

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



**Tese**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL, CARACTERIZAÇÃO  
MORFOLÓGICA E GENÉTICA DE NOGUEIRA-PECÃ NO SUL DO  
BRASIL**

**Rafaela Schmidt de Souza**

Pelotas, 2023

**Rafaela Schmidt de Souza**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL, CARACTERIZAÇÃO  
MORFOLÓGICA E GENÉTICA DE NOGUEIRA-PECÃ NO SUL DO  
BRASIL**

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

Orientador: Prof. Dr. Paulo Celso de Mello Farias

Co-Orientador: Pesq. Dr. Carlos Roberto Martins

Co-Orientador: Pesq<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Caroline Marques Castro

Co-Orientador: Pesq. Dr. Gustavo Heiden

Pelotas, 2023

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

S719d Souza, Rafaela Schmidt de

Desenvolvimento inicial, caracterização morfológica e genética de noqueira-pecã no sul do Brasil / Rafaela Schmidt de Souza ; Paulo Celso de Mello-Farias, orientador ; Carlos Roberto Martins, coorientador. — Pelotas, 2023.

170 f. : il.

Tese (Doutorado) — Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

1. *Carya illinoensis*. 2. Biologia molecular. 3. Microssatélites. 4. Botânica. 5. Sistema orgânico. I. Mello-Farias, Paulo Celso de, orient. II. Martins, Carlos Roberto, coorient. III. Título.

CDD : 634.52

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

Rafaela Schmidt de Souza

**DESENVOLVIMENTO INICIAL, CARACTERIZAÇÃO  
MORFOLÓGICA E GENÉTICA DE NOGUEIRA-PECÃ NO SUL DO  
BRASIL**

Tese apresentada para o Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutora em Ciências (área de conhecimento em Fruticultura de Clima Temperado).

Data da defesa: 15/02/2023.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Paulo Celso de Mello Farias (Orientador / Universidade Federal de Pelotas- UFPel)

Dr. Rudinei De Marco (Doutor em Agronomia)

Pesq. Dr. Jair Costa Nachtigal (Embrapa Clima Temperado)

Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim (Universidade Federal de Pelotas-UFPel)

Prof. Dr. Gilmar Antônio Nava (Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR)

Com carinho, dedico este trabalho à minha mãe, Roseni Schmidt,  
e ao meu irmão Maurício Souza Junior.  
Agradeço-lhes pelo apoio e o amor incondicional desde sempre.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me guiar pelo caminho certo a ser seguido.

À minha mãe, Roseni Schmidt, pelo apoio, dedicação e amor incondicional desde sempre.

Ao meu irmão, Maurício Ribeiro de Souza Jr., pelo amor, confiança e apoio depositados por todos esses anos.

Ao meu avô, Adolpho Schmidt (*in memorium*) o melhor exemplo de ser humano que tive na vida e minha tia, Maria Angélica Schmidt Polino (*in memorium*), pelo amor e apoio em todos os momentos importantes da minha vida.

À Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), por viabilizarem a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo aporte financeiro através da concessão da bolsa de estudos.

À Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA), pela permissão e disponibilidade do local para que fosse possível o desenvolvimento e realização dos experimentos.

Ao pesquisador Carlos Roberto Martins, minha eterna gratidão pela sua confiança, dedicação, paciência, compartilhamento de seus conhecimentos.

Ao professor Paulo Celso de Mello Farias, minha total gratidão pela orientação e confiança depositada em mim durante esse período de doutorado.

Aos meus coorientadores, Caroline Castro e Gustavo Heiden, pela orientação e momentos de aprendizado.

À Natércia Lobato, por me ajudar nas análises laboratoriais e compartilhar seus conhecimentos sobre essa área da biologia molecular.

À Empresa Pecanita Agroindustrial Ltda., pela disponibilidade e apoio ao desenvolvimento e realização da pesquisa com a cultura da noqueira-pecã, permitindo fotografar algumas árvores e frutos de diferentes cultivares.

Ao engenheiro agrônomo e grande amigo, Jaceguáý Barros pelas conversas e ensinamentos sobre a cultura da noqueira-pecã, tenho certeza que pude apreender muito sobre a cultura que hoje tenho um carinho especial.

Ao grande amigo Itajair, uma pessoa incrível que sempre esteve disposto a compartilhar seus conhecimentos de campo adquiridos durante muitos anos trabalhando com a cultura da noqueira-pecã.

À minha amiga, Flávia Almansa, que durante a minha permanência na fazenda, teve um cuidado e atenção comigo. Muito obrigada pelo carinho.

Aos produtores de noz-pecã que contribuíram também para a realização deste trabalho, permitindo fotografar e caracterizar as diferentes plantas e frutos de noqueira-pecã presentes em seus pomares.

Aos meus amigos, Maurício, Priscila, Rudinei, Claudia, Antônio Davi, Cristiano, Guilherme, por fazerem esse período de doutorado ser uma experiência agradável, alegre e um momento de muito aprendizado. Muito obrigada.

Aos meus amigos e funcionários da EEC, Artur, Alexandre, Gustavo, Rudi, Paulão, Beto, Antônio e Cassia, pessoas incríveis, alegres, sempre dispostos a ajudar e também aprendi muito durante esse tempo que permaneci trabalhando com eles, seja, nas atividades de campo ou simplesmente nas conversas diárias.

A todos da Estação Experimental Cascata e da Sede da Embrapa Clima Temperado, pelo acolhimento durante a minha permanência nas estações. Lembrar-me-ei de todos com respeito e carinho.

Para finalizar, gostaria de manifestar a mais profunda gratidão a todos aqueles, que não foram citados, mas que de forma direta ou indiretamente puderam me ajudar de algum jeito, para que essa experiência se torna-se incrível e prazerosa.

Muito obrigada!

*“A mente que se abre a uma nova  
ideia jamais voltará ao seu tamanho  
original.”*

Albert Einstein

## RESUMO

SOUZA, Rafaela Schmidt. **Desenvolvimento inicial, caracterização morfológica e genética de noqueira-pecã no sul do Brasil**. 2023. 170 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas-RS, 2023.

O objetivo do presente estudo foi realizar a caracterização morfológica e genética de algumas cultivares e seleções encontradas nos pomares, bem como avaliar o desenvolvimento inicial de cultivares de noqueira-pecã em sistema de produção orgânica na região Sul do Brasil. Na análise de caracterização genética, foram coletados quarenta acessos e genotipados em 11 locos SSR (Sequência Simples Repetida). Vinte e quatro alelos polimórficos foram identificados. A matriz de similaridade genética, baseada no coeficiente de Jaccard, variou de 0,125 a 1,0; a média geral de similaridade foi de 0,46. Na análise da variabilidade genética presente nas cultivares e seleções de noqueira-pecã, utilizando marcadores SSR, pode-se verificar uma alta variação genética, além de algumas duplicatas no germoplasma em estudo. Os locos SSR analisados neste estudo são bons marcadores para identificação genética de germoplasma de noqueira-pecã. Na caracterização morfológica de cultivares de noqueira-pecã, buscou-se facilitar a identificação das plantas a campo, com a finalidade de ajudar na diferenciação dos materiais e o comportamento das cultivares na região. Observou-se mais de vinte cultivares, onde algumas delas estão em grandes proporções nos pomares da região, fez-se o esforço para caracterizar a morfologia e também aspectos individuais de cada um desses materiais em estudo. Esse guia de identificação ajudará na divulgação de informações sobre a cultura e também facilitará no reconhecimento das diferentes cultivares de noqueira-pecã presentes nos pomares. No trabalho de acompanhamento do desenvolvimento inicial de algumas cultivares de noqueira-pecã conduzidas em sistema orgânico na região Sul, as avaliações foram realizadas de 2018 a 2022 em 16 cultivares de noqueira-pecã, na área experimental da Estação Experimental Cascata. Essas plantas foram dispostas em um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e três plantas por parcela. O espaçamento utilizado foi de 10 m x 10 m e a densidade de plantio foi de 100 plantas. ha<sup>-1</sup>. Avaliou-se os estádios fenológicos, o crescimento e incidência de doenças na área implantada com noqueira-pecã.

Em relação à fenologia, as cultivares Chickasaw, Cape Fear, Sioux e Elliot são mais precoces em relação à brotação, enquanto a 'Barton', 'Stuart' e 'Sumner' são mais tardias nas condições climáticas da região Sul do Rio Grande do Sul. Observou-se que todas as cultivares em estudo são suscetíveis à sarna, porém as cultivares Cape Fear, Chickasaw, Choctaw, Imperial, Mahan e Sioux obtiveram maiores níveis de severidade da doença. As cultivares Barton, Elliot, Success e Stuart são menos suscetíveis à sarna. As cultivares Sumner, Stuart, Desirable, Success e Imperial tem um maior crescimento inicial, nas condições experimentais.

**Palavras-chave:** *Carya illinoensis*; biologia molecular; botânica; DNA; fenologia; microssatélites; sistema orgânico.

## ABSTRACT

SOUZA, Rafaela Schmidt. **Early development, morphological and genetic characterization of pecan trees in southern Brazil.** 2023. 170 f. Thesis (Doctorate) - Graduate Program in Agronomy, Federal University of Pelotas, Pelotas-RS, 2023.

The objective of the present study was to carry out the morphological and genetic characterization of some cultivars and selections found in the orchards, as well as to evaluate the initial growth of pecan tree cultivars in an organic production system in the southern region of Brazil. In the genetic characterization analysis, forty accessions were collected and genotyped in 11 SSR (Simple Sequence Repeats) loci. Twenty-four polymorphic alleles were identified. The genetic similarity matrix, based on the Jaccard coefficient, ranged from 0.125 to 1.0; the overall mean of similarity was 0.46. In the analysis of the genetic variability present in pecan cultivars and selections, using SSR markers, a high genetic variation can be verified, in addition to some duplicates in the germplasm under study. The SSR loci analyzed in this study are good markers for the genetic identification of pecan germplasm. In the morphological characterization of pecan tree cultivars, we sought to facilitate the identification of plants in the field, with the aim of helping to differentiate materials and the behavior of cultivars in the region. More than twenty cultivars were observed, where some of them are in large proportions in the orchards of the region, an effort was made to characterize the morphology and also individual aspects of each of these materials under study. This identification guide will help to disseminate information about the crop and will also facilitate the recognition of the different pecan cultivars present in the orchards. In the follow-up work on the initial development of some pecan cultivars grown in an organic system in the South region, evaluations were carried out from 2018 to 2022 on 16 pecan cultivars, in the experimental area of the Cascata Experimental Station. These plants were arranged in a completely randomized design, with three replications and three plants per plot. The spacing used was 10 m x 10 m and the planting density was 100 plants.ha<sup>-1</sup>. The phenological stages, growth and incidence of diseases in the area implanted with pecan tree were evaluated. Regarding phenology, the Chickasaw, Cape Fear, Sioux and Elliot cultivars are earlier in relation to sprouting, while 'Barton', 'Stuart'

and 'Sumner' are later in the climatic conditions of the southern region of Rio Grande do Sul . It was observed that all cultivars under study are susceptible to scab, but Cape Fear, Chickasaw, Choctaw, Imperial, Mahan and Sioux cultivars had higher levels of disease severity. Barton, Elliot, Success and Stuart cultivars are less susceptible to scab. Cultivars Sumner, Stuart, Desirable, Success and Imperial have a higher initial growth under experimental conditions.

**Keywords:** *Carya illinoensis*; Molecular biology; botanic; DNA; phenology; microsatellites; organic system.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Artigo 1:</b> Genetic variability of pecan genotypes in Brazil .....	48
<b>Figure 1.</b> Genetic similarity matrix of 34 pecan genotypes. Pelotas, RS, 2020.....	64
<b>Figure 2.</b> Dendrogram of genetic relations among pecan genotypes based on SSR markers, generate of by the Jaccard coeficiente. Mean genetic similarity (MGS). Pelotas, RS, 2020.....	65
<b>Artigo 2:</b> Guia para reconhecimento de cultivares de noqueira-pecã no Brasil .....	66
<b>Figura 1.</b> Foliolos terminais de noqueira-pecã com as diferentes classificações: A- nível 3, B- Nível 5 e C- nível 7. Fonte: Souza, R. S.....	69
<b>Figura 2.</b> Assimetria das folhas de noqueira-pecã: Nível 3- forte (A) e nível 2- moderada (B). Fonte: Souza, R.S.....	70
<b>Figura 3.</b> Classificação da altura da bainha do fruto de noqueira-pecã sendo: A- ausente ou muito fraco, B- fraco, C- médio e D- alto. Fonte: Souza, R.S.....	70
<b>Figura 4.</b> Inflorescência estaminada ou masculina: amentos. Fonte: Souza, R.S.....	72
<b>Figura 5.</b> Inflorescência pistilada ou feminina: racimos. Souza, R. S.....	72
<b>Figura 6.</b> Planta de noqueira-pecã da cultivar Apache.Fonte: Souza, R.S. ....	74
<b>Figura 7.</b> Folha composta de noqueira-pecã da cultivar Apache. Fonte: Souza, R. S.....	74
<b>Figura 8.</b> Tronco de uma planta adulta de noqueira-pecã da cultivar Apache. Fonte: Souza, R. S.....	75
<b>Figura 9.</b> Frutos de noqueira-pecã com epicarpo “Schuck” da cultivar Apache. Fonte: Souza, R. S.....	75
<b>Figura 10.</b> Frutos de noqueira-pecã com epicarpo “Schuck” da cultivar Apache. Fonte: Souza, R. S.....	75
<b>Figura 11.</b> Nozes-pecã da cultivar Apache. Fonte: Lanzetta, P. ....	76
<b>Figura 12.</b> Planta de noqueira-pecã da cultivar Barton. Fonte: Souza, R. S.....	77

<b>Figura 13.</b> Folha composta de noqueira-pecã da cultivar Barton. Fonte: Souza, R. S.....	77
<b>Figura 14.</b> Detalhe do tronco de uma árvore de Nogueira-pecã da cultivar Barton. Fonte: Souza, R. S.....	78
<b>Figura15.</b> Frutos de noqueira-pecã com epicarpo “Schuck” da cultivar Barton. Fonte: Souza, R. S.....	78
<b>Figura 16.</b> Frutos de noqueira-pecã da cultivar Barton. Fonte: Souza, R. S.....	78
<b>Figura 17.</b> Nozes-pecã da cultivar Barton. Fonte: Lanzetta, P.....	79
<b>Figura 18.</b> Planta de noqueira-pecã da cultivar Caddo. Fonte: Souza, R. S.....	80
<b>Figura 19.</b> Folha e frutos de noqueira-pecã da cultivar Caddo. Fonte: Souza, R.S.....	80
<b>Figura 20.</b> Tronco de uma planta adulta de noqueira-pecã da cultivar Caddo. Fonte: Souza, R.S.....	81
<b>Figura 21.</b> Frutos de noqueira-pecã com “Schuck” da cultivar Caddo. Fonte: Souza, R.S. ....	81
<b>Figura 22.</b> Frutos de noqueira-pecã da cultivar Caddo.Fonte: Souza, R.S.....	81
<b>Figura 23.</b> Nozes-pecã da cultivar Caddo. Fonte: Souza, R. S. ....	82
<b>Figura 24.</b> Planta de noqueira-pecã da cultivar Cape Fear. Fonte: Souza, R.S.....	83
<b>Figura 25.</b> Folha composta de noqueira-pecã da cultivar Cape Fear. Fonte: Souza, R.S.....	83
<b>Figura 26.</b> Tronco de uma planta de noqueira-pecã da cultivar Cape Fear. Fonte: Souza, R.S.....	84
<b>Figura 27.</b> Frutos de noqueira-pecã com “Schuck” da cultivar Cape Fear. Fonte: Souza, R.S.....	84
<b>Figura 28.</b> Frutos de noqueira-pecã com “Schuck” da cultivar Cape Fear. Fonte: Souza, R.S.....	84
<b>Figura 29.</b> Nozes-pecã da cultivar Cape Fear. Fonte: Souza, R. S. ....	85
<b>Figura 30.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Cherokee. Fonte: Souza, R.S.....	86
<b>Figura 31.</b> Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Cherokee. Fonte: Souza, R. S.....	86
<b>Figura 32.</b> Detalhes do tronco de uma Nogueira-pecã da cultivar Cherokee. Fonte: Souza, R. S.....	87

<b>Figura 33.</b> Frutos de Nogueira-pecã com “Schuk” da cultivar Cherokee. Fonte: Souza, R. S.....	87
<b>Figura 34.</b> Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Cherokee. Fonte: Souza, R. S. ....	87
<b>Figura 35.</b> Nozes-pecã da cultivar Cherokee. Fonte: Souza, R.S.....	88
<b>Figura 36.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Cheyenne. Fonte: Souza, R. S.....	89
<b>Figura 37.</b> Frutos e folha de Nogueira-pecã da cultivar Cheyenne. Fonte: Souza, R. S.....	89
<b>Figura 38.</b> Tronco de uma árvore de Nogueira-pecã da cultivar Cheyenne. Fonte: Souza, R. S.....	90
<b>Figura 39.</b> Frutos de Nogueira-pecã com “schuck” da cultivar Cheyenne. Fonte: Souza, R. S.....	90
<b>Figura 40.</b> Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Cheyenne. Fonte: Souza, R.S.....	90
<b>Figura 41.</b> Nozes-pecã da cultivar Cheyenne. Fonte: Souza, R. S.....	91
<b>Figura 42.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Chickasaw. Fonte: Souza, R. S.....	92
<b>Figura 43.</b> Folha de Nogueira-pecã (A) e frutos (B) da cultivar Chickasaw. Fonte: Souza, R. S.....	92
<b>Figura 44.</b> Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Chickasaw. Fonte: Souza, R.S.....	93
<b>Figura 45.</b> Nozes-pecã com ‘Shuck’ da cultivar chickasaw. Fonte: Souza, R. S.....	93
<b>Figura 46.</b> Nozes-pecã da cultivar Chickasaw. Fonte: Souza, R. S.....	94
<b>Figura 47.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Choctaw. Fonte: Souza, R. S.....	95
<b>Figura 48.</b> Folha e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Choctaw. Fonte: Souza, R. S. ....	95
<b>Figura 49.</b> Tronco de uma árvore de Nogueira-pecã da cultivar Choctaw. Fonte: Souza, R. S. ....	96
<b>Figura 50.</b> Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Choctaw. Fonte: Souza, R. S. ....	96
<b>Figura 51.</b> Frutos com “schuck” da cultivar Choctaw. Fonte: Souza, R. S.....	96

<b>Figura 52.</b> Nozes-pecã da cultivar Choctaw. Fonte: Souza, R.S.....	97
<b>Figura 53.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Cowley. Fonte:Souza, R. S.....	98
<b>Figura 54.</b> Frutos e folha de Nogueira-pecã da cultivar Cowley. Fonte: Souza, R. S.....	98
<b>Figura 55.</b> Tronco da planta de Nogueira-pecã da cultivar Cowley. Fonte: Souza, R. S.....	99
<b>Figura 56.</b> Frutos com “schuck” de Nogueira-pecã da cultivar Cowley. Fonte: Souza, R. S.....	99
<b>Figura 57.</b> Nozes-pecã da cultivar Cowley. Fonte: Souza, R. S.....	99
<b>Figura 58.</b> Nozes-pecã da cultivar Cowley. Fonte: Souza, R.S. ....	100
<b>Figura 59.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Desirable. Fonte: Souza, R. S.....	101
<b>Figura 60.</b> Folha e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Desirable. Fonte: Souza, R.S.....	101
<b>Figura 61.</b> Tronco da árvore de Nogueira-pecã da cultivar Desirable. Fonte: Souza, R.S. ....	102
<b>Figura 62.</b> Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Desirable. Fonte: Souza, R. S.....	102
<b>Figura 63.</b> Frutos de noqueira-pecã da cultivar Desirable. Fonte: Souza, R.S.....	102
<b>Figura 64.</b> Nozes-pecã da cultivar Desirable. Fonte: Souza, R. S.....	103
<b>Figura 65.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Elliot. Fonte: Souza, R.S.....	104
<b>Figura 66.</b> Folha de Nogueira-pecã da cultivar Elliot. Fonte: Souza, R. S.....	104
<b>Figura 67.</b> Detalhe do tronco de uma planta adulta de Nogueira-pecã da cultivar Elliot. Fonte: Souza, R.S.....	105
<b>Figura 68.</b> Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Elliot. Fonte: Souza, R.S.....	105
<b>Figura 69.</b> Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Elliot. Fonte: Souza, R.S.....	105
<b>Figura 70.</b> Nozes-pecã da cultivar Elliot. Fonte: Souza, R.S. ....	106
<b>Figura 71.</b> Planta de noqueira-pecã da cultivar Gratex. Fonte: Souza, R.S. ....	107
<b>Figura 72.</b> Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Gratex. Fonte: Souza, R.S.....	107
<b>Figura 73.</b> Tronco de uma planta de Nogueira-pecã da cultivar Gratex. Fonte: Souza, R.S.....	108
<b>Figura 74.</b> Planta de noqueira da cultivar Gratex (A) e detalhe interior dos frutos (B). Fonte: Souza, R.S.....	108

<b>Figura 75.</b> Frutos de Nogueira-pecã com a presença do “Schuck” da cultivar Gratex. Fonte: Souza, R.S.....	109
<b>Figura 76.</b> Nozes-pecã da cultivar Gratex. Fonte: Souza, R. S.....	109
<b>Figura 77.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Mahan. Fonte: Souza, R.S.....	110
<b>Figura 78.</b> Folhas e frutos de noqueira-pecã da cultivar Mahan. Fonte: Souza, R.S.....	110
<b>Figura 79.</b> Detalhes do tronco de uma planta de noqueira-pecã da cultivar Mahan. Fonte: Souza, R. S.....	111
<b>Figura 80.</b> Frutos da cultivar Mahan. Fonte: Souza, R. S.....	111
<b>Figura 81.</b> Frutos de noqueira-pecã da cultivar Mahan. Fonte: Souza, R. S.....	111
<b>Figura 82.</b> Nozes-pecã da cultivar Mahan. Fonte: Souza, R.S.....	112
<b>Figura 83.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Mohawk. Fonte: Souza, R. S.....	113
<b>Figura 84.</b> Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Mohawk. Fonte: Souza, R.S.....	113
<b>Figura 85.</b> Tronco da planta de Nogueira-pecã da cultivar Mohawk. Fonte: Souza, R.S.....	114
<b>Figura 86.</b> Frutos de noqueira-pecã da cultivar Mohawk.Fonte: Souza, R.S.....	114
<b>Figura 87.</b> Fruto de Nogueira-pecã da cultivar Mohawk. Fonte: Souza, R.S.....	114
<b>Figura 88.</b> Nozes-pecã da cultivar Mohawk. Fonte: Souza, R.S.....	115
<b>Figura 89.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Shawnee. Fonte: Souza, R.S.....	116
<b>Figura 90.</b> Folha e frutos de noqueira-pecã da cultivar Shawnee. Fonte: Souza, R. S. ....	116
<b>Figura 91.</b> Tronco de uma planta denogueira-pecã da cultivar Shawnee. Fonte: Souza, R. S.....	117
<b>Figura 92.</b> Frutos de Nogueira-pecã com o “Shuck” da cultivar Shawnee. Fonte: Souza, R. S.....	117
<b>Figura 93.</b> Frutos de Nogueira-pecã da Cultivar Shawnee. Fonte: Souza, R. S.....	117
<b>Figura 94.</b> Nozes-pecã da cultivar Shawnee. Fonte: Lanzetta, P.....	118
<b>Figura 95.</b> Planta de Nogueira-pecãda cultivar Shoshoni. Fonte: Souza, R.S.....	119
<b>Figura 96.</b> Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Shoshoni. Fonte: Souza, R. S.....	119
<b>Figura 97.</b> Tronco da planta de Nogueira-pecã da cultivar Shoshoni. Fonte: Souza, R. S.....	120
<b>Figura 98.</b> Frutos de Nogueira-pecã com “schuck” da cultivar Shoshoni. Fonte: Souza, R. S. ....	120

<b>Figura 99.</b> Planta de Nogueira-pecã da ‘Shoshoni’. Fonte: Souza, R. S.....	120
<b>Figura 100.</b> Nozes-pecã da cultivar Shoshoni. Fonte: Souza, R. S.....	121
<b>Figura 101.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Sioux. Fonte:Souza, R.S. ....	122
<b>Figura 102.</b> Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Sioux. Fonte: Souza, R. S.....	122
<b>Figura 103.</b> Tronco de uma planta de Nogueira-pecã da cultivar Sioux. Fonte: Souza, R. S.....	123
<b>Figura 104.</b> Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Sioux. Fonte: Souza, R. S.....	123
<b>Figura 105.</b> Frutos de noqueira-pecã da cultivar Sioux. Fonte: Souza, R. S.....	123
<b>Figura 106.</b> Nozes-pecã da cultivar Sioux. Fonte: Souza, R. S.....	124
<b>Figura 107.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Success. Fonte: Souza, R. S.....	125
<b>Figura 108.</b> Folha e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Success. Fonte: Souza, R. S.....	125
<b>Figura 109.</b> Tronco de Nogueira-pecã da cultivar Success. Fonte: Souza, R. S.....	126
<b>Figura 110.</b> Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Success. Fonte: Souza, R. S.....	126
<b>Figura 111.</b> Fruto com “schuk” de Nogueira-pecã da cultivar Success. Fonte: Souza, R.S.....	126
<b>Figura 112.</b> Nozes-pecã da cultivar Success. Fonte: Souza, R. S. ....	127
<b>Figura 113.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Stuart. Fonte: Barros, J. ....	128
<b>Figura 114.</b> Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Stuart. Fonte: Barros, J.....	128
<b>Figura 115.</b> Tronco de uma Nogueira-pecã da cultivar Stuart. Fonte: Barros, J. ....	129
<b>Figura 116.</b> Frutos de pecan da ‘Stuart’. Fonte:Souza, R. S.....	129
<b>Figura 117.</b> Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Stuart. Fonte: Barros, J. ....	129
<b>Figura 118.</b> Nozes-pecã da cultivar Stuart. Fonte: Souza, R. S. ....	130
<b>Figura 119.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Tejas. Fonte: Souza, R. S.....	131
<b>Figura 120.</b> Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Tejas. Fonte: Souza, R. S.....	131
<b>Figura 121.</b> Tronco de uma planta de Nogueira-pecã da cultivar Tejas. Fonte: Souza, R. S.....	132
<b>Figura 122.</b> Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Tejas. Fonte: Souza, R. S.....	132
<b>Figura 123.</b> Fruto de noqueira-pecã com “Schuck” da cultivar Tejas. Fonte: Souza, R. S.....	132

<b>Figura 124.</b> Nozes-pecã da cultivar Tejas. Fonte: Souza, R. S. ....	133
<b>Figura 125.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Western. Fonte: Souza, R. S.....	134
<b>Figura 126.</b> Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Western. Fonte: Souza, R.S. .....	134
<b>Figura 127.</b> Tronco de uma planta de Nogueira-pecã da cultivar Western. Fonte: Souza, R. S.....	135
<b>Figura 128.</b> Frutos de Nogueira-pecã com “schuck” da cultivar Western. Fonte: Souza, R. S.....	135
<b>Figura 129.</b> Frutos da cultivar Western. Fonte: Souza, R. S.....	135
<b>Figura 130.</b> Nozes-pecã da cultivar Western. Fonte: Souza, R. S. ....	136
<b>Figura 131.</b> Planta de Nogueira-pecã da cultivar Wichita. Fonte: Souza, R. S.....	137
<b>Figura 132.</b> Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Wichita. Fonte: Souza, R. S.....	137
<b>Figura 133.</b> Tronco de uma planta de Nogueira-pecã da cultivar Wichita. Fonte: Souza, R. S.....	138
<b>Figura 134.</b> Nozes-pecã da cultivar Wichita. Fonte: Souza, R. S.....	138
<b>Figura 135.</b> Fruto de noqueira-pecã com “schuck” da cultivar Wichita. Fonte: Souza, R. S. ....	138
<b>Figura 136.</b> Nozes-pecã da cultivar Wichita. Fonte: Souza, R. S.....	139
<b>Artigo 3:</b> Desenvolvimento inicial de cultivares de noqueira-pecã conduzidas em sistema de produção orgânica .....	142
<b>Figura 1.</b> Escala de classificação da severidade da sarna em noqueira-pecã. Fonte: HUNTER e ROBERTS (1978).....	164
<b>Figura 2.</b> Informações da temperatura média e máxima (°C) nos anos de 2019 a 2022. Pelotas-RS. Fonte: Laboratório de agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado.....	165
<b>Figura 3.</b> Precipitação pluviométrica em milímetros nos anos de 2019 a 2022. Pelotas- RS. Fonte: Laboratório de agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado. .....	165

## LISTA DE TABELAS

<b>Artigo 1:</b> Genetic variability in pecan genotypes in Brazil .....	48
<b>Tabela 1.</b> Pecan genotypes under evaluation and origins of every accession.....	60
<b>Tabela 2.</b> Sequence, size and annealing temperatures of SSR primers used for genetically characterizing pecan accessions.....	63
<b>Artigo 3:</b> Desenvolvimento inicial de cultivares de noqueira-pecã conduzidas em sistema orgânico.....	142
<b>Tabela 1.</b> Estádio de desenvolvimento da noqueira-pecã.....	159
<b>Tabela 2.</b> Características fenológicas de cultivares de noqueira-pecã conduzidas em sistema orgânico na região Sul do país, no ciclo 2018-2019. Pelotas-RS.....	160
<b>Tabela 3.</b> Características fenológicas de cultivares de noqueira-pecã conduzidas em sistema orgânico na região Sul do país, no ciclo 2019-2020. Pelotas-RS.....	161
<b>Tabela 4.</b> Características fenológicas de cultivares de noqueira-pecã conduzidas em sistema orgânico na região Sul do país, no ciclo 2021-2022. Pelotas-RS.....	162
<b>Tabela 5.</b> Dados de acúmulo de horas de frio (inferiores a 7,2° C) na Estação Experimental Cascata, nos anos de 2018 a 2022. Pelotas-RS. ....	163
<b>Tabela 6.</b> Altura das plantas, diâmetro do enxerto, diâmetro do porta-enxerto, taxa de crescimento absoluto e volume de copa das cultivares de noqueira-pecã cultivadas em sistema de produção orgânica. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2022.....	163
<b>Tabela 7.</b> Níveis de severidade de sarna em plantas de noqueira-pecã cultivadas em sistema de produção orgânica. Pelotas-RS.....	164

## SUMÁRIO

1. Introdução geral .....	23
2. Projeto de pesquisa .....	26
2.1. Título .....	26
2.2. Instituição .....	26
2.3. Equipe de trabalho .....	26
2.4. Introdução .....	28
2.5. Objetivo .....	29
2.5.1. Objetivo geral .....	29
2.5.2. Objetivos específicos .....	29
2.6. Revisão bibliográfica .....	29
2.6.1. Implantação de pomares .....	31
2.6.2. Cultivares de noqueira-pecã .....	32
2.6.3. Cultivo orgânico de Nogueira-pecã .....	33
2.7. Material e métodos .....	34
2.7.1. Experimento 1: Introdução e avaliação de uma coleção de cultivares de noqueira-pecã na EEC .....	34
2.7.2. Experimento 2: Caracterização morfológica de cultivares de noqueira-pecã cultivadas na região sul .....	35
2.7.3. Experimento 3: Caracterização molecular das cultivares de noqueira-pecã encontradas na região sul .....	36
2.8. Análise estatística .....	36
2.9. Custos .....	37
2.10. Cronograma .....	38
2.11. Referências bibliográficas .....	41
3. Relatório do trabalho de campo .....	44
4. Artigos desenvolvidos .....	47
4.1. ARTIGO. Genetic variability of pecan genotypes in Brazil .....	48
4.1.1. Introduction .....	50
4.1.2. Material and Methods .....	51
4.1.3. Results and discussion .....	53
4.1.4. Conclusions .....	56
4.1.5. Acknowledgments .....	57
4.1.6. References .....	57
4.2. ARTIGO. Guia para reconhecimento de cultivares de noqueira-pecã no Brasil .....	66
4.2.1. Introdução .....	68
4.2.2. Material e Métodos .....	69

4.2.3. Resultados e discussão .....	71
4.2.4. Considerações .....	140
4.2.5. Referências .....	141
4.3. ARTIGO. Desenvolvimento inicial de cultivares de noqueira-pecã conduzidas em sistema de produção orgânica .....	142
4.3.1. Introdução .....	144
4.3.2. Material e métodos.....	147
4.3.3. Resultados e discussão .....	149
4.3.4. Conclusão .....	155
4.3.5. Agradecimentos .....	155
4.3.6. Referências.....	155
5. Considerações finais.....	166
6. Referências .....	168
7. Anexo .....	170

## 1. Introdução geral

Nos últimos anos a área de cultivo com a noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch (GRAUKE, 1991)] vem expandindo no Brasil, podendo ser atribuído esse crescimento à longevidade produtiva da cultura, à possibilidade de diversificação da propriedade rural, a rentabilidade comercial e, especialmente à composição nutricional do fruto, que é rico em compostos fenólicos, minerais, proteínas, fibras e apresenta elevada capacidade antioxidante, sendo benéfico à saúde humana, entre outros (BILHARVA, 2019; FENG; KONG, 2022; FERRARI et al., 2022).

A noqueira-pecã foi introduzida no Brasil em 1870 por imigrantes norte-americanos e, posteriormente, ocorreram seleções de materiais feitas por produtores e viveristas. Essa frutífera pertencente à família *Juglandaceae* e tem mais de 1000 cultivares que diferem no formato da noz, qualidade do fruto, hábito de crescimento da planta, período de polinização, suscetibilidade ao ataque de doenças e/ou pragas, entre outras características diferentes entre as plantas dessa espécie (LAZAROTTO et al., 2014; POLETTO et al., 2014; POLETTO et al., 2022).

Essas diferenças entre as plantas de noqueira-pecã podem ser observadas por meio dos aspectos morfológicos, como tipo de folha, flores, frutos entre outras características, juntamente com monitoramento dos estádios fenológicos, que servem como ferramenta importante para identificação de diferentes cultivares, além de auxiliar no desenvolvimento e manejo da cultura (OLIVEIRA et al., 2018; DE MARCO et al., 2021).

Uma estratégia para avaliar a variabilidade genética das plantas nos pomares e identificar os diferentes materiais utilizados para compor os pomares brasileiros é a utilização de marcadores moleculares. Os marcadores moleculares permitem observar as diferenças entre plantas, analisando diretamente a molécula de DNA, havendo algumas vantagens, entre elas: não sofre efeito do ambiente, a amostra coletada para análise pode ser retirada de diferentes partes da planta e em distintos estádios de desenvolvimento (GRAUKE et al., 2003; BITTENCOURT, 2017).

Dentre os estudos para identificação e mapeamento genético e análise de populações desenvolvidos na área de biologia molecular são utilizados diferentes técnicas, entre elas a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), que envolve a síntese enzimática “in vitro” de cópias de um segmento específico

de DNA na presença da enzima DNAPolimerase. Entre os vários tipos de marcadores baseados em PCR, os microssatélites ou Sequência Simples Repetida (SSR) são muito utilizados, devido ao elevado nível de polimorfismo e reprodutibilidade desses marcadores (FERREIRA et al., 1996; GRAUKE et al., 2003; BITTENCOURT, 2017).

É importante o desenvolvimento de estudos para conhecimento da magnitude dessa variabilidade genética da noqueira-pecã, podendo assim identificar possíveis fragilidades fitotécnicas em função de uma similaridade genética entre as plantas, além de auxiliar na seleção de materiais para futuro programa de melhoramento da cultura no País.

O estado do Rio Grande do Sul é considerado o maior produtor de noz-pecã, abrigando cerca de 90% das indústrias processadoras de nozes e é responsável por mais de 80% da produção nacional. Estima-se que na região Sul existam 6,91 mil hectares implantados com a cultura (BILHARVA et al., 2018; RADIOGRAFIA DA AGROPECUÁRIA GAÚCHA, 2022). Com o crescimento de áreas de plantios de noqueira-pecã, vêm sendo identificados problemas fitossanitários relacionados com o ataque de doenças e/ou pragas (LAZAROTTO et al., 2019; WALKER et al., 2019; POLETTO et al., 2019; NAVA et al., 2021; POLETTO et al., 2021) que podem prejudicar e inviabilizar a produção de nozes. Dentre as doenças, pode ser destacado a sarna que está entre as principais doenças que afeta a cultura (LAZAROTTO et al., 2014; LAZAROTTO; MARTINS, 2019).

Além disso, tem-se observado a mudança nos hábitos alimentares dos consumidores, que estão cada vez mais exigentes em relação à alimentação, buscando opções mais saudáveis e com produção de maneira mais sustentável (GREEN et al., 2016; MILLER et al., 2022). Com isso, a produção orgânica é considerada uma alternativa para a produção de alimentos sustentáveis (REGANOLD; WACHTER, 2016), adotando princípios da agroecologia e produzindo em um sistema mais sustentável com baixo impacto ambiental, otimizando os insumos adquiridos na propriedade rural e sem a utilização de adubos químicos e agroquímicos. O manejo adotado neste sistema de produção foca em melhorias na estrutura do solo, na nutrição das plantas, além de utilizar diversas estratégias como o uso de cultivares ou variedades resistentes ao ataque de pragas e/ou doenças, poda para aumentar a insolação e ventilação dentro dos pomares, o que permite a melhoria na produtividade e qualidade de fruto (ROSA, 2018; POLETTO et al., 2022).

Porém, ainda são escassas as informações sobre as respostas de cultivares e seleções de noqueira-pecã sob cultivo no sistema orgânico, o que dificulta o processo de recomendação de cultivares adequadas para esse sistema. Com o crescimento do interesse sobre a noqueira-pecã aumenta também a necessidade de estudos para conhecer o padrão fenológico das diferentes cultivares, principalmente na região sul, além de identificar e conhecer a magnitude da variabilidade genética existente nos pomares brasileiros.

Diante desse pressuposto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar a morfologia e a biologia molecular de diferentes cultivares e seleções de noqueira-pecã encontradas nos pomares brasileiros. Além disso, avaliar o desenvolvimento inicial de cultivares de noqueira-pecã conduzidas em sistema orgânico de produção na região de Pelotas, Rio Grande do Sul.

## 2. Projeto de pesquisa

### 2.1. Título

Distribuição geográfica e caracterização morfológica e genética das cultivares de noqueira-pecã (*Carya illinoensis*) no sul do Brasil

### 2.2. Instituição

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Programa de Pós-graduação em Agronomia na área de Fruticultura de Clima Temperado.

### 2.3. Equipe de trabalho

**Rafaela Schmidt de Souza:** Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, na área de Fruticultura de Clima Temperado. Bolsista Capes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, na Universidade Federal de Pelotas - UFPel. Pelotas-RS.

**Paulo Celso de Mello Farias** (Orientador): Dr. Eng<sup>o</sup> Agrônomo e professor do Departamento de Fitotecnia na área de Fruticultura de Clima Temperado na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas - UFPel. Pelotas-RS.

**Carlos Roberto Martins** (Co-orientador): Pesquisador da Embrapa Clima Temperado com ênfase em Sistemas de Produção Sustentáveis na área de Fruticultura. Estação Experimental Cascata - Embrapa Clima Temperado. Pelotas-RS.

**Caroline Marques Castro:** Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado e professora colaboradora no Programa de Pós-Graduação em Agronomia na área de Fitomelhoramento. Pelotas-RS.

**Gustavo Heiden:** Pesquisador da Embrapa Clima Temperado na área de Botânica e Recursos Genéticos. Pelotas-RS.

**Antonio Davi Vaz Lima:** Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia na área de Fruticultura de Clima Temperado. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, na Universidade Federal de Pelotas - UFPel. Pelotas-RS.

**Cristiano Geremias Hellwig:** Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia na área de Fruticultura de Clima Temperado. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, na Universidade Federal de Pelotas - UFPel. Pelotas-RS.

## 2.4. Introdução

A noqueira-pecã é uma frutífera que vem despertando o interesse de produtores e consumidores, devido a alguns fatores, como diversificação produtiva, demanda e valorização do preço pago pelo fruto, as características nutraceuticas presentes na noz que trazem benefícios à saúde, como também a adaptação da cultura às condições climáticas do país e a possibilidade de consorciação com outras atividades como pecuária (WOLFF et al., 2017; FRONZA et al., 2018).

Existem cultivos comerciais de noz-pecã em diversos países incluindo: Brasil, Argentina, Israel, Uruguai, Peru e África do Sul, mas ainda são considerados os maiores produtores os Estados Unidos da América e o México. No Brasil, principalmente na região sul, o interesse de consumo e produção está aumentado. Porém, existe uma carência de informações técnicas e científicas para auxiliarem no cultivo da noqueira, sendo uma das barreiras para a sua expansão (LANZAROTTO, 2013; FRONZA et al., 2016). Segundo Mokochinski (2015) e Fronza et al. (2018), o Rio Grande do Sul é o maior produtor de noqueira-pecã, seguido pelos os estados de Santa Catarina e Paraná. Os municípios em destaque na região sul são: Anta Gorda e Cachoeira do Sul, sendo o primeiro considerado o pioneiro da cultura na região. As principais cultivares utilizadas no Brasil, são oriundas dos Estados Unidos, algumas delas são: Barton, Mahan, Shawnee, Chickasaw entre outras. Essas cultivares variam morfológicamente, diferindo no formato de fruto, nas inflorescências femininas e masculinas, produção, etc. A diversidade varietal existente entre as cultivares de noqueira-pecã poderá ser observada de inúmeras formas, não apenas morfológicamente, mas também através da caracterização molecular das mesmas (CARGNELUTTI FILHO et al., 2015; POLETTO et al., 2012).

Portanto, ocorre uma necessidade de realização de pesquisas sobre a cultura, para servir como embasamento para auxiliar o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas de cultivo e conseqüentemente melhorando a qualidade, a produtividade e proporcionando uma expansão territorial de cultivo na região. Além disso, com relação ao sistema de produção orgânico também são poucas informações encontradas sobre o manejo e adaptação da cultura (LAZZOTTO, 2013; MOKOCHINSKI, 2015; WOLFF et al., 2017).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo a avaliação da distribuição geográfica e caracterização morfológica e molecular de cultivares de noqueira-

pecã produzidas em sistema de produção orgânico na região sul do Brasil.

## **2.5. Objetivo**

### **2.5.1. Objetivo geral**

O presente trabalho tem como objetivo contribuir com informações sobre a variabilidade das cultivares de noqueira-pecã produzidas na região sul do país, assim como a adaptação delas em sistema de produção orgânica.

### **2.5.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar a distribuição e diversidade varietal de cultivares de noqueira-pecã presentes na região;
- Implantar e manejar uma coleção composta por algumas cultivares de noqueiras-pecã produzidas em sistema de produção orgânico na região sul do Brasil;
- Acompanhar o crescimento de mudas de noqueiras dentro de um sistema de produção orgânico;
- Avaliar as características morfológicas de cada uma das cultivares;
- Analisar as características moleculares de cada uma das cultivares, além da verificação genética das mesmas.

## **2.6. Revisão bibliográfica**

A noqueira-pecã *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch é uma espécie nativa da América do Norte, envolvendo a região que compreende o sudeste dos Estados Unidos da América e norte do México. A planta pertencente à família botânica Juglandaceae, quando adulta apresenta um porte grande, podendo chegar a 60 metros de altura e tendo uma longevidade que ultrapassa 200 anos. Existem mais de mil cultivares da espécie onde ocorre uma variação na morfologia da planta, nas características reprodutivas, na qualidade e conservação do fruto, variação no formato, entre outros (BARACUHY, 1980; GATTO, 2006; LAZAROTTO, 2013; FRONZA et al., 2016).

No Brasil a cultura foi introduzida por imigrantes americanos, no ano de 1870, na

região de São Paulo, porém demorou alguns anos para que produtores começassem a perceber o potencial financeiro do cultivo da noqueira. O interesse da planta poderá ser direcionado na madeira que apresenta uma boa qualidade, na noz que apresenta características funcionais, fornecimento de óleo e fazendo parte da composição de pratos na culinária (saladas) e a casca na composição de chás (GATTO et al., 2008; FILIPIN, 2011; PAULUS, 2015).

Nos últimos anos as áreas de nogueirais vêm aumentando, principalmente na região sul, isto está atribuído ao incentivo de empresas privadas. Além, do interesse por parte de produtores que consideram a atividade de grande potencial econômico, devido ao valor pago pelo fruto, mas também consumidores que mudaram o hábito alimentar e buscam agregar alimentos saudáveis em sua dieta. A noqueira está dentro do grupo dos frutos secos, denominado de amêndoa que é inicialmente envolvida por uma cápsula protetora que quando a drupa está na fase de maturação completa abre-se em secções ficando visível a noz. A noz-pecã apresenta em sua composição compostos funcionais que podem trazer benefícios à saúde, auxiliando a diminuir riscos relacionados a algumas doenças (LAZAROTTO, 2013; FRONZA et al., 2016).

A planta inicia sua produção comercialmente a partir do 6º ano, porém no 3º ou 4º ano poderá produzir nozes. Isto dependerá de muitos fatores, entre eles as práticas culturais efetuadas no pomar, a cultivar escolhida, adubação, etc (FRONZA et al., 2016).

É uma planta caducifólia e suas folhas adultas são compostas e imparipinadas com 9 a 13 folíolos, medindo de 10 a 15 cm. Essa fase de senescência ocorre de forma gradual onde a folha muda sua coloração de verde-escura até amarelada e finalmente a abscisão foliar (FRONZA et al., 2016; ROVANI, 2016).

O sistema radicular da planta apresenta um eixo central pivotante muito desenvolvido, com raízes laterais também bem desenvolvidas em profundidade (ROVANI, 2016).

A polinização da noqueira é do tipo anemófila, ou seja, pelo vento. Em relação à floração, a planta é uma espécie monóica, ou seja, apresenta flores masculinas e femininas separadas na mesma planta. As flores masculinas ou estaminadas são denominