 mm. Desta amostragem era realizada pesagem em separado da amêndoa e da casca em balança de precisão de 0,01 g de precisão. Através do peso de amêndoa pela razão do peso total da amostra, e multiplicado por cem, era obtido o rendimento de amêndoa expresso em porcentagem.

O experimento foi delineado em blocos ao acaso composto por cinco blocos sendo que cada unidade experimental continha três plantas. Os tratamentos empregados são: poda leve, poda severa e a testemunha (sem poda). Além disso, teve-se o esquema fatorial, um fator com a presença dos níveis de intensidades de poda e outro fator contém as safras

(2015/16 e 2016). Na apreciação dos dados foi aplicado análise de variância (ANOVA). No caso de significância foi realizado o teste de comparação de média (Tukey a 5%).

Resultados e Discussão

A Mahan é tida como produtora e as demais como polinizadoras. No entanto, para o experimento foi considerado a produção apenas da cultivar Moneymaker, pois a Mahan apresentava incidência de sarna (*Venturia effusa*) que propiciava no máximo uma produção de quatro quilos, havia ainda plantas desta cultivar que não produziam, sendo que a produção da Mahan foi possível apenas na segunda safra (2016/17).

Houve diferença entre as intensidades de poda apenas para brotação (Tabela 2), enquanto para frutos por ramo, folhas por ramo e queda de frutos não houve (Tabela 6). Houve interação entre os fatores: produção por planta e número de frutos (Tabela 3). Já não teve interação de fatores para as variáveis: peso médio de fruto - PMF (Tabela 3); diâmetro e comprimento de fruto (Tabela 4); peso de amêndoa e casca e rendimento de amêndoa (Tabela 5). No entanto para diâmetro de fruto e peso de casca houve diferença dentro do fator intensidade de poda.

Na brotação foram comparadas apenas as intensidades de poda leve e severa (Tabela 2). Neste caso a poda leve apresentou número maior de brotos, provavelmente este fato ocorreu devido ao dano ser três vezes menor do que na poda severa, porém vale ressaltar que, quanto maior a severidade da poda utilizada resultará em maior crescimento (Lombardini, 2006), então desta forma, o emprego da poda deve ser pensado no equilíbrio em retirar parte da vegetação desde que não incida sobre a produção. Já para folhas por ramo e frutos por ramo não houve diferença significativa, o que demonstra a capacidade de

compensação que a noqueira-pecã apresenta das intensidades de poda leve e severa. Worley e Mullinix (1997) corroboram que não encontraram diferença estatística na variável fruto por ramo.

A produção por planta apresenta uma evolução entre as safras para a poda leve e severa (Tabela 3). Na poda leve a produção teve-se um acréscimo de 25% entre as safras (de 2015/16 para 2016/17), extrapolando para um pomar que tenha uma densidade de 100 plantas atingiria 1,3 ton./ha, enquanto o incremento mais interessante ocorreu na poda severa, onde os valores mais que quadruplicaram. Já quanto à ausência de poda, o processo declinou, ou seja, a sobreposição de ramos e folhas nesse tratamento condiciona a menor proporção de frutos. Importante ressaltar que o incremento na produção está ligado diretamente a cultivar, conforme constatado por Lombardini (2006).

No que tange a análise entre os tratamentos dentro da safra, a primeira (2015/16) não apresentou estatisticamente, equidistância entre as intensidades de poda, importante ressaltar que nesta safra, nos meses de polinização, setembro e outubro, houve, respectivamente, 18 e 17 dias com ocorrência de chuva (Figura 1) e, ademais, no mês de colheita (Abril) apresentou 19 dias de chuva, o que pode ter influenciado na produção. Além disso, teve-se o fato de ocorrer na colheita, frutos com viviparidade, que tornava a noz-pecã inviável.

Todavia, na segunda safra houve uma inversão, que apresenta, sobretudo, a poda severa com a maior produção diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. A produção entre as safras pode estar associada à alternância, característica comum para a noqueira-pecã encontrado no trabalho de Lombardini (2006). Aliado a isto, Conner e

Worley (2000) encontraram um índice de alternância para a Moneymaker de 0,68 a 0,77, sendo que o valor próximo a um, indica maior grau de alternância, enquanto mais próximo de zero menor alternância.

A estimativa de produção por hectare, nesta segunda safra na intensidade poda severa equivale a 2,8 ton.. No entanto, para pomares no Brasil a média fica entorno de 1,6 ton./ha de acordo com FRONZA et al., 2018, porém é importante ressaltar que a ocorrência de produções no patamar do demonstrado pela poda severa, é esporádico, há relatos de nogueiras-pecã Brasil chegarem a produção acima de 100 quilos por planta, sobretudo, em casos onde as plantas estão isoladas.

No comparativo com o México, esse resultado obtido está abaixo, no experimento relatado por Arreola Ávila et al. (2010) a média geral de produção por planta foi de 35 quilos, sobretudo, essas plantas apresentam idade de 27 anos. E complementando a isso, nos Estados Unidos com plantas de 25 anos conseguiu o resultado citado pelos mexicanos, em experimento realizado por Wells (2012).

O número de frutos demonstrou uma evolução quando se realizou poda (leve ou severa), enquanto a falta de poda projetou decréscimos no número de frutos no decorrer das safras. A ausência de poda levou uma redução, em praticamente, três vezes menos número de frutos. No tratamento poda severa a diferença entre as safras mais que quadruplicou, além disso, na safra 2016/17 esse tratamento diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, demonstrando parcialmente que a poda severa torna-se uma estratégia interessante para pomares com entorno de 40 anos. Aliado a isto, tem-se também a entrada

de luz, o que favorece a produção em ramos internos, que se apresentavam sombreados (Mika, 1986).

O peso médio de fruto (PMF) reflete no preenchimento da noz-pecã, ou seja, quanto maior o peso, menor será a quantidade necessária para obter, por exemplo, um quilo. No entanto, não houve diferença estatística, os valores oscilando entre 5,28 e 6,80 g (Tabela 2).

O diâmetro e comprimento do fruto têm relação direta com a cultivar. Neste experimento, para cultivar Moneymaker não houve interação significativa em ambas variáveis (Tabela 4). Porém, na variável diâmetro houve diferença dentro do fator intensidade de poda (Tabela 4). A poda severa apresentou maior diâmetro não diferindo da poda leve, que este não esteve distante estatisticamente do sem poda. Cargnelutti Filho et al. (2015) avaliaram diâmetro e comprimento de noz-pecã da cultivar Moneymaker, e encontraram valores respectivamente entre 21,34 e 23,63 mm e entre de 29,65 a 36,61 mm, onde esses parâmetros estão muito próximo ao do experimento.

Quando se trata de peso de casca, a obtenção de valores baixos é interessante. Neste caso, somente houve diferença dentro do fator intensidade de poda (Tabela 5), sendo o melhor resultado na intensidade sem poda (30,15 g), seguido pela poda leve (31,25 g), que este não diferiu da poda severa (34,79 g). O resultado obtido na intensidade sem poda é próximo ao encontrado por Cargnelutti Filho et al. (2015), onde esse encontrou o menor índice obtido (30,10 g).

Em se tratando de peso de amêndoa, obviamente, resultados maiores se tornam significantes. No entanto para essa variável não houve diferença, sendo que de forma geral

os resultados oscilaram entre 25,45 e 33,58 g, valores estes que estão dentro da faixa do relatado por Cargnelutti Filho et al. (2015).

O rendimento de amêndoa é o melhor índice para monitorar se estão obtendo nozes-pecã bem preenchidas e com cascas mais finas. Nesta variável também não houve interação (Tabela 5), os índices ficaram entre 43,77 e 51,40%. Isto representaria, por exemplo, que uma tonelada de noz-pecã teria-se de 437,7 a 514 quilos de amêndoa. Esse resultado está próximo ao que foi relatado na revisão de Fronza et al. (2018).

A queda de fruto (Tabela 6) não apresentou diferença, sendo esta avaliação executada na safra 2016/17 devido ter-se períodos de escassez de água, principalmente, nos meses de novembro e março (Figura 1), sobretudo, não havia irrigação.

A realização de poda em pomares com ausência de manejo torna-se uma atividade importante. Nessas duas safras foi possível acompanhar parte da evolução, no entanto, seria interessante em trabalhos futuros empregar mais níveis na intensidade de poda.

Os resultados preliminares mostram ganhos. No entanto, a não realização de poda mantém a maior quantidade de folha, que em contrapartida realiza maior sombreamento, que desta forma compromete a produção de frutos. A intensidade de poda leve propiciou pouco efeito na produção e com isto, a utilização desta prática é em tese, desnecessária. Já na intensidade de poda severa resultou em incrementos na produção, o que demonstra num pomar sem realização de poda uma prática importante devido à remoção de ramos que realizem sobreposição e sombreamento.

Conclusão

A intensidade de poda teve reflexo direto na produção de noz-pecã, tornando uma prática importante em pomares com mais de 40 anos. Desta forma, a poda severa favoreceu o aumento de produção conforme a evolução as safras. No entanto, em se tratando de aspectos qualitativos da noz-pecã não houve incrementos significativos.

Referências

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

BRASIL. Lei n. 5.106, de 2 de set. de 1966. Dispõe sobre os incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais, Brasília, DF, set 1966.

BRASIL, Decreto-lei n. 1.134, de 16 nov. de 1970. Altera a sistemática de incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais, Brasília, DF, nov 1970.

CARGNELUTTI FILHO, A.; POLETTO, T.; MUNIZ, M. F. B.; BAGGIOTTO, C.; POLETTO, I. Dimensionamento amostral para avaliação de massa e diâmetro de frutos de nogueira-pecã. **Ciência Rural**, v. 45, n.5, p. 794-798, 2015.

CQFS-RS/SC – Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de calagem e de adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. (S.I): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ Núcleo Regional Sul. 400p.

CONNER, P. J.; WORLEY, R. E. Alternate Bearing Intensity of Pecan Cultivars. **HortScience**, v. 35, n. 6, p. 1067-1069, 2000.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pecuária e Abastecimento. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2ª Ed., 2006, 306p.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Poda da noqueira-pecã**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM. 92p. 2017.

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.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Solo. Disponível em: <[FTP://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/pedologia/unidades_federacao/rs_pedologia.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/pedologia/unidades_federacao/rs_pedologia.pdf)>. Acesso em 13 nov. 2018.

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.

MIKA, A. Physiological Responses of Fruit Trees to Pruning. **Horticultural Reviews**, v. 8, p. 337-378, 1986.

WELLS, M. L. Pecan Tree Productivity, Fruit Quality, and Nutrient Element Status using Clover and Poultry Litter as Alternative Nitrogen Fertilizer Sources. **HortScience**, v. 47, n. 7, p. 927-931, 2012.

WELLS, M. L. **PECAN America's Native Nut Tree**. The University of Alabama Press. 2017. 264p.

WOOD, B. W. Mechanical Hedge Pruning of Pecan on a Relatively Low-light Environment. **HortScience**, v. 44, n. 1, p. 68-72, 2009.

WORLEY, R. E. Selective Limb Pruning Intensity Influences Mature Pecan Tree and Nut Characteristics. **HortScience**, v. 26, n. 2, p. 126-129, 1991.

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, p. 79-85, 1996.

WORLEY, R. E.; MULLINIX, B. G. Selective Limb Pruning of Large Pecan Trees Reduces Yield but Improves Nut Size and Tree Characteristics. **HortScience**, v. 32, n.1, p. 50-52, 1997.

Tabela 1. Análise química do solo no pomar de noqueira-pecã, Capão do Leão, RS, Brasil, 2015.

pH água 1:1	Índice SMP	H + Al	Al	Ca	Mg	K	Al	Bases
		cmol/dm ³						saturação (%)
5,1	6,1	3,8	0,4	1,2	0,8	0,1	23,5	25
Classe textural	Argila	M. O.	P	K	Efetiva	pH 7		
		%	mg/dm ³		CTC			
4	15	1,0	3,4	52	1,7	5,1		

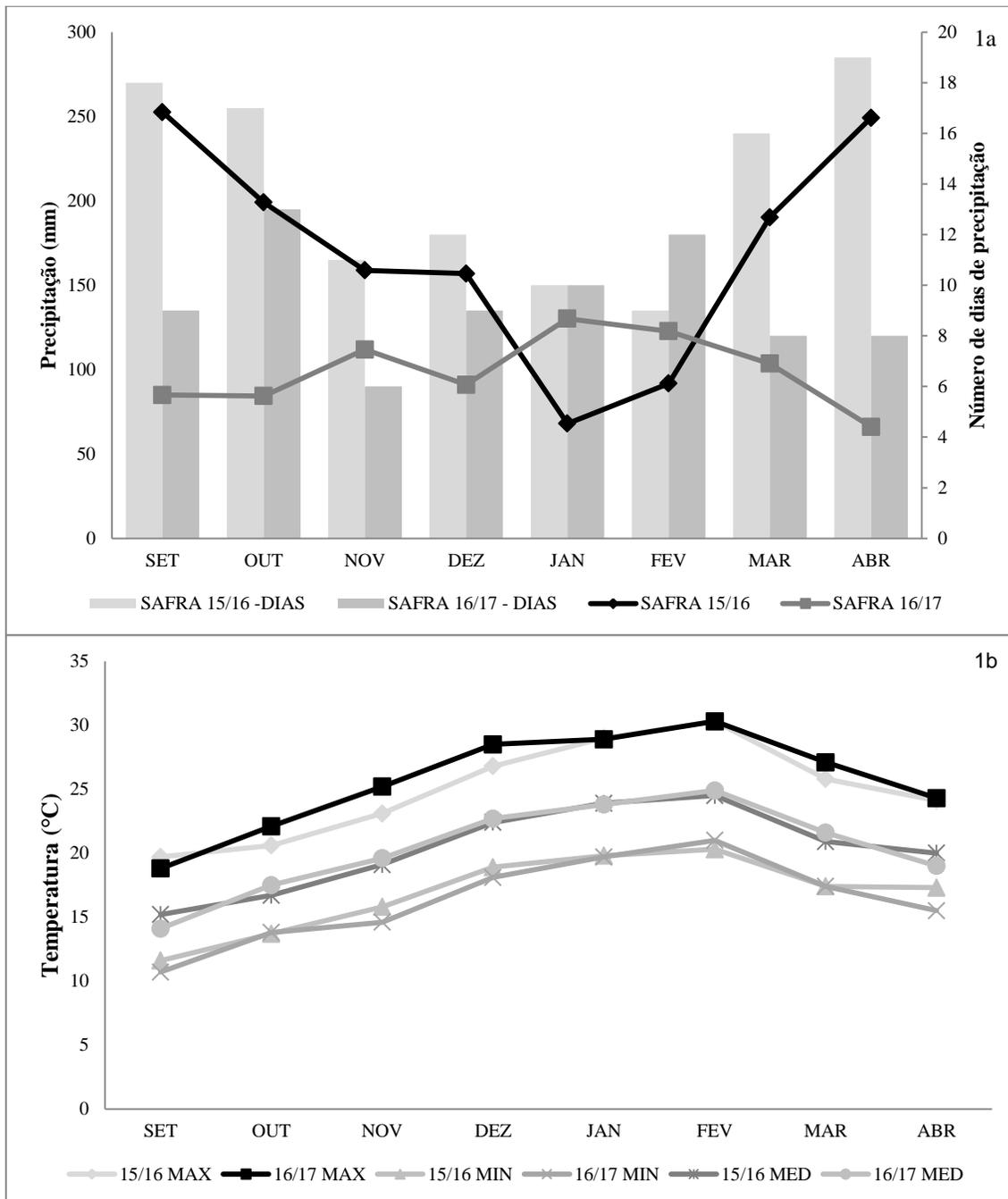


Figura 5a. Dados de precipitação pluviométrica, as linhas expressam o volume de chuva e as colunas representam o número de dias que ocorreu precipitação nas safras 2015/16 e 2016/17; 1b. Dados de temperatura máxima, mínima e média nas safras 2015/16 e 2016/17, Capão do Leão, RS, Brasil, 2017.

Tabela 2. Número de brotações, folhas por ramo e frutos por ramo da noqueira-pecã, Capão do Leão, RS, Brasil, 2016.

Intensidade de poda	Brotação*	Folhas por ramo**	Frutos por ramo**
Sem	-	6,0 ^{ns}	3,20 ^{ns}
Leve	19,30 A	6,0	2,08
Severa	14,65 B	5,4	1,87
CV (%)	19,73	26,20	70,43

* Médias na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

**Não houve diferença estatística na ANOVA.

Tabela 3. Produção por planta (Kg); Número de frutos e Peso Médio de Fruto - PMF (g) nas safras 2015/16 e 2016/17, Capão do Leão, RS, Brasil, 2017.

Intensidade de poda	Produção por planta (Kg)*		Número de frutos*		PMF (g)**	
	2015/16	2016/17	2015/16	2016/17	2015/16	2016/17
Sem	14,4 Aa	5,3 Ab	619 Aa	249 Ab	5,91 ^{ns}	5,28
Leve	10,4 Aa	13,0 Ab	307 Aa	557 Ab	5,83	6,04
Severa	6,6 Ba	28,4 Aa	246 Ba	1136 Aa	6,80	6,25
CV (%)	30,72		31,40		7,59	

* A mesma letra minúscula na coluna e a mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

**Não houve interação entre os fatores pela ANOVA.

Tabela 4. Diâmetro e comprimento da noz-pecã, Capão do Leão, RS, Brasil, 2017.

Intensidade de poda	Diâmetro (mm)*		Comprimento (mm)**	
	2015/16	2016/17	2015/16	2016/17
Sem	21,80 B		34,70 ^{ns}	33,82
Leve	21,71 AB		33,95	33,43
Severa	22,34 A		34,95	34,60
CV (%)	1,49		3,03	

*Houve interação dentro do fator intensidade de poda pelo teste de Tukey a 5%.

**Não houve interação entre os fatores pela ANOVA.

Tabela 5. Peso de amêndoa e casca, rendimento de amêndoa de noz-pecã, Capão do Leão, RS, Brasil, 2017.

Intensidade de poda	Peso de amêndoa (g)*		Peso de casca (g)**	Rendimento de amêndoa (%)*	
	2015/16	2016/17		2015/16	2016/17
Sem	26,10 ^{ns}	25,45	30,15 B	44,00 ^{ns}	47,98
Leve	25,90	30,30	31,25 AB	44,95	50,15
Severa	33,58	27,35	34,79 A	49,41	43,77
CV (%)	11,75		6,12	5,87	

*Não houve interação entre os fatores pela ANOVA.

** Houve interação dentro do fator intensidade de poda pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 6. Queda de frutos no pomar de noqueira-pecã, Capão do Leão, RS, Brasil, 2017.

Intensidade de poda	Queda de frutos (m ²)*
Sem	38,67 ^{ns}
Leve	21,11
Severa	27,33
CV (%)	35,71

*Não houve diferença significativa pela ANOVA.

**Artigo 3 Fenologia de Cultivares da Nogueira-pecã [*Carya illinoensis*
(Wangenh) K. Koch] no Sul do Brasil**

Artigo a ser submetido na Revista Acta Horticulturae

FENOLOGIA DE CULTIVARES DA NOGUEIRA-PECÃ [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch], NO SUL DO BRASIL

Bilharva, Mauricio Gonçalves; Ortiz, Edson; Martins, Carlos Roberto; Malgarim, Marcelo Barbosa

Resumo

O objetivo foi avaliar os parâmetros fenológicos de cultivares da noqueira-pecã em Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul. O experimento foi delineado em blocos ao acaso, sendo os tratamentos as cultivares, totalizadas em 15 (Apache; Barton; Caddo; Cape Fear; Choctaw; Cowley; Desirable; Gratex; Mahan; Mohawk; Shawnee; Sioux; Stuart; Tejas e Wichita), com seis blocos. Foi avaliada fenologia de 1991 a 1999, em específico os estádios fenológico: brotação, liberação do pólen e receptividade do estigma, sendo estes dois últimos estádios ainda foram caracterizados o período em dias, ademais foi contabilizado o número de dias da brotação até a receptividade do estigma e também da brotação até a liberação do pólen. Nas variáveis: número de dias de liberação do pólen; receptividade do estigma; brotação-receptividade do estigma; e; brotação-liberação do pólen foram realizados Anova e em caso de significância foi aplicado teste de Tukey a 5%. Quanto a brotação as cultivares ficaram divididas em precoce-intermediárias; intermediárias; intermediárias-tardias; e tardia. A Desirable apresentou maior número de dias de receptividade do estigma e a Wichita com maior número de dias de liberação de pólen. Já para o período da brotação-receptividade do estigma e brotação-liberação do pólen não houve diferença estatística. Quanto a coincidência (liberação de pólen e receptividade do estigma), cinco cultivares não apresentaram dicogamia. Desirable apresenta dicogamia protândrica, as demais foram protogínicas, no entanto, diferem quanto à dicogamia completa e incompleta. Por fim, há cultivares que apresentaram comportamento fenológico similares, o que permite a sua utilização no mesmo pomar com vistas a garantir uma melhor polinização e possivelmente produtividade de nozes-pecã.

PALAVRAS-CHAVE: Brotação, Dicogamia, Precocidade, Protândrica, Protogínica.

Abstract

The objective was to evaluate the phenological parameters of pecan cultivars in Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul. The experiment was designed in randomized blocks, with the treatments being the cultivars, totaling 15 (Apache; Barton; Caddo; Cape Fear; Choctaw; Cowley; Desirable; Gratex; Mahan; Mohawk; Shawnee; Sioux; Stuart; Tejas and Wichita)., with six blocks. Phenology was evaluated from 1991 to 1999, in particular the phenological stages: budding, pollen release and stigma receptivity. These last two stages were still characterized the period in days. stigma and also from budding to pollen release. In the variables: number of pollen release days; receptivity of stigma; sprouting-receptivity of stigma; and; bud-pollen release were performed ANOVA and in case of significance Tukey test at 5% was applied. Regarding sprouting the cultivars were divided into early-intermediate; intermediaries; late

intermediate; and late. Desirable had the highest number of days of stigma receptivity and Wichita had the highest number of pollen release days. For the period of budding-receptivity of stigma and budding-release of pollen there was no statistical difference. As for coincidence (pollen release and stigma receptivity), five cultivars did not present dicogamy. Desirable has protandric dicogamy, the others were protogynic, however, differ in the complete and incomplete dicogamy. Finally, there are cultivars that showed similar phenological behavior, which allows their use in the same orchard to ensure better pollination and possibly productivity of pecans.

KEYWORDS: Budding, Dicogamy, Precocity, Protandric, Protogenic.

Introdução

A noqueira-pecã tem origem da América do Norte, em específico do sul dos Estados Unidos e Norte do México. A noqueira-pecã já tem praticamente mais de 100 anos que ingressou no Brasil, sendo que a região sul (principalmente no Rio Grande do Sul) apresenta maior área de cultivo, processamento e comercialização de mudas (Fronza et al., 2018).

O cultivo da noqueira-pecã apresenta incremento em áreas de plantio, devido principalmente a cultura projetar boa rentabilidade (Boscardin et al., 2017). Ainda a possibilidade de realizar consorciação com culturas anuais e pecuária atraem novos produtores.

A fenologia é um critério importante dentro da noqueira-pecã, principalmente, na época da floração, pois nessa cultura ocorre a dicogamia, ou seja, ausência de sincronia da flor masculina (amentos – liberação do pólen) com a flor feminina (receptividade do estigma) (Sparks, 2005; Wetzstein & Sparks, 1986). Nesse sentido, quanto à flor masculina libera pólen antes, a caracterização passa a ser dicogamia protândrica, enquanto, a flor feminina está receptiva por primeira, a dicogamia é protogínica. A literatura já apresenta cultivares caracterizada como tipo 1 (protândrica) e tipo 2 (protogínica), porém consolidado basicamente no país de origem da noqueira-pecã. Baracuhy (1980) realizou estudos sob o período de floração e viabilidade de pólen de algumas cultivares de noqueira-pecã no Rio Grande do Sul, nos municípios de Cachoeira do Sul e Pelotas. Todavia os estudos sobre esse assunto não deram prosseguimento.

O conhecimento da fenologia também contribui para o planejamento dos tratamentos culturais (Han et al., 2018; Mokochinski et al., 2017). Com o conhecimento do período de brotação e floração é possível associar o manejo do pomar, o que poderá obter-se maior eficiência. Aliado a isto, o trabalho com cultivares permite prospectar que estas apresentem sincronia a liberação de pólen e receptividade do estigma.

Neste âmbito, o objetivo do experimento foi avaliar parâmetros fenológicos e comportamento das cultivares, em Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na propriedade da Linck, localizada em Cachoeira do Sul, RS, situado numa altitude de 70 m, latitude de 30°12' S, longitude de 52°51' O. O período de avaliação compreendeu de outubro de 1991 a novembro de 1999.

As cultivares avaliadas foram: Apache; Barton; Caddo; Cape Fear; Choctaw; Cowley; Desirable; Gratex; Mahan; Mohawk; Shawnee; Sioux; Stuart; Tejas e Wichita. As plantas apresentavam 25 anos de idades, em fase de produção. O experimento foi delineado em blocos ao acaso, sendo constituído de 15 tratamentos (cultivares) e seis blocos.

O solo pertence a unidade de Vacacai; solo São Gabriel e solo vermelhão. A irrigação foi realizada por meio de gotejamento, sendo executado conforme o balanço hídrico com auxílio da evapotranspiração de referência e do coeficiente da cultura (Kc), no entanto, quando ocorriam precipitações não se realizava irrigação. O período de aplicação compreendeu da brotação até o enchimento do fruto. Após a queda dos amentos e da fecundação da flor ocorrem aplicações de fungicida para o controle da sarna.

As variáveis avaliadas foram: o início da brotação; dias de liberação de pólen e receptividade do estigma; dias da brotação até a liberação do pólen e dias da brotação até a receptividade do estigma; época de ocorrência da liberação do pólen e da receptividade do estigma (coincidência).

O início da brotação foi caracterizado quando as gemas saíam do repouso quando mais de 50% da planta apresentavam as brotações emitidas, para isso foram marcados 12 ramos. Nesta avaliação foram consideradas avaliações do período de 1991 a 1999.

Na variável brotação foi considerada a data mais antecipada e tardia do início deste estágio e ainda levou-se em conta o ano. Com essas informações foi possível prospectar as cultivares que são precoces, intermediárias e tardias quanto a brotação. Para isso, foi utilizada a data mais antecipada da cultivar que brotou primeiro e a data da cultivar que brotou por último, sendo divididas equidistantes em três faixas (primeira: 27 de agosto a 11 de setembro; segunda: de 12 a 26 de setembro; terceira: de 27 de setembro a 12 de outubro) correspondendo respectivamente precoce, intermediária e tardia. Além disso, as cultivares para estarem inseridas na faixa teria que apresentar no mínimo 50% do total de dias da faixa.

Na avaliação da liberação do pólen e a receptividade do estigma foi utilizado a metodologia descrita por Baracuh (1980). Na liberação do pólen foram coletados 12 amentos por plantas, enquanto para a receptividade do estigma foi contabilizado 12 flores para a determinação desta. Nestas avaliações o período foi avaliado de 1991 a 1999, sendo que foi caracterizado o número de dias de cada avaliação e em cada cultivar. Além disso, foram contabilizados os dias do início da brotação até a liberação de pólen e também foram contabilizados os dias do início da brotação até a receptividade do estigma.

De acordo com as informações da liberação do pólen e a receptividade do estigma foi elaborada uma figura com as cultivares apresentando o período de ocorrência nos meses de outubro a novembro para a receptividade do estigma e a liberação do pólen. Para isso, foi considerado o acúmulo das datas, desde a data mais antecipada até a mais tardia em cada cultivar, considerando-se assim, o acumulado. Sobretudo, também foi feito um levantamento do período em que há constância das datas, isto é, foi analisado todos os anos em cada cultivar e as datas em que se repetiam em mais de 75% do total de anos considerado como constante.

As variáveis: número de dias da brotação até a liberação do pólen e da brotação até a receptividade do estigma; número de dias de liberação de pólen e de receptividade do estigma foram realizadas análise de variância e em caso de significância foi realizado o teste de Tukey a 5%. No caso da brotação, liberação de pólen e receptividade do estigma foi demonstrada figuras que apresentassem o período de ocorrência, sendo que apenas foi realizada uma descrição destas cultivares.

Resultados e Discussão

A brotação compreende de forma generalizada do final de agosto até o primeiro decêndio de outubro (Figura 1). No final de agosto apresentam-se cinco cultivares que podem começar a brotação, Apache; Caddo; Cape Fear; Mahan e Wichita. As cultivares apresentam no mês de setembro como a propensão maior do início da brotação. Em específico no primeiro decêndio de setembro apenas 13% das cultivares avaliadas não brotaram, enquanto no segundo decêndio apenas a Gratex não apresentou brotação. Já no terceiro decêndio de setembro todas as cultivares são possíveis de começarem a brotar. Enquanto em outubro, dois terços de todas as cultivares apresentam condições para a brotação.

O maior período de brotação foi da Mahan, que apresentou 35 dias, já no lado oposto, com menor período foi a Gratex, de 22 dias. Como a avaliação foi ano a ano, a melhor condição se dava quando o período era menor, ou seja, isso favorece a determinação de práticas e manejos a se realizar no pomar e também a condição de evitar danos ocorrido por geada tardia, ademais, provavelmente independa das condições climáticas, logo a cultivar é mais adaptável a diferentes regiões. Com as informações da Figura 1, as cultivares foram classificadas quanto ao início da brotação, nenhuma das cultivares se apresentaram apenas precoce. As cultivares ficaram divididas em precoce-intermediárias; intermediárias; intermediárias-tardias; e tardia.

As precoce-intermediárias são: Apache, Caddo, Cape Fear, Cowley, Mahan, Mohawk, Shawnee e Wichita. As cultivares intermediárias são: Desirable, Sioux e Tejas. Enquanto as intermediárias-tardias são Barton, Choctaw e Stuart. A única cultivar tardia é a Gratex.

Quanto ao período da brotação até a receptividade do estigma e também da brotação até a liberação do pólen não houve diferença estatística (Tabela 1). Na média geral, o período da brotação até a receptividade do estigma e da brotação até a liberação do pólen são, respectivamente, 27,4 e 28,4 dias.

Em relação ao período de dias para a receptividade do estigma e liberação do pólen houve diferença estatística para as cultivares estudadas (Tabela 2). A cultivar que apresentou maior período em dias de receptividade do estigma foi a Desirable, com aproximados 22,7 dias, que não diferiram das seguintes cultivares: Barton; Caddo; Cape Fear; Choctaw; Gratex e Sioux, os valores em dias da receptividade do estigma são respectivamente, 20,8; 20,7; 17,1; 18,6 e 16,7 dias. Já as cultivares que apresentaram o menor número de dias da receptividade do estigma foram: Apache; Cowley; Mahan; Mohawk; Shawnee; Stuart; Tejas e Wichita, sendo que os valores oscilaram de 9,8 a 12,7 dias. Outro aspecto relevante é que 53% das cultivares avaliadas apresentam número de dias inferior a duas semanas.

No caso da liberação do pólen (Tabela 2), a cultivar que apresentou o maior número de dias estatisticamente foi a Wichita, com 19,2. As demais cultivares não diferiram tanto do maior quanto do menor dias de liberação do pólen (número de dias variando de 12,2 a 18), exceto a cultivar Cowley, que apresentou o menor período, que foi de 9,2 dias. Num aspecto geral, há certa homogeneidade das cultivares avaliadas quanto a liberação de pólen.

Thompson & Grauke (2012) relatam em trabalho nos Estados Unidos, para as cultivares Caddo, Choctaw, Desirable, Stuart e Wichita, na receptividade do estigma nove, cinco, cinco, seis e seis, respectivamente, o número de dias, então desta forma no Brasil, o estudo demonstra superioridade. A receptividade do estigma numa faixa mais ampla favorece a maior polinização e conseqüentemente possibilidade de maiores produções. Já no caso da liberação de pólen para as mesmas cultivares os valores oscilou entre três e sete dias, que se comparado com as mesmas cultivares avaliadas no Brasil ficaram de duas a sete vezes menos.

A receptividade do estigma independentemente das cultivares apresentaram período que abrangeu de 5 de outubro a 23 de novembro (Figura 2). No primeiro decêndio de outubro apenas cinco cultivares (Caddo, Cape Fear, Mahan, Shawnee e Wichita) apresentaram o estigma receptivo, enquanto no segundo decêndio apenas duas cultivares não apresentavam a receptividade (Choctaw e Gratex). Já no terceiro decêndio todas as cultivares apresentavam período propício a receptividade do estigma.

No primeiro decêndio de novembro três cultivares (Cape Fear, Mahan e Wichita) já não estavam mais com estigma receptivo. No segundo decêndio de novembro aproximadamente 53% das cultivares tinham condições de receptividade do estigma.

As cultivares que apresentaram o menor período de receptividade do estigma no acumulado foram Tejas e Wichita (20 dias – 17 de outubro a 5 novembro; e; 9 de outubro a 28 de outubro, respectivamente). Isto indica provavelmente que estas cultivares tem um comportamento mais constante, ou seja, apresentaram uma adaptação e a condição climática influencia menos, de forma a reduzir o impacto na receptividade do estigma. Já a que apresentou um período maior de receptividade do estigma no acumulado foi a Apache, sendo assim, esta pode apresentar um período de receptividade do estigma que possivelmente fique mais dependente das variáveis climáticas.

Na avaliação da constância dos dados, foi segregado em três grupos, o primeiro grupo reúne aproximadamente 46,6% das cultivares avaliadas, que apresentam de um a três dias em que praticamente todas as avaliações as datas da receptividade do estigma se repetiram nos anos avaliados. Num segundo grupo temos dois terços das cultivares que apresentam de cinco a seis dias que se repetem. Por fim, o terceiro grupo em que as cultivares tem de 10 a 11 dias em comum nas avaliações, essas cultivares eram a Choctaw; Desirable e Gratex. Esta análise permite também que estas cultivares apresentem maior adaptabilidade as condições do Brasil, com ênfase na região sul.

Outra análise relevante é quanto à precocidade em que cada cultivar apresenta no período de maior constância (Figura 3), as cultivares que apresentaram a receptividade do estigma mais antecipada foram: Caddo; Cape Fear; Mahan e Wichita, sendo a ocorrência registrada no segundo decêndio de outubro. Já cultivares que se localizaram no período intermediário estão no terceiro decêndio de outubro, foram 60% das cultivares avaliadas. Ainda considerado como cultivares que estão inseridas no período intermediário-tardio, que compreende o primeiro decêndio de novembro, estão em cinco. Já as mais tardias neste estudo, estão no segundo decêndio de novembro que são a Choctaw e a Gratex.

A liberação do pólen independentemente das cultivares apresentou um período que abrange de 5 de outubro a 27 de novembro (Figura 2). No primeiro decêndio de outubro apenas três cultivares liberaram o pólen, Caddo; Cape Fear e Desirable. No segundo decêndio de outubro há um aumento nas cultivares, sendo que 40% das cultivares avaliadas já liberavam o pólen. Já no terceiro decêndio de outubro apenas uma cultivar (Gratex) não apresentava a liberação do pólen. No primeiro decêndio de novembro apenas a Cape Fear já não liberava o pólen; e; no segundo decêndio de novembro apenas três cultivares (Caddo; Cape Fear e Cowley) não dispunham de pólen. Enquanto, no terceiro decêndio de novembro apenas um terço das cultivares (Apache, Choctaw, Gratex, Stuart e Wichita) liberaram o pólen, as demais já haviam esgotadas a liberação do pólen.

As cultivares que apresentaram o maior período de liberação do pólen, no acumulado, foram Apache e Wichita (38 dias, 15 de outubro a 21 de novembro, em ambas cultivares) isto provavelmente determina que haja uma dependência maior destas, em função das variáveis climáticas. Enquanto a que apresentaram o menor período acumulado, Cowley e Tejas (21 dias – 18 de outubro a 7 de novembro; e; 25 de outubro a 14 de novembro, respectivamente) apresentam possivelmente uma maior rusticidade, ou seja, estão mais adaptadas e toleram maiores variações climáticas.

No tocante da constância dos dados para a liberação do pólen. Houve uma divisão em três grupos, os que apresentam de um a três dias em que as datas se repetiam, onde constam as cultivares: Barton, Caddo, Cowley, Mohawk, Sioux e Tejas. Já no grupo que variou de quatro a seis dias estão: Apache, Cape Fear, Desirable e Wichita. Já no último grupo, que oscilou de nove a 12 e compreende as seguintes cultivares: Choctaw, Gratex, Mahan, Shawnee e Stuart. No caso desse último grupo, isto também é um indicador, que possivelmente, as cultivares estão mais adaptadas às condições climáticas locais.

Baracuchy (1980) encontrou tanto na receptividade do estigma quanto na liberação do pólen um período que variou de 7 a 20 dias (em Pelotas e Cachoeira do Sul), semelhante ao deste experimento.

Ainda em cima dos dados de constância da liberação do pólen dessas cultivares houve uma divisão quanto à precocidade. Sobretudo, a divisão se deu em cinco grupos. No primeiro grupo estão as cultivares precoces Caddo, Cape Fear e Desirable que situaram a liberação de pólen entre a metade do segundo decêndio de outubro e a segunda metade do terceiro decêndio do mesmo mês. Já a cultivar precoce-intermediária é Apache. Enquanto as cultivares intermediárias são Barton, Cowley, Mahan, Mohawk, Shawnee, Sioux, Tejas e Wichita (situada no final do terceiro decêndio de outubro e estendido até o primeiro decêndio de novembro). As cultivares intermediárias-tardias foram Choctaw e Stuart. A única cultivar tardia foi a Gratex com a sua distribuição compreendida praticamente no segundo decêndio de novembro.

A coincidência da receptividade do estigma com a liberação do pólen é parte essencial do trabalho, pois a tomada de decisão de implantações de pomares de noqueira-pecã depende das cultivares e seu comportamento quanto à disposição da floração.

Na figura 2, em se tratando dos dados acumulados, seis cultivares (Apache, Barton, Caddo, Cape Fear, Choctaw e Cowley) apresentaram a liberação de pólen e a receptividade do estigma igual, no entanto, quando se avalia ano a ano os dados se apresentavam a dicogamia. As demais cultivares (nove) apresentaram a dicogamia incompleta (consiste em um curto período de coincidência entre a liberação do pólen e a receptividade do estigma). Além disso, foi caracterizado quanto a ser protândrica (libera o pólen primeiro) e protogínica (o estigma receptivo primeiro). A única cultivar com dicogamia incompleta protândrica foi a Desirable. As outras cultivares (Gratex, Mahan, Mohawk, Shawnee, Sioux, Stuart, Tejas e Wichita) se apresentam com dicogamia incompleta protogínica.

Na análise da constância dos dados (Figura 3) apenas seis cultivares não apresentaram dicogamia, Apache, Barton, Caddo, Cape Fear, Choctaw e Cowley. Já um terço apresentou dicogamia incompleta, sendo protândrica apenas a Desirable, enquanto protogínica são Gratex, Mohawk, Stuart e Tejas. As cultivares de dicogamia completa são apenas protogínica, constituídas por Mahan, Shawnee, Sioux e Wichita.

De acordo com a análise empregada (dados acumulados e constância) algumas cultivares apresentam comportamento diferenciado. Apenas 40% das cultivares apresentaram a mesma característica independente da análise empregada. No caso das cultivares que não apresentaram dicogamia, isso não indica que autopolinização seja o ideal, pois a ocorrência da endogamia favorece a produção de frutos pequenos e baixo rendimento de amêndoa (ROVANI, 2016).

Baracuhy (1980), no mesmo município de desenvolvimento do experimento, encontrou que a Mahan, Mohawk e Wichita como protogínica; Desirable como protândrica; e; Cape Fear sem dicogamia, indicando o mesmo comportamento relatado nesse experimento.

Enquanto no Estados Unidos, os autores (Thompson & Grauke, 2010; 2012) expuseram que a Caddo e a Choctaw apresentaram-se protândrica completa e a Desirable apresentou-se protândrica incompleta, enquanto a Stuart apresentou-se protogínica completa e a Wichita caracterizou-se como protogínica incompleta, quanto ao tipo (protândria ou protoginia) foram as mesmas do experimento, no entanto, em relação a questão de serem completa e incompleta, apenas a Stuart foi igual ao experimento. Ainda no mesmo país, Worley et al. (1992) também vai ao encontro do relato no experimento no que se refere as cultivares Shawnee, Stuart e Tejas (protogínica), porém diferiu quanto a Sioux, que relatam como protândrica.

Na China, Zhang et al. (2015) relataram o comportamento da Caddo como protândrica incompleta, Desirable sem dicogamia. Já Mahan(nesse caso Han et al., 2018 corrobora juntamente com os trabalhos), Mohawk e Wichita caracterizaram como protogínica completa. Em relação ao experimento Caddo e Desirable mostraram-se diferentes, já as demais foram iguais ao encontrado.

O desenvolvimento da floração da noqueira-pecã é crucial dentro da análise fenológica e também na prospecção da produtividade. Ademais tem que avaliar o comportamento das cultivares e a dinâmica da floração com o objetivo de encontrar melhores cruzamentos. A determinação do início dos estádios fenológicos são preponderante devido a manejo e fundamentalmente para encontrar cultivares que demonstram um comportamento adequado ao Rio Grande do Sul. Desta forma, não há uma cultivar indicada e sim cultivares que se adéquam a diferentes regiões do Rio Grande do Sul. Ademais, faz-se necessário o prosseguimento de estudos na fenologia da noqueira-pecã.

Conclusão

Há cultivares que apresentaram comportamento fenológico similares, o que permite a sua utilização no mesmo pomar com vistas a garantir uma melhor polinização e possivelmente produtividade de nozes-pecã.

Referências

- BARACUHY, J. B. da C. **Determinação do período de floração e viabilidade de pólen de diferentes cultivares de noqueira peca *Carya illinoensis* (Wangh) K. Koch.** 1980. 52f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1980.
- BOSCARDIN, J.; COSTA, E. C.; PAULUS, E.; MACHADO, D. do N.; PEDRON, L.; SILVA, P. G. da. Crescimento de noqueira-pecã sob diferentes preparos do solo e coveamentos: coleópteros como bioindicadores. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 587-596, 2017.

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.

HAN, M.; PENG, F.; MARSHALL, P. Pecan phenology in Southeastern China. **Annals of Applied Biology**, p. 1-10, 2018.

LAZAROTTO, M. **Identificação e caracterização de *Fusarium* spp. e *Pestalotiopsis* spp. associados a *Carya illinoensis* no Rio Grande do Sul**. 2013. 156f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 10 ed., Porto Alegre, 2004, 400p.

MOKOCHINSKI, F. M.; WATZLAWICK, L. F.; BOTELHO, R. V.; MOREIRA, V. Randomized branch sampling to estimate fruit production in Pecan trees cv. 'Barton'. **Ciência Rural**, v. 47, n. 4, p. 1-6, 2017.

ROVANI, F. F. M. **ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO DO CULTIVO DA NOGUEIRA PECÃ (*Carya illinoensis*) PARA O RIO GRANDE DO SUL**, 2016. 232p. Tese (Doutora em Geografia) – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

SPARKS, D. Adaptability of Pecan as a Species. **HortScience**, v. 40, n. 5, p. 1175-1189, 2005.

THOMPSON, T. E.; GRAUKE, L. J. 'Mandan'. **HortScience**, v. 45, n. 9, p. 1392-1393, 2010.

THOMPSON, T. E.; GRAUKE, L. J. 'Lipan' Pecan. **HortScience**, v. 47, n.1, p. 121-123, 2012.

WETZSTEIN, H. Y.; SPARKS, D. Flowering in Pecan. **Horticultural Reviews**, v. 8, p. 217 – 255, 1986.

WORLEY, R. E.; DOVE, S.K.; MULLINIX JR, B. G.; SMITH, M. Long-term dichogamy of 80 pecan cultivars. **Scientia Horticulturae**, v.49, p. 93-101, 1992.

ZHANG, R.; PENG, F.; LIANG, Y.; HAO, M.; LI, Y. Flowering and Pollination Characteristics of Chinese-Grown Pecan (*Carya illinoensis*). **Acta horticulturae**, v.1, p.43-52, 2015.

Tabela 1. Período médio em dias da brotação a receptividade do estigma e da brotação a liberação do pólen, Cachoeira do Sul, RS*.

CULTIVAR	Brotação a receptividade	Brotação a liberação do pólen
APACHE	31,3 ^{ns}	41,2 ^{ns}
BARTON	23,7	25,3
CADDO	32,6	27,4
CAPE FEAR	32,1	27,9
CHOCTAW	23,1	34,1
COWLEY	26,8	36,8
DESIRABLE	29,1	25,1
GRATEX	26,5	35,2
MAHAN	27,4	37,7
MOHAWK	25,8	32,6
SHAWNEE	29,8	37,7
SIOUX	26,3	32,0
STUART	21,7	28,0
TEJAS	28,0	38,7
WICHITA	26,3	37,2
CV %	29,88	31,93

* Não houve diferença pela ANOVA.

Tabela 2. Período médio em dias da receptividade do estigma e de liberação do pólen, Cachoeira do Sul, RS.

CULTIVAR	Receptividade do estigma	Liberação do pólen
APACHE	11,7 B	16 AB
BARTON	20,8 AB	13 AB
CADDO	20,7 AB	14,6 AB
CAPE FEAR	17,1 AB	15,1 AB
CHOCTAW	15,4 AB	18 AB
COWLEY	9,8 B	9,2 B
DESIRABLE	22,7 A	15,7 AB
GRATEX	18,6 AB	16,6 AB
MAHAN	10,7 B	16,9 AB
MOHAWK	12,4 B	15,4 AB
SHAWNEE	13 B	15,7 AB
SIOUX	16,7 AB	14,2 AB
STUART	13 B	17,7 AB
TEJAS	11,7 B	12,2 AB
WICHITA	12,7 B	19,2 A
CV %	27,58	29,02

* Houve diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

**Artigo 4. FLORAÇÃO DE CULTIVARES DA NOGUEIRA-PECÃ [*Carya Illinoensis*
(Wangenh) K. Koch], NO SUL DO BRASIL**

Artigo a ser submetido na Revista Bragantia

FLORAÇÃO DE CULTIVARES DA NOGUEIRA-PECÃ [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch], NO SUL DO BRASIL

Bilharva, Mauricio Gonçalves; Ortiz, Edson; Martins, Carlos Roberto; Malgarim, Marcelo
Barbosa

Resumo

A noqueira-pecã apresenta no Brasil, necessidade de conhecimento sobre seu comportamento para melhorar os índices de produtividade para fomentar as oportunidades de negócios. O objetivo foi avaliar a brotação, receptividade do estigma e liberação de pólen das cultivares da noqueira-pecã. O experimento compreendeu o período de 1991 a 1999. O experimento foi delineado em blocos ao acaso, sendo os tratamentos as cultivares, totalizadas em 17 (Apache; Barton; Caddo; Cape Fear; Cheyenne; Choctaw; Cowley; Davis; Desirable; Gratex; Kiowa; Mahan; Mohawk; Shawnee; Shoshoni; Stuart e Wichita), com seis blocos. Foi avaliada: brotação, brotação-liberação do pólen, brotação-receptividade do estigma, liberação do pólen e receptividade do estigma, sendo estes dois últimos ainda caracterizados o período de ocorrência em ambos, ademais foi contabilizado o número de dias da brotação até a receptividade do estigma e também da brotação até a liberação do pólen. No caso do número de dias de liberação do pólen; receptividade do estigma; brotação-receptividade do estigma; e; brotação-liberação do pólen foram realizados Anova e em caso de significância foi aplicado teste de Tukey a 5%. Na brotação as cultivares foram divididas em: precoce (Apache); precoce-intermediárias (sete cultivares); intermediárias (Desirable); intermediárias-tardias (sete cultivares); e tardia (Gratex). No período da brotação-receptividade do estigma a cultivar que apresentou menor número de dias foi a Choctaw, no caso da brotação-liberação de pólen o menor período foi da cultivar Barton. Cheyenne e Desirable apresentaram maior número de dias de receptividade do estigma e a Apache e Gratex estão com maior número de dias de

liberação de pólen. Na receptividade do estigma, 53% das cultivares são tidas como precoce-intermediárias, já na liberação do pólen sete cultivares estão presente no segmento de intermediária-tardia. Nos dados acumulados apresentou 14 cultivares com dicogamia protogínica. Na avaliação das constantes dos dados, na receptividade do estigma a maioria das cultivares (seis) está na intermediária, assim como no caso da liberação do pólen (composta por 10 cultivares). A cultivar Cheyenne com o maior número de dias para receptividade do estigma, enquanto a Apache o maior número de dias para a liberação de pólen, desta forma essas cultivares se caracterizam como as melhores para polinização. As cultivares de modo geral apresentam um comportamento similar quanto ao comportamento da dicogamia, exceto Barton, Cheyenne, Desirable e Mohawk, que apresentaram informações diferentes de acordo com a avaliação (dados acumulados e dados constantes). O estudo demonstrou que todas as cultivares avaliadas excetuado as citadas acima, duas apresentaram comportamento protândrico, enquanto as 11 cultivares restantes apresentaram característica protogínica.

PALAVRAS-CHAVE: Estigma, Fenologia, Pólen, Protândrica, Protogínica

Abstract

Pecan presents in Brazil a need for knowledge about its behavior to improve productivity rates to foster business opportunities. The objective was to evaluate the budding, stigma receptivity and pollen release of pecan cultivars. The experiment comprised the period from 1991 to 1999. The experiment was designed in randomized blocks, and the treatments were cultivars, totaling 17 (Apache; Barton; Caddo; Cape Fear; Cheyenne; Choctaw; Cowley; Davis; Desirable; Gratex; Kiowa; Mahan; Mohawk; Shawnee; Shoshoni; Stuart and Wichita), with six blocks. It was evaluated: sprouting, pollen sprouting-release, stigma sprouting-receptivity, pollen release and stigma receptivity. The latter two still characterized the period of occurrence in both, and the number of days from sprouting to receptivity was counted, from stigma and also from

sprouting to pollen release. In the case of the number of pollen release days; receptivity of stigma; sprouting-receptivity of stigma; and; bud-pollen release were performed ANOVA and in case of significance Tukey test at 5% was applied. In sprouting the cultivars were divided into: early (Apache); early-intermediate (seven cultivars); intermediate (Desirable); late intermediate (seven cultivars); and late (Gratex). In the period of shoot-receptivity of the stigma the cultivar with the lowest number of days was Choctaw, in the case of bud-release pollen the shortest period was of the cultivar Barton. Cheyenne and Desirable had a higher number of days of stigma receptivity and Apache and Gratex had a higher number of pollen release days. In the stigma receptivity, 53% of the cultivars are considered as early-intermediate, while in the pollen release seven cultivars are present in the late-intermediate segment. In the accumulated data presented 14 cultivars with protogenic dicogamy. In the evaluation of data constants, in stigma receptivity most cultivars (six) are in the intermediate, as well as in the case of pollen release (composed of 10 cultivars). The Cheyenne cultivar with the highest number of days for stigma receptivity, while Apache with the highest number of days for pollen release, these cultivars are characterized as the best for pollination. Cultivars in general exhibit similar behavior regarding dicogamy behavior, except Barton, Cheyenne, Desirable and Mohawk, which presented different information according to the evaluation (accumulated data and constant data). The study showed that all cultivars evaluated except those mentioned above, two presented protandric behavior, while the remaining 11 cultivars presented protogenic characteristic.

KEYWORDS: Stigma, Phenology, Pollen, Protandric, Protogenic.

Introdução

O setor de frutos secos apresenta de modo geral, grande valorização comercial, devido principalmente, a alta demanda. Além disso, o vínculo de que o fruto seco deve se inserir em dietas que beneficie a saúde, o que traz o aumento de consumidores (BAO et al., 2013).

No segmento fruto seco, temos a noz-pecã (*Carya illinoensis*), de origem da América do Norte, abrangendo em específico a região sul dos Estados Unidos e norte do México. A noqueira-pecã já apresenta plantios em todos os continentes, os países que se destacam na produção, além dos Estados Unidos e México, são África do Sul, Austrália e China. Na América Latina, os países que apresentam plantio de noqueira-pecã são Argentina, Brasil, Peru e Uruguai (WELLS, 2017).

A noqueira-pecã tem seu ciclo de crescimento e desenvolvimento, no hemisfério sul (principalmente no Brasil), geralmente de setembro até maio. De junho até agosto ocorre o período de dormência, onde há acúmulo de horas de frio. No ciclo produtivo, tem-se o crescimento vegetativo (formação de brotação e por consequência folhas) e o crescimento reprodutivo (floração feminina e masculina).

A dicogamia é o processo recorrente na noqueira-pecã, a definição deste processo é que há assincronia entre a liberação do pólen e a receptividade do estigma (Wetzstein & Sparks, 1986). Existem cultivares caracterizadas com dicogamia protandria, que se refere à liberação do pólen primeiro do que a recepção do estigma. Do contrário, as cultivares são caracterizadas como dicogamia protogínica. Além disso, as cultivares de noqueira-pecã são classificadas dentro da dicogamia, pode ser completa ou incompleta, no primeiro caso, é quando não há em nenhum momento o encontro da liberação do pólen com a receptividade do estigma. Enquanto,

no caso da dicogamia incompleta há pelo menos alguns dias em que a receptividade do estigma coincide com a liberação do pólen (WORLEY et al., 1992).

O desenvolvimento da floração da noqueira-pecã tem que ser acompanhada com vistas a determinar quais cultivares se adéquam as condições no sul do Brasil. Além disso, saber quais cultivares coincidam quanto as datas, para que ocorra uma efetivação de flores fecundadas maior e por consequência maior produção.

Nos Estados Unidos, há um programa de melhoramento genético entorno da Nogueira-pecã, já há vários trabalhos sendo desenvolvidos e por consequência o lançamento de cultivares. Um exemplo é o Thompson & Grauke (2012), que desenvolveram a cultivar Lipan, para isso, existem parâmetros a serem estabelecidos da cultivar, uma destas é determinar o período de floração. No México, o Instituto Nacional de Investigação Florestal, Agrícola e Pecuária (INIFAP) também monitora o desenvolvimento floral. Assim como, na Argentina, pelo Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA). Então, a floração da noqueira-pecã é essencial para saberem-se as cultivares apresentem um padrão de comportamento. Ademais, propor em função da floração práticas culturais no pomar de noqueira-pecã.

Sendo assim, o objetivo do trabalho é expor o desenvolvimento de floração feminina e masculina de algumas cultivares de noqueira-pecã nas condições do sul do Brasil. Assim como determinar a precocidade da brotação e da floração.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no município de Cachoeira do Sul, RS, situado numa altitude de 70 m, latitude de 30°12' S e longitude de 52°51' O. O período de avaliação compreendeu de

outubro de 1991 a novembro de 1999. O solo é da unidade de Vacacai; solo São Gabriel e solo vermelhão.

As cultivares avaliadas foram: Apache; Barton; Caddo; Cape Fear; Cheyenne; Choctaw; Cowley; Davis; Desirable; Gratex; Kiowa; Mahan; Mohawk; Shawnee; Shoshoni; Stuart e Wichita. As plantas apresentavam 25 anos de idades, em fase de produção. O experimento foi delineado em blocos ao acaso, sendo constituído de 17 tratamentos (cultivares) e seis blocos (três plantas por bloco). Com relação a tratamentos no cultivo, no período da queda dos amentos e da fecundação da flor ocorreram aplicações de fungicida para o controle da sarna (*Venturia effusa*).

As variáveis avaliadas foram: o início da brotação; dias de liberação de pólen e receptividade do estigma; dias da brotação até a liberação do pólen e dias da brotação até a receptividade do estigma; época de ocorrência da liberação do pólen e da receptividade do estigma (coincidência).

O início da brotação foi caracterizado quando as gemas saíam do repouso e para efeito quando mais de 50% da planta apresentavam as brotações emitidas, para isso foram marcados 12 ramos. Nesta avaliação foram consideradas avaliações do período de 1991 a 1999, exceto os anos de 1995 e 1996.

Na exposição dos dados foi considerada a data em que a brotação aconteceu mais antecipada e mais tardiamente para cada cultivar levando-se em conta dos anos avaliados. Através desse período foi possível prospectar as cultivares que são precoces, intermediárias e tardias quanto a brotação. Para isso, o método empregado foi a utilização da data mais antecipada da cultivar que brotou primeiro e a data da cultivar que brotou por último, sendo divididas equidistantes em três faixas (primeira: 28 de agosto a 11 de setembro; segunda: de 12

a 26 de setembro; terceira: de 27 de setembro a 12 de outubro) correspondendo respectivamente precoce, intermediária e tardia. Além disso, as cultivares para estarem inseridas na faixa teria que apresentar no mínimo 50% do total de dias da faixa.

Na avaliação da liberação do pólen e a receptividade do estigma foi utilizado a metodologia descrita por Baracuhy (1980). Na liberação do pólen foram coletados 12 amentos por plantas, enquanto para a receptividade do estigma foi contabilizado 12 flores para a determinação desta. Nestas avaliações o período foi avaliado de 1991 a 1999, sendo que foi caracterizado o número de dias de cada avaliação (liberação de pólen e receptividade do estigma) e em cada cultivar. Além disso, foram contabilizados os dias do início da brotação até a liberação de pólen e também foram contabilizados os dias do início da brotação até a receptividade do estigma.

De acordo com as informações da liberação do pólen e a receptividade do estigma foi elaborada fenograma com as cultivares apresentando o período de ocorrência nos meses de outubro a novembro para a receptividade do estigma e a liberação do pólen. Foi considerado o acúmulo das datas, desde a data mais antecipada até a mais tardia em cada cultivar, denominando-se assim, o acumulado. Sobretudo, também foi feito um levantamento do período em que há constância das datas, isto é, foi analisado todos os anos por cada cultivar, e as datas em que se repetiam em mais de 75% do total de anos foi considerado como constante.

As variáveis: número de dias da brotação até a liberação do pólen e da brotação até a receptividade do estigma; número de dias de liberação de pólen e de receptividade do estigma foram realizadas análise de variância e em caso de significância foi realizado o teste de Tukey a 5%.

Resultados e Discussão

A brotação das noqueiras-pecã, de modo geral, se estendeu de 28 de agosto a 12 outubro (Figura 1). As três cultivares que apresentaram o maior período relativo à ocorrência da brotação foram na ordem decrescente Mahan, Wichita e Barton, já as cultivares que apresentaram o menor intervalo são: Apache, Gratex, Mohawk e Cowley, estas cultivares provavelmente apresentem condições de oscilações menores em função de sua maior adaptabilidade as condições edafoclimáticas.

Em relação à determinação do período em que cada cultivar começa a brotação. Desta forma, a cultivar mais precoce foi a Apache. Outra escala é a precoce-intermediária composta por sete cultivares (Caddo, Cape Fear, Cheyenne, Cowley, Mahan, Shoshoni e Wichita), o que significa aproximadamente 41% do total das cultivares. A cultivar denominada como intermediária é a Desirable. Outra escala que apresenta uma representatividade é a intermediária-tardia com sete cultivares (Barton, Choctaw, Davis, Kiowa, Mohawk, Shawnee e Stuart). A única cultivar tardia é a Gratex, tendo como perspectiva a utilização em regiões que apresente geada tardia.

A sapiência da equidistância do início da brotação até a floração torna-se uma ferramenta de determinação de práticas culturais, além disso, o conhecimento sobre esse período influencia no aspecto da floração como relatado por Wetzstein & Sparks (1986) em que destacam a determinação em apresentar uma dicogamia protogínica ou protândrica. Deste modo, houve diferença significativa entre as cultivares tanto da brotação em relação à receptividade do estigma quanto da brotação em função da liberação do pólen (Tabela 1).

A variável brotação a receptividade do estigma apresentou como a cultivar com menor número de dias, a Choctaw (22,33) seguido de outras 12 cultivares e diferiu apenas da Cowley

(32,33 dias), Apache (32,5 dias), Caddo (32,75 dias) e Cape Fear (33,4 dias). Enquanto para a variável brotação a liberação do pólen teve como cultivar com menor número de dias a Barton (25,8 dias) em contraposição, a cultivar com maior número de dias foi a Cowley, ou seja, essa cultivar apresenta praticamente um mês e duas semanas para começar a liberação do pólen dado o referencial o estágio da brotação.

No que compete ao período de receptividade do estigma e liberação do pólen tem-se o cuidado de obter cultivares com maior número de dias de ambos os estágios em ocorrência. Desta forma, possibilita uma produção maior. Nas duas variáveis avaliadas foi encontrada diferença significativa (Tabela 2).

Na receptividade do estigma, a cultivar que apresentou o maior número de dias foi a Cheyenne (23,57) seguido da Desirable (22,71) enquanto, no lado oposto tem-se a Shawnee com 12,17 dias, sendo próxima a esta as cultivares: Mahan (12,7 dias); Wichita (12,57 dias) e Mohawk (12,67 dias). Já na liberação do pólen a cultivar que tem maior número de dias desse estágio é a Apache (20 dias) seguido da Gratex (18,43 dias). Em contrapartida, a cultivar com menor período em dias foi a Cowley (9,75 dias) estando próximo: Cape Fear (11 dias); Shoshoni (11,83 dias) e Barton (12,33 dias). Na China, Zhang et al. (2015) encontraram na receptividade do estigma um período de seis a oito dias, enquanto na liberação do pólen de quatro a sete dias de disponibilidade. Já nos Estados Unidos, Thompson & Grauke (2010; 2012) tiveram para a receptividade do estigma no primeiro estudo de quatro a 11 dias, já no segundo estudo de três a nove dias, enquanto, na liberação do pólen os trabalhos demonstraram respectivamente, de quatro a 10 dias, e, três a 10 dias.

De modo a configurar a distribuição das cultivares quando há receptividade do estigma ao longo os meses de ocorrência (Figura 2). Independentemente das cultivares o período

contemplou de 5 de outubro a 30 novembro. O primeiro decêndio de outubro apenas as cultivares: Apache, Cowley, Mahan, Shoshoni e Wichita estavam com o estigma receptivo. No segundo decêndio de outubro apenas a Gratex não apresentava o estigma receptivo. Enquanto no terceiro decêndio de outubro e no primeiro decêndio de novembro todas as cultivares estava com receptividade do estigma. Já no segundo decêndio de novembro nove cultivares tinha a condição de receptividade (cerca de 53%). No tocante do terceiro decêndio de novembro apenas a Kiowa estava disponível.

A cultivar Kiowa na receptividade do estigma no acumulado apresentou o maior período (47 dias), ou seja, mais de um mês e meio. Desta forma, essa cultivar apresenta um potencial em oscilar conforme cada safra e também fica dependente das condições climáticas. Já a cultivar que apresenta menor período de receptividade do estigma no acumulado foi a Gratex (24 dias).

Na classificação quanto à precocidade, as cultivares tidas como precoce foram a Apache e a Cowley. Já as cultivares classificadas como precoce-intermediárias foram nove (aproximadamente 53% do total de cultivares). As cultivares denominadas intermediárias foram: Barton, Davis, Desirable, Gratex e Stuart. A única cultivar dentro da classificação intermediária-tardia foi a Kiowa. Não se apresentou cultivar tardia.

Na avaliação da variável liberação de pólen (Figura 2), sem considerar a cultivar abrangeu de 5 de outubro a 26 de novembro. No primeiro decêndio de outubro apenas duas cultivares (Caddo e Cape Fear) tinham a condição de liberar pólen. No segundo decêndio de outubro já se tinha oito cultivares com liberação de pólen (aproximadamente 47% do total das cultivares). No terceiro decêndio de outubro e no primeiro decêndio de novembro todas as cultivares estavam disposta a liberar pólen. No segundo decêndio de novembro 11 cultivares

ainda tinham a condição de liberar pólen. Já no terceiro decêndio de novembro restavam cinco cultivares (Choctaw, Gratex, Kiowa, Stuart e Wichita) com a liberação de pólen.

Na liberação de pólen, no tocante dos dados acumulados a cultivar que apresentou o maior período foi a Wichita (38 dias). No caso da cultivar com menor período de liberação de pólen foi a Cowley (16 dias).

Dentro da classificação da liberação do pólen quanto à precocidade não houve uma segmentação específica quanto a serem exclusivamente precoces e/ou tardias. Desta forma foi possível segmentar em três partes: precoce-intermediária contendo seis cultivares, intermediária com apenas quatro cultivares (Barton, Cowley, Davis e Mohawk), além dessas tem-se as cultivares intermediária-tardias composta por sete cultivares.

A dicogamia é o ponto crucial da avaliação da receptividade do estigma com a liberação do pólen. A determinação da dicogamia reflete diretamente a escolhas de cultivares para formação do pomar. Na avaliação dessas variáveis nos dados acumulados ocorre apenas dicogamia incompleta, ou seja, há alguns dias em que a mesma cultivar coincide na receptividade do estigma com a liberação do pólen. Além disso, constatou-se que 14 cultivares tinha característica de serem protogínicas e apenas três cultivares (Caddo, Cape Fear e Desirable) eram caracterizadas como protândricas. Enquanto Thompson et al. (2005; 2008), no primeiro experimento demonstraram que das sete cultivares, apenas uma se apresentava incompleta, todavia, no segundo, ocorreu das 10 cultivares, apenas três cultivares são incompletas. No primeiro estudo quatro são protândrica e três protogínicas, contudo, no segundo cinco protândrica e cinco protogínicas. Do primeiro trabalho o que se apresentou similar ao experimento realizado no Brasil, foi à mesma característica para Desirable (protândrica) e, Cheyenne e Wichita (protogínica). Já correlacionando o segundo trabalho de

Thompson et al. (2008), apresenta-se como cultivar com comportamento consonante com o resultado expresso no Brasil, é apenas a cultivar Caddo (protândrica), porém, a Cheyenne (protândrica) divergiu, onde no Brasil tem-se o comportamento protogínico.

No que se refere à avaliação da floração da noqueira-pecã no tocante dos dados constantes (Figura 3) é possível estabelecer que a receptividade do estigma de modo amplo compreendeu de 15 de outubro a 13 de novembro, enquanto, a liberação de pólen se estendeu de 15 de outubro até 21 de novembro.

Na receptividade do estigma as cultivares foram classificadas em: precoce, totalizada em cinco (Apache, Cowley, Mahan, Shoshoni e Wichita). Já as cultivares precoce-intermediária são Caddo, Cape Fear e Cheyenne. As cultivares intermediárias são: Choctaw, Davis, Kiowa, Mohawk, Shawnee e Stuart. As intermediária-tardias são: Barton e Desirable. Por fim, a cultivar tardia é a Gratex.

Já na liberação do pólen, a classificação das cultivares ficou estabelecida em: precoce, intermediária e tardia. As cultivares com liberação do pólen precoce são: Caddo, Cape Fear, Cheyenne e Desirable. A maioria das cultivares são intermediárias, totalizada em 10, o que representa aproximadamente 59% do total de cultivares avaliadas. A Gratex, Kiowa e Stuart são tidas como cultivares tardias na liberação do pólen.

Em relação à dicogamia para os dados de constância as cultivares se segmentaram em três categorias. A única cultivar que não apresentou dicogamia foi a Cheyenne. As cultivares com dicogamia completa foram sete, sendo todas protogínicas (do total de cultivares, representa aproximadamente 41%). Já as cultivares com dicogamia incompleta são nove, sendo cinco com dicogamia incompleta protogínica (Davis, Desirable, Gratex, Shawnee e Stuart). Já com dicogamia incompleta protândrica são Barton, Caddo, Cape Fear e Mohawk.

No comparativo entre os dados acumulados e o de constância, no que se refere à dicogamia, apenas quatro cultivares apresentaram distorção quanto à classificação (protogínica ou protândrica). A Cheyenne nos dados acumulados é tida como protogínica, enquanto avaliada na constância, se apresenta sem dicogamia. Já Barton, Desirable e Mohawk apresentam comportamento como protogínica quanto a análise se dá pelos dados acumulados, enquanto os dados são da constância se apresentaram protândrica. A maneira como é avaliado (através dos dados acumulados ou por dados constantes) determina que a dicogamia possa ser diferente. Outro fato provável são as condições climáticas oscilarem ano a ano. Adriance (1931) e Worley et al. (1992) corroboram que o comportamento da dicogamia se altera de acordo com cada safra.

Com base nos dados de constância, pode-se perceber que as cultivares Cheyenne, Desirable e Mohawk divergiram quanto ao fato de apresentarem uma dicogamia protogínica e protândrica em função do relatado na revisão de Fronza et al. (2018). Importante ressaltar que as informações correspondem ao mesmo local de estudo. Então, desta forma é provável que ocorra discrepâncias quanto à denominação da dicogamia por conta das condições climáticas (SPARKS, 2005) intrínsecas de cada safra e em concomitância o manejo empregado (adubação e controle fitossanitário) pode incidir no cultivo da noqueira-pecã.

Conclusões

A cultivar Cheyenne com o maior número de dias para receptividade do estigma, enquanto a Apache o maior número de dias para a liberação de pólen, desta forma essas cultivares se caracterizam como as melhores para polinização.

As cultivares de modo geral apresentam um comportamento similar quanto ao comportamento da dicogamia, exceto Barton, Cheyenne, Desirable e Mohawk, que

apresentaram informações diferentes de acordo com a avaliação. O estudo demonstrou que todas as cultivares avaliadas excetuado as citadas acima, duas apresentaram comportamento protândrico, enquanto as 11 cultivares restantes apresentaram característica protogínica.

Referências

ADRIANCE, G. W. Factors Influencing Fruit Setting in the Pecan. **Botanical Gazette**, v. 91, n. 2, p. 144-166, 1931.

BAO, Y.; HAN, J.; HU, F. B.; GIOVANNUCCI, E. L.; STAMPFER, M. J.; WILLETT, W. C.; FUCHS, C. S. Association of Nut Consumption with Total and Cause-Specific Mortality. **The New England Journal of Medicine**, v. 369, p. 2001-2011, 2013.

BARACUHY, J. B. da C. **Determinação do período de floração e viabilidade de pólen de diferentes cultivares de noqueira peca *Carya illinoensis* (Wangh) K. Koch.** 1980. 52f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1980.

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.

MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 10 ed., Porto Alegre, 2004, 400p.

SPARKS, D. Adaptability of Pecan as a Species. **HortScience**, v. 40, n. 5, p. 1175-1189, 2005.

THOMPSON, T. E.; GRAUKE, L. J. ‘Mandan’ Pecan. **HortScience**, v.45, n. 9, p. 1392-1393, 2010.

THOMPSON, T. E.; GRAUKE, L. J. 'Lipan' Pecan. **HortScience**, v. 47, n.1, p. 121-123, 2012.

THOMPSON, T. E.; GRAUKE, L. J.; LOMBARDINI, L. 'Waco' Pecan. **HortScience**, v. 40, n. 7, p. 2207-2208, 2005.

THOMPSON, T. E.; GRAUKE, L. J.; REID, W. 'Lakota' Pecan. **HortScience**, v.43, n.1, p. 250-251, 2008.

WELLS, L. **Pecan America's Native NUT TREE**. The University of Alabama Press. 2017. 264p.

WETZSTEIN, H. Y.; & SPARKS, D. Flowering in Pecan. **Horticultural Reviews**, v. 8, p. 217-255, 1986.

WORLEY, R. E.; DOVE, S.K.; MULLINIX JR, B. G.; SMITH, M. Long-term dichogamy of 80 pecan cultivars. **Scientia Horticulturae**, v.49, p. 93-101, 1992.

ZHANG, R.; PENG, F.; LIANG, Y.; HAO, M.; LI, Y. Flowering and Pollination Characteristics of Chinese-Grown Pecan (*Carya illinoensis*). **Acta horticulturae**, v.1, p.43-52, 2015.

Tabela 1. Período médio em dias da brotação a receptividade do estigma e da brotação a liberação do pólen, Cachoeira do Sul, RS.

CULTIVAR	Brotação a receptividade	Brotação a liberação do pólen
APACHE	32,50 A	43,50 AB
BARTON	25,60 AB	25,80 H
CADDO	32,75 A	30,25 DEFGH
CAPE FEAR	33,40 A	30,20 EFGH
CHEYENNE	27,33 AB	27,67 GH
CHOCTAW	22,33 B	33,50 CDEFGH
COWLEY	32,33 A	47,00 A
DAVIS	28,00 AB	30,75 DEFGH
DESIRABLE	31,17 AB	29,33 FGH
GRATEX	24,00 AB	31,50 DEFGH
KIOWA	24,60 AB	35,00 BCDEFG
MAHAN	28,75 AB	39,00 ABCD
MOHAWK	25,60 AB	30,20 EFGH
SHAWNEE	26,40 AB	36,60 BCDEF
SHOSHONI	30,60 AB	41,00 ABC
STUART	26,00 AB	35,25 BCDEFG
WICHITA	28,50 AB	38,33 ABCDE
CV %	14,30	11,01

*Houve diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 2. Período médio em dias da receptividade do estigma e de liberação do pólen, Cachoeira do Sul, RS*.

CULTIVAR	Receptividade do estigma	Liberação do pólen
APACHE	14,80 ABC	20,00 A
BARTON	16,67 ABC	12,33 BC
CADDO	16,60 ABC	15,83 ABC
CAPE FEAR	18,67 ABC	11,00 BC
CHEYENNE	23,57 A	13,29 ABC
CHOCTAW	13,29 ABC	16,43 ABC
COWLEY	14,25 ABC	9,75 C
DAVIS	16,80 ABC	14,80 ABC
DESIRABLE	22,71 AB	13,86 ABC
GRATEX	17,00 ABC	18,43 AB
KIOWA	20,29 ABC	13,71 ABC
MAHAN	12,20 BC	17,20 ABC
MOHAWK	12,67 BC	14,17 ABC
SHAWNEE	12,17 C	13,00 ABC
SHOSHONI	13,50 ABC	11,83 BC
STUART	14,40 ABC	15,60 ABC
WICHITA	12,57 BC	17,29 ABC
CV %	30,82	24,46

*Houve diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

Artigo 5. Nogueira-pecã protagonista no sistema agroflorestal

Submetido à Revista Árvore

NOGUEIRA-PECÃ PROTAGONISTA EM SISTEMA AGROFLORESTAL

Mauricio Gonçalves Bilharva, Rafaela Schmidt de Souza, Rudinei de Marco, Priscila da Silva Lúcio, Carlos Roberto Martins, Marcelo Barbosa Malgarim, Joel Henrique Cardoso

RESUMO

O sistema agroflorestal proporciona a interação entre espécies visando uma sustentabilidade do meio. Desta forma, o objetivo é estabelecer padrões de comportamento das cultivares de noqueira-pecã dentro do sistema agroflorestal. O experimento foi realizado na Embrapa Clima Temperado, estação experimental Cascata, Pelotas, o período de avaliação do experimento compreendeu de 2015 a 2017. A região tem classificação climática de subtropical úmido e a caracterização do solo é de Argissolo. O experimento teve como tratamentos as cultivares de noqueira-pecã: Barton, Cape Fear, Desirable e Shawnee, o experimento foi delineado em blocos ao acaso contabilizado em quatro. As variáveis analisadas foram: altura e diâmetro das plantas; número de gemas por ramo; número de ramos; diâmetro e comprimento de ramo; número de folhas por ramo e número de ramos no final do ciclo; área foliar; número de folíolos, peso fresco e seco; número de cachos e flores; ataque de formiga e a floração masculina e feminina. Na avaliação da altura e diâmetro das plantas foi possível ajustar regressões, sendo que para praticamente todas as cultivares tiveram um comportamento quadrático, somente para a Cape Fear, na variável altura apresentou-se linear. As demais variáveis passaram pela ANOVA (exceto o número de cachos, flores e ataque de formigas), porém apenas houve diferença para o número de ramos e peso seco. Enquanto a floração feminina e masculina, a primeira foi visível nas cultivares Barton e Cape Fear, já quanto a segunda esteve presente nas quatro cultivares. A Barton se expressou de dicogamia protândrica, para Cape Fear oscilou apresentando-se protogínica na primeira safra e na seguinte protândrica. Conclui-se que a Barton e Cape Fear mais adaptáveis ao Sistema Agroflorestal, porém requer estudos com outras cultivares dentro do sistema.

PECAN TREE PROTAGONIST IN AGROFORESTRY SYSTEM

ABSTRACT

The agroforestry system provides an interaction between species that allows the sustainability of the environment. Thus, the objective is to define behavior patterns of pecan cultivars within the agroforestry system. The experiment was carried out at Embrapa Temperate Climate, at the Cascata experimental station, Pelotas, or during the trial evaluation period from 2015 to 2017. One region has a humid subtropical climate classification and a soil characterization is Argisol. The experiment could be used to control the pecan cultivars: Barton, Cape Fear, Desirable and Shawnee, or the experiment was designed in blocks and then accounted for in four. The variables analyzed were: plant

height and diameter; number of buds per branch; number of branches; branch diameter and length; number of leaves per branch and number of branches at the end of the cycle; leaf area; number of leaflets, fresh and dry weight; number of curls and flowers; Ant attack and flowering male and female. In the evaluation of plant height and diameter, it was possible to adjust regressions, and practically all cultivars had a quadratic behavior, only for Cape Fear, in the variable linear height displayed. Like other variables passed by ANOVA (except the number of clusters, flowers and ant attacks), however there was only difference in the number of branches and dry weight. While female and male flowering, the first was displayed in the cultivars Barton and Cape Fear, while the second was present in the four cultivars. The Barton expresses the protection of dicogamy, for the Cape Fear oscillated presenting a protection in the first crop and the next protection. It concluded that Barton and Cape Fear more adaptable to the agroforestry system, however, require studies with other crops within the system.

INTRODUÇÃO

A produção de alimentos mundialmente consiste em sistemas de produção convencionais com base nos conhecidos pacotes tecnológicos. Em que a produção se baseia num sistema com potencial de perdas. O fato é que a base se consolida no conserto de erros causados pela própria forma de como se produz (CARVALHO et al., 2004). Isto é, um sistema convencional cria processos como excedente de populações de insetos ou resistência de plantas indesejadas.

A produção de frutas no sistema convencional tem por característica apresentar pomares com diversidade biológica minorada (DULLEY, 2003). Desta forma, o sistema necessita constantemente que o homem seja o ator que dê condições para que o sistema funcione, principalmente, exerça com processos sintéticos.

Em sistemas que visem o contexto de organismos que participam do processo de forma mútua, o homem se torna integrante e se relacionam de modo igualitário aos demais organismos. Neste caso, o sistema agroflorestal, em partes é representação em que o homem atua de forma sinérgica com os organismos deste sistema.

A elaboração do sistema agroflorestal passa pelas escolhas das espécies (NAIR, 1993). Por definição, há sistemas com presença de duas espécies. Porém quanto maior o número de espécies maior a complexidade e por consequência o sistema reproduzirá em uma escala menor um sistema complexo como o de um bioma.

O cultivo da noqueira-pecã presente de praxe o plantio único, às vezes, se inclui ruminantes para o pastejo. Em pequena escala também se tem o cultivo na entrelinha de espécies com finalidade para grãos. Já há estudos preliminares da utilização de espécies de

cobertura juntamente com a noqueira-pecã, como é caso de Wells (2011) que cultivou trevo (*Trifolium incarnatum* L.) melhorou os índices qualitativos do solo.

Os estudos no Brasil, com a inclusão da noqueira-pecã nos sistemas agroflorestais ainda estão em processo de implantação. Houve trabalho desenvolvido nos Estados Unidos do cultivo de noqueira-pecã intercalado com pêssago (SMITH et al., 1989).

O cultivo exclusivo de noqueira-pecã exige um manejo, onde a competição inicialmente ocorre com espécies herbáceas espontâneas. Enquanto a noqueira-pecã dentro do sistema agroflorestal buscará as relações com as espécies que integrarão. Há espécies com a finalidade de manter o sistema adubado, enquanto outras propiciarem fonte de alimentos (fundamentalmente espécies frutíferas ou até mesmo hortícolas).

Nos Estados Unidos apresenta regiões de cultivo estreme da noqueira-pecã e também há regiões nativas da espécie em que ocorre o extrativismo, o que demonstra a possibilidade de encontrar relações entre espécies para coexistirem no mesmo ambiente. Reid & Hunt (2000) relataram que há uma região ao norte dos Estados Unidos, em que representa, em torno de 5% da produção total, esta região tem como característica noqueira-pecã em área nativa.

Ferramentas para monitoramento da noqueira-pecã são imprescindíveis para intuir o comportamento de algumas cultivares, principalmente para saber se há algumas cultivares mais adequadas para se incorporarem ao sistema agroflorestal. Desta forma objetivo é estabelecer padrões de comportamento das cultivares de noqueira-pecã dentro do sistema agroflorestal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Clima Temperado, estação Cascata, localizada no município de Pelotas, RS, Brasil (latitude 31°37'9" S, longitude 52°31'33" O, altitude de 170 m), as safras contempladas foram 2015/16 e 2016/17. O clima da região é subtropical úmido – Cfa conforme Köppen, os dados agrometeorológicos foram extraídos da unidade Embrapa estação Cascata (o experimento fica distante da estação meteorológica em aproximadamente 100 m) que estão presente na Figura 1 (horas de frio acumulada, precipitação e temperatura média).

O solo foi identificado como Argissolo que apresenta como característica horizonte B textural de argila com atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa (EMBRAPA, 2006).

No sistema agroflorestal continham 16 espécies arbóreas perenes, destas seis espécies são tidas como espécies frutíferas. As noqueiras-pecã foram implantadas em 2015. O espaçamento utilizado é o 10 x 10 m. O acompanhamento das noqueiras-pecã

compreenderam as safras 2016-17 e 2017-18. Os tratamentos empregados são as cultivares de nogueira-pecã: Barton, Cape Fear, Desirable e Shawnee.

As variáveis coletadas foram: as características fenológicas, número de gemas por ramo, número de ramos, número de folhas por ramos, ataque de formiga, altura e diâmetro de plantas e também de ramos, número de cachos e flores. Além destas variáveis foram avaliadas a área foliar juntamente com a descrição do número de folíolos e peso verde e seco deste material coletado.

As características fenológicas compreendem a fase reprodutiva. Os estádios fenológicos utilizados provêm de Reyes e Lavín (2014). No que se refere aos estádios da fase reprodutiva foi considerado os seguintes estádios fenológicos: aparição do botão; floração plena; caída das pétalas; amentos de até 5 cm; amentos com mais de 5 cm; alongamento do amento; amento seco; caída dos amentos; fruto em desenvolvimento.

Foi avaliado o número de ramos no início da safra (em setembro) e também quantificado está informação no período em que as nogueiras-pecã se direcionam a dormência (em abril). O número de gemas por ramos foi analisado em setembro enquanto o número de folhas por ramo foi avaliado apenas em abril. A incidência de formiga foi avaliada juntamente com os estádios fenológicos (em que também foi realizado a contagem do número de cachos e flores), para a avaliação desses ataques foram considerados a forma como se expressa na planta em função do relatado pela literatura e técnicos.

Altura foi mensurada da base da planta ao ápice do tronco, para isso, foi utilizada uma trena com graduação em centímetros, no caso do diâmetro do tronco, foi utilizado como referencia altura de 15 cm do solo para as medições. No período em que se avaliava altura e diâmetro da planta também era mensurado a altura e diâmetro do ramo, para isso, a altura do ramo era considerada da base do ramo em que saia do tronco principal até o ápice do ramo, enquanto para o diâmetro a avaliação se dava na base do ramo próximo ao tronco principal. O equipamento utilizado para estas mensurações foi um paquímetro expresso em milímetros que posteriormente foi convertido para centímetros.

Na avaliação da área foliar foi realizado pelo método destrutivo, foram coletadas cinco folhas por planta. As folhas foram coletadas em fevereiro de 2016, e foram levadas para laboratório para serem avaliadas pelo aparelho de medidor de área foliar LICOR 3100, em que é expresso em cm^2 . Após a mensuração foi contabilizado o número de folíolos e também foi pesado em balança de precisão de 0,01g, onde se obteve o peso fresco e após encaminhado para estufa de secagem, que para esse processo teve uma temperatura de 65°C , sendo que o material foi retirado da estufa quando o peso estivesse constante.

O experimento foi delineado em blocos ao acaso composto por quatro blocos sendo que cada unidade experimental continha uma planta. Os tratamentos empregados são as

cultivares (Barton, Cape Fear, Desirable e Shawnee). O experimento apresentasse ainda em esquema fatorial (cultivares e safras). Na apreciação dos dados foi aplicada análise de variância (ANOVA). No caso de significância foi realizado o teste de comparação de média (Tukey a 5%). Foi ajustada regressão linear e quadrática para as variáveis de altura e diâmetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acompanhamento da altura e diâmetro da planta demonstra o crescimento da noqueira-pecã, isso se torna importante para se conhecer o padrão de crescimento dentro do SAF, principalmente considerando-se as espécies arbóreas, pois isto determina o efeito sinérgico ou antagônico das relações de crescimento e desenvolvimento. As cultivares de noqueira-pecã: Barton, Desirable e Shawnee apresentaram um comportamento quadrático (Figura 1a; Tabela 2), enquanto a cultivar Cape Fear apresentou um comportamento linear crescente. As três primeiras cultivares mostram que em Agosto de 2014 houve um decréscimo no seu crescimento, primordialmente, a ocorrência se dá por uma poda do ápice das plantas e também por conta de a primeira medição ocorrer em Janeiro de 2014, no verão, e a próxima avaliação feita no inverno, após o período de dormência, isto é, no período hibernal, há uma inanição do crescimento e desenvolvimento da noqueira-pecã.

Nas regressões das cultivares referente ao diâmetro, todos os dados apresentaram o comportamento quadrático (Figura 1b; Tabela 2), a equidistância entre as duas primeiras avaliações decresceram, porém os valores oscilaram entre 0,38 a 2,37 mm. Barton e Cape Fear apresentaram tanto na altura quanto no diâmetro índices maiores que a Desirable e a Shawnee, isto demonstra, de certa forma, uma maior adaptabilidade das duas primeiras cultivares no sistema agroflorestal.

Boscardin et al. (2017) avaliaram a implantação de noqueira-pecã em sistema convencional em diferentes preparo de solo e coveamento e obtiveram um incremento de diâmetro e altura na ordem de 62,8 e 43,8%, respectivamente, de modo geral. Enquanto, no experimento dentro do Sistema Agroflorestal, de na média geral, no que concerne a diâmetro e altura, respectivamente, de 67,8 e 107%. Desta forma, demonstra-se que dentro do SAF o incremento em altura foi maior, provavelmente este processo se dá em função da relação entre as plantas, o espaçamento entre as plantas dentro do sistema fica próximo de um metro, o que faz com que a planta tenha uma propensão maior ao crescimento vertical, ou seja, em altura. Um adendo importante, que para efeito de comparação foi considerado os dados avaliados em agosto de 2014 e 2015.

A determinação do número de gemas e ramos prospecta, em partes, a produção das noqueiras-pecã. A maior quantidade de ramos conciliados a boa disposição no dossel potencializa a produção de frutos (MIKA, 1986). Quanto ao número de gemas por ramo,

diâmetro e comprimento de ramo (Tabela 3) não apresentaram significância. Já no que se refere ao número de ramos, em que houve diferença estatística, a que apresentou a maior quantidade de ramificação foi a Barton (19,33), porém próximo a Cape Fear (12,67), por fim apresentaram índices dentro do mesmo nível foram: Desirable (12) e Shawnee (11,33). O maior número de ramos na cultivar Barton possibilitou a antecipação na entrada do período produtivo (produziu seus primeiros frutos na safra 2016/17). No que compete ao comprimento do ramo, o experimento demonstrou um intervalo de modo geral de aproximadamente 93 a 119 cm, o que é de 1,8 a 2,3 vezes maior o que mencionado por Arreola-Avila et al. (2010).

Em se tratando de número de folhas por ramo e também do número de ramos no final do ciclo (Tabela 4), em ambas não houve diferença significativa. Sendo que o número de folhas por ramo oscilou de 9,33 a 14,67. O conhecimento do número de folhas no final do ciclo evidencia o quanto de reserva a planta pode conter para quando após a dormência apresente condições viáveis para o início da brotação. Os dados de Arreola-Avila et al. (2010) compreenderam um valor aproximando de 25 folhas por ramo, em plantas com cinco anos. O número de ramos no final do ciclo oscilou de 9,67 a 14,67, de modo geral.

A medida da área foliar é primordial para ter-se os parâmetros em cada cultivar e também o padrão de comportamento das cultivar dentro do sistema agroflorestal. Nas avaliações de área foliar, número de folíolo médio e peso fresco não houve diferença significativa (Tabela 5). Porém no peso seco houve diferença significativa. A cultivar Desirable apresentou maior peso (2,58 g) seguido por Cape Fear e Shawnee (ambos com 2,05 g), por fim o menor valor foi da Barton com 1,67 g.

A área foliar relatada dentro do SAF está próxima ao valor encontrado por Smith et al. (2001) que teve como padrão valores entre 887 e 1247 cm². No que se refere ao número de folíolos, este se encontra dentro do intervalo caracterizado pela cultura (Wetzstein & Sparks, 1986)

Na fase de implantação do pomar é importante acompanhar o desenvolvimento da noqueira-pecã. Um dos fenômenos importantes é o período florífero. Desta forma, tem-se possibilidade de encontrar cultivares que apresentem uma potencial precocidade. Deste modo, é apresentado na Tabela 6, as cultivares em que se encontraram a floração estaminada, pois a floração pistilada está presente nas quatro cultivares. A flor feminina estava presentes apenas nas cultivares Barton e Cape Fear, na primeira safra, ambas apresentaram a média de 2 cachos, enquanto na segunda safra apenas a Cape Fear aumentou, para 4,5 cachos, em média. O acréscimo entre safras foi significativa, isto provavelmente está relacionado com o maior desenvolvimento da planta e a maior adaptabilidade da cultivar dentro do sistema agroflorestal. Já, enquanto se trata do número de flores, na primeira safra, foi de 4 e 8 respectivamente para Barton e Cape Fear. Na

segunda safra, a Barton incrementou em 50%, passando para na média de 6 flores, no caso da Cape Fear houve um decréscimo, o que apresentou em média 5,8 flores. A única cultivar que apresentou produção foi a Barton, com apenas dois frutos.

O padrão quanto ao número de flores por ramo oscila de um a nove flores conforme descrevem Woodroof & Woodroof (1930), portanto o experimento está em acordo com o desenvolvimento habitual da noqueira-pecã.

Um parâmetro importante na implantação da noqueira-pecã é a incidência do ataque de insetos, principalmente a formiga cortadeira. Desta forma a tabela 7 apresenta o quanto de ataque e/ou presença de danos ocorreram em cada cultivar. Na primeira safra o dano da formiga foi presente em 16,6% das plantas da cultivar Barton, já para Cape Fear foi de 20%. As demais cultivares não apresentaram danos, porém na segunda safra apenas a Barton não sofreu danos. Na segunda safra Cape Fear houve um incremento de 5% em relação à safra passada, chegando a 25%, este valor é o mesmo para a Shawnee.

A floração da noqueira-pecã é crucial para encontrar a sintonia entre as cultivares. Desta forma, a Figura 2 consta o desenvolvimento florífero masculino e feminino. A cultivar Barton no estágio com amento até 5 cm fica entre as datas 10 a 15 de outubro (praticamente similar nas duas safras). Na cultivar Cape Fear neste estágio, na primeira safra ficou entre 10 a 22 de outubro ao passo que na segunda safra foi antecipado em dois dias, de 8 a 16 de outubro. Na Desirable, na primeira safra, nas plantas avaliadas não foram encontradas a formação de floração masculina e feminina. Na segunda safra, a formação do amento até 5 cm se deu entre o dia 5 e 10 de outubro. Enquanto a Shawnee apresentou esse estágio, na primeira safra, entre 10 e 23 de outubro, já, a segunda safra, ficou entre 15 e 23 de outubro. Desta forma a cultivar que apresentou a formação mais antecipada foi a Desirable, porém não ficou equidistante das demais cultivares. As cultivares neste estágio ficaram concentradas praticamente no meio do mês de outubro.

No estágio de amento com mais de 5 cm, a cultivar Barton, na primeira safra ficou situado entre as datas do dia 15 a 23 de outubro, já na segunda safra esteve entre 13 e 15 de outubro. Já no caso da cultivar Cape Fear, na primeira safra o estágio de amento com mais de 5 cm, se estendeu de 24 a 6 de novembro, em contrapartida, na segunda safra o período compreendeu de 15 a 23 de outubro. Deste modo para ambas cultivares mostrou-se antecipado o estágio quando equiparasse as safras. No que concerne a Desirable, na segunda safra o estágio citado se concentrou entre os dias 10 e 15 de outubro, o que corrobora a sua precocidade perante as demais cultivares. Já Shawnee apresentou amentos com mais de 5 cm, na primeira safra entre 23 e 31 de outubro, já na safra seguinte reduziu, ficando entre 23 e 29 de outubro.

No estágio alongamento do amento, a Barton apresentou na primeira safra um posicionamento entre as datas do dia 24 a 29 de outubro, na safra subsequente foi de 16 a 22 de outubro. Na cultivar Cape Fear, a primeira safra esboça um período curto de 6 a 10 de novembro e referencia a safra posterior o período se deu de 24 a 29 de outubro. No caso da Desirable, as datas compreenderam entre 15 e 23 de outubro. Para a Shawnee, na primeira safra o período se deu entre 2 e 7 de novembro, já o que consta na segunda safra ficou entre 31 de outubro e 3 de novembro.

O estágio de maior importância que é a plena emissão de pólen, na Barton, na safra 2016/17 ficou situada entre 30 de outubro e 6 de novembro, enquanto na safra seguinte mostrou-se entre 23 e 25 de outubro. Para a cultivar Cape Fear, na primeira safra, o período estabelecido para esse estágio foi de 11 a 14 de novembro, já para a segunda safra, o período compreendeu entre 23 e 29 de outubro. A cultivar Desirable, na safra 2017/18 teve o período de emissão de pólen entre 23 de outubro e 6 de novembro. Shawnee na primeira safra teve a emissão do pólen situado entre as datas de 7 a 11 de novembro. Já na segunda safra ficou dentro de 3 e 7 de novembro.

Após a floração masculina cumprir a sua funcionalidade, o estágio presente é amento seco. Nesse caso, a Barton teve o estágio presente nas datas de 7 a 9 de novembro e a segunda safra foi mais antecipada, entre 26 e 29 de outubro. Já a Cape Fear, na safra 2016/17 situou-se entre 15 e 19 de novembro enquanto a segunda safra expos o amento seco nas datas de 3 a 9 de novembro. Desirable teve na safra 2017/18 o amento seco entre 7 e 9 de novembro. A Shawnee apresentou este estágio na primeira safra entre 13 e 17 de novembro e, por conseguinte na safra posterior entre 8 e 13 de novembro os amentos estavam secos.

Na floração feminina temos como princípio o estágio da aparição do botão floral. Importante ressaltar, que das cultivares avaliadas, Barton e Cape Fear apresentaram a condição de receptividade do estigma. Na Barton, a aparição ocorre nos 1 e 2 de novembro, na primeira safra e na safra seguinte foi mais antecipada, nas datas de 16 e 17 de outubro. Já para Cape Fear, a aparição ocorreu nos dias 27 e 28 de outubro, na safra 2016/17, e, na safra 2017/18 as datas foram 23 e 24 de outubro.

O estágio mais importante na noqueira-pecã é a condição de receptividade do estigma (plena floração). Nesse caso, a Barton apresentou um período de 3 a 15 de novembro, ao passo que na safra 2017/18, esteve presente entre 18 de outubro e 3 de novembro. Na Cape Fear, o estágio na safra 2016/17 foi de 31 de outubro a 4 de novembro e para safra seguinte o estágio de plena floração esteve de 25 a 30 de outubro.

No que concerne o estágio posterior, em que é a queda das pétalas, a cultivar Barton, na safra 2016/17 apresentou o período de 16 de novembro a 1 de dezembro, na

safra de 2017/18 ficou entre 4 e 23 de novembro. Para a cultivar Cape Fear, o período para a primeira safra foi de 4 de novembro a 1 de dezembro, ao passo que a safra posterior demonstrou as datas de 31 de outubro a 13 de novembro.

Na fase final da floração feminina passa-se para o processo de formação do fruto dentro estágio reprodutivo. Desta forma a formação do fruto começa na Barton no dia de 2 dezembro na primeira safra enquanto na seguinte foi no dia 24 de novembro, já para a cultivar Cape Fear as datas da safra 2016/17 e 2017/18 foram, respectivamente, 2 de dezembro e 14 de novembro. Ademais, das cultivares que apresentaram o desenvolvimento do fruto, apenas a Barton, na segunda safra conseguiu a formação do fruto, os outros frutos que apresentaram o seu desenvolvimento parcial acabaram abortados.

No aspecto da dicogamia, fenômeno recorrente na noqueira-pecã, apresentou para a Barton um comportamento com dicogamia protândrica, enquanto a cultivar Cape Fear teve por característica uma oscilação entre as safras, na primeira, apresentou-se com dicogamia protogínica e na safra posterior foi protândrica. Já, as demais cultivares, elas não apresentaram dicogamia, pois não houve o aparecimento aparente da flor do estigma. De acordo com mencionado por Fronza et al. (2018) diferiram, pois a dicogamia apresenta pela revisão demonstra a Barton protogínica. Já no que compete a Cape Fear, o comportamento foi igual se considerado apenas a primeira safra. Worley et al. (1992) encontraram para a Barton comportamento protogínico enquanto para a Cape Fear um comportamento protândrico.

Portanto, as cultivares Barton e Cape Fear condiciona-se a uma condição de precocidade e potencial para produção do que a Desirable e Shawnee, onde estas últimas ainda não suscitam um desenvolvimento referente à reprodução florífera completa. Ainda há necessidade de analisar outras cultivares dentro do Sistema Agroflorestal.

CONCLUSÃO

A noqueira-pecã apresentou para as cultivares Barton e Cape Fear uma maior adaptabilidade torna-se de certa forma protagonista inseridas no Sistema Agroflorestal. Pois ambas já condicionaram a reprodução florífera completa (formação do pistilo e do estigma). Nos demais aspectos de crescimento vegetativo as cultivares não se distinguiram.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARREOLA-AVILA, J. G.; MURRIETA, A. L.; ROSA, A. B. DE LA. Inducción de crecimiento lateral em nogal pecanero (*Carya illinoensis* K. Koch) mediante despunte de brotes em primavera. Revista Chapingo, v.16, n. 1, p. 31-36, 2010.

BOSCARDIN, J.; COSTA, E. C.; PAULUS, E.; MACHADO, D. DO N.; PEDRON, L.; SILVA, P. G. DA. Crescimento de noqueira-pecã sob diferentes preparos do solo e

coveamentos: coleópteros como bioindicadores. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 37, n. 92, p. 587-596, 2017.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W. J.; ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade do solosob sistema agroflorestam. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 11, p. 1153-1155, 2004.

DULLEY, R. D. *Agricultura Orgânica, Biodinâmica, Natural, Agroecológica ou Ecológica. Informações Econômicas Agrícola*, v. 33, n. 10, p. 96-99, 2003.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro, 2ª Ed., 2006, 306p.

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.

MIKA, A. Physiological Responses of Fruit Trees to Pruning. *Horticultural Reviews. International Reviews*, v. 8, p. 337-378, 1986.

NAIR, P. K. R. *An Introduction to Agroforestry*. Kluwer Academic Publishers, p. 479, 1993.

REID, W.; HUNT, K. L. Pecan Production in the Northern United States. *HortTechnology*, v. 10, n. 2, p. 298 – 301, 2000.

REYES M., R.; LAVÍN A., A. Frutales de Nuez, Cinco alternativas no tradicionales para el secano interior del Maule. In: REYES M., R.; LAVÍN A., A. *Pecano (Carya illinoensis Koch.)*. Chillán, 2014

SMITH, M. W.; TAYLOR, G. G.; KARNER, K.; COUVILLON, G. A. Evaluation of Pecan/Peach Interplanting Systems. *Scientia Horticulturae*, v. 40, p. 133-137, 1989.

SMITH, M. W., WOLF, M. E.; CHEARY, B. S.; CARROLL, B. L. Allelopathy of Bermudagrass, Tall Fescue, Redroot Pigweed, and Cutleaf Evening Primrose on Pecan. *HortScience*, v. 36, n. 6, p. 1047-1048, 2001.

WELLS, M. L. Response of Pecan Orchard Soil Chemical and Biological Quality Indicators to Poultry Litter Application and Clover Cover Crops. *HortScience*, v. 46, n. 2, p. 306-310, 2011.

WETZSTEIN, H. Y. AND SPARKS, D. Flowering in Pecan. *Horticultural Reviews. International Reviews*, v. 8, p. 217- 255, 1986.

WOODROOF, J. G.; WOODROOF, N. C. Abnormalities in pecans. Journal Series – Georgia Experiment Station, n. 39, p. 39 – 44, 1930.

WORLEY, R. E.; DOVE, S. K.; MULLINIX JR, B. G.; SMITH, M. Long-term dichogamy of 80 pecan cultivars. Scientia Horticulturae, v. 49, p. 93-101, 1992.

Tabela 2. Dados de horas de frio acumulada; de precipitação e temperatura média, Pelotas-RS, 2017.

SAFRA	Horas de frio acumulada*	Precipitação (mm)	Temperatura Média (°C)
2015/2016	219	1905,1	20,3
2016/2017	348	939,2	20,4

Tabela 3. Modelo de regressão da altura e diâmetro das plantas das cultivares de noqueira-pecã no SAF, Pelotas, 2017.

CULTIVAR	ALTURA		DIÂMETRO	
	REGRESSÃO	R ²	REGRESSÃO	R ²
BARTON	$y=0,0000007x^2-0,0101x+171,61$	0,9735	$y=0,00006x^2-0,4384x+8741,4$	0,9686
CAPE FEAR	$y=0,0019x-77,743$	0,9815	$y=0,005x^2-2,2625x+47251$	0,9975
DESIRABLE	$y=-0,000007x^2+0,0499x-1083,9$	0,8848	$y=0,5x^2-1,0779x+22343$	0,9545
SHAWNEE	$y = 0,06x^2 - 0,2087x + 4361,3$	1	$y=0,5X^2-1,2017X+25030$	0,995

Tabela 4. Número de gemas por ramo, número de ramos, diâmetro do ramo (mm) e comprimento do ramo (cm) das cultivares de noqueira-pecã no SAF, 2017.

CULTIVAR	NÚMERO DE GEMAS POR RAMO*	NÚMERO DE RAMOS**	DIÂMETRO DO RAMO (mm)*	COMPRIMENTO DO RAMO (cm)*
BARTON	16,20 A	19,33 A	14,6 A	119,50 A
CAPE FEAR	12,60 A	12,67 AB	14,3 A	112,19 A
DESIRABLE	14,27 A	12,00 B	12,0 A	93,21 A
SHAWNEE	16,00 A	11,33 B	11,6 A	107,07 A
CV (%)	10,52	17,91	11,47	14,99

*Não houve diferença estatística pela ANOVA.

**Há diferença entre as médias pelo Teste de Tukey a 0,05%

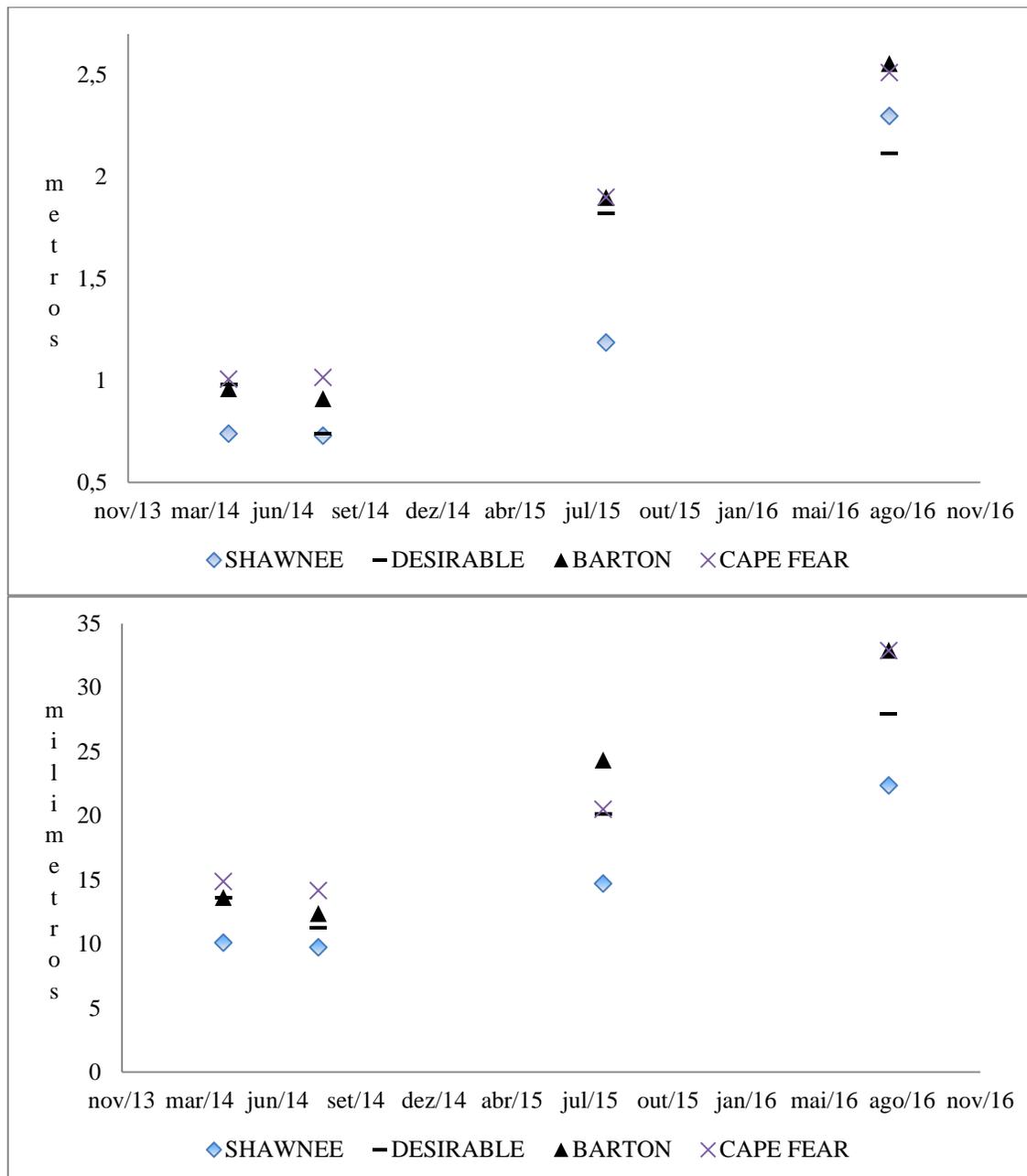


Figura 6. Regressão da altura – em cm (a) e diâmetro – em mm (b) das cultivares de noqueira-pecã no SAF, Pelotas, 2017.

Tabela 5. Número de folhas por ramo e número de ramos no final do ciclo nas cultivares de noqueira-pecã, no SAF, 2017.

CULTIVAR	NÚMERO DE FOLHAS POR RAMO*	NÚMERO DE RAMOS NO FINAL DO CICLO*
BARTON	14,67 A	14,67 A
CAPE FEAR	9,33 A	10,83 A
DESIRABLE	9,67 A	9,67 A
SHAWNEE	12,0 A	12,0 A
CV (%)	19,16	18,75

*Não houve diferença estatística pela ANOVA.

Tabela 6. Área foliar, número de folíolo médio, peso fresco e seco das cultivares de noqueira-pecã no SAF, Pelotas, 2017.

CULTIVAR	ÁREA FOLIAR (cm ²)*	NÚMERO DE FOLIOL MÉDIO*	PESO FRESCO (g)*	PESO SECO (g)**
BARTON	836,79 A	10,80 A	3,69 A	1,67 B
CAPE FEAR	1088,23 A	10,98 A	4,60 A	2,05 AB
DESIRABLE	1211,44 A	12,47 A	5,73 A	2,58 A
SHAWNEE	940,02 A	11,07 A	4,33 A	2,05 AB
CV (%)	14,75	6,91	16,22	26,14

*Não houve diferença estatística pela ANOVA.

**Há diferença entre as médias pelo Teste de Tukey a 0,05%

Tabela 7. Número de cachos e flores das cultivares Barton e Cape Fear no SAF, Pelotas, 2017.

	CACHOS		FLORES	
	2016	2017	2016	2017
BARTON	2	2	4	6
CAPE FEAR	2	4,5	8	5,8

Tabela 8. Incidência em porcentagem do dano de formigas nas cultivares de noqueira-pecã no SAF, Pelotas, 2017.

CULTIVAR	FORMIGA	
	2016	2017
BARTON	16,6	-
CAPE FEAR	20	25
DESIRABLE	-	20
SHAWNEE	-	25

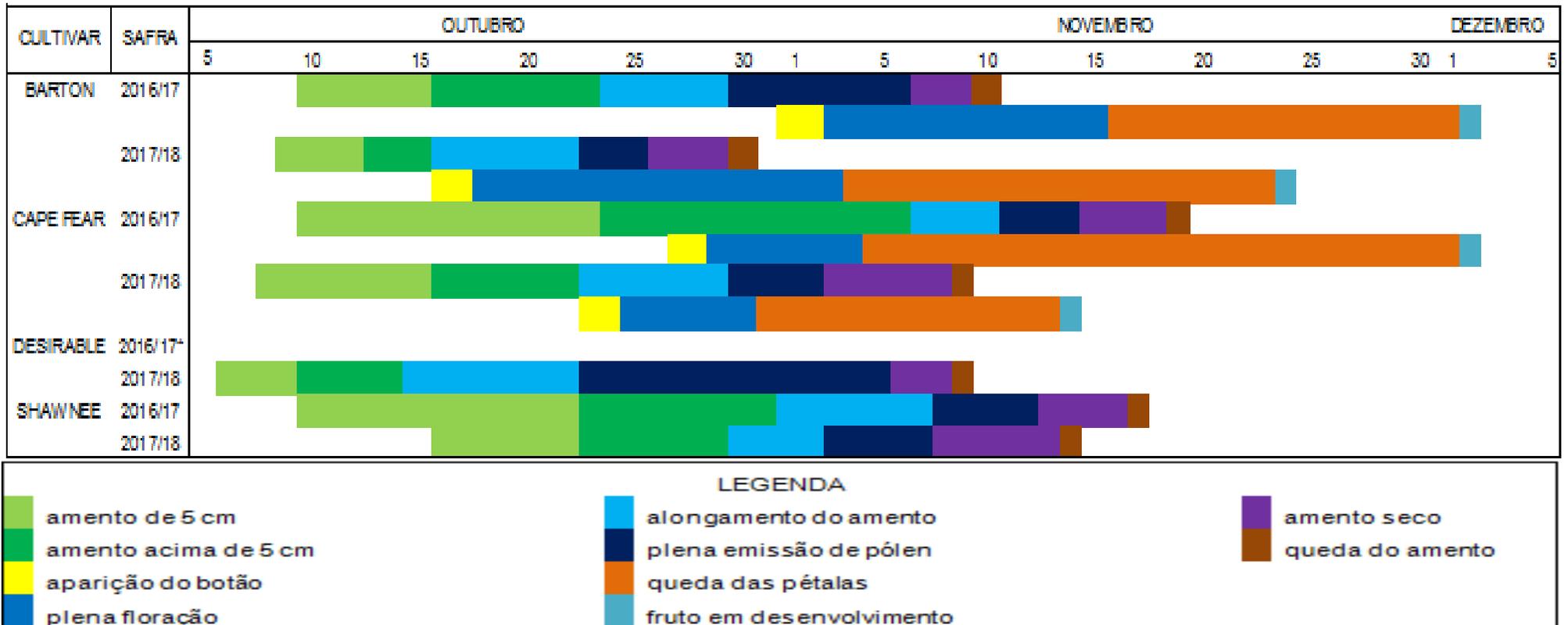


Figura 7. Desenvolvimento da floração masculina e feminina das cultivares de noqueira-pecã no SAF, Pelotas, 2017.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura da noqueira-pecã apresenta no Brasil ainda pouca produção científica, desta forma, ainda há necessidade de ampliação de estudos nos diversos segmentos do cultivo. Pois há ainda necessidade de aprimorar o conhecimento sobre a cultura.

Pomares em subutilização, presente em constância no Rio Grande do Sul, precisam ser mais explorados, principalmente, tornando a noqueira-pecã como cultura primordial. Desta forma, pomares subutilizados com índices de produtividades baixas podem ser explorados com melhores manejos (de poda, adubação e até mesmo sobre-enxertia), pois as cultivares utilizadas nos sistemas do século passado pode ser atualizado.

As cultivares de noqueira-pecã precisam ser amplamente avaliadas quanto à fenologia. Ainda há cultivares que não apresentam um comportamento no quesito dicogamia constante, o que torna de fato, o estudo mais necessário. Principalmente pelo fato de ter-se maior precisão dos manejos realizados em referencia aos estádios fenológicos.

Quanto ao Sistema Agroflorestal, a noqueira-pecã tem uma inserção importante, porém há necessidade de estudos voltados à utilização de mais cultivares de noqueira-pecã e também de outras espécies para interagir. Os estudos preliminares demonstram um potencial e, além disso, o sistema permite ao produtor uma sustentabilidade com auxílio de outras espécies frutíferas e até mesmo espécies potenciais para a produção de madeira e lenha.

6. REFERÊNCIAS

BARACUHY, J. B. da C. **Determinação do período de floração e viabilidade de pólen de diferentes cultivares de noqueira peca *Carya illinoensis* (Wang.) K. Koch.** 1980. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1980.

BILHARVA, M. G.; MARTINS, C. R.; HAMANN, J. J.; FRONZA, D.; DE MARCO, R.; MALGARIM, M. B. Pecan: from Research to Brazilian Reality. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 23, n.6, p. 1-16, 2018.

ORTIZ, E. R. N.; CAMARGO, L. E. A. Doenças da Nogueira Pecan. In: KIMATI, H. et al. (Eds). Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 4. D

ROVANI, F. F. M. **Zoneamento de risco climático do cultivo da noqueira pecã (*Carya illinoensis*) para o Rio Grande do Sul**, 2016. 232p. Tese (Doutora em Geografia) – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

THOMPSON, T. E. and GRAUKE, L. J. 'Mandan' Pecan. **HortScience**, v. 45, n. 9, p. 1392-1393, 2010.

THOMPSON, T. E. and GRAUKE, L. J. 'Lipan' Pecan. **HortScience**, v. 47, n.1, p. 121-123, 2012.

THOMPSON, T. E.; GRAUKE, L. J.; LOMBARDINI, L. 'Waco' Pecan. **HortScience**, v. 40, n. 7, p. 2207-2208, 2005.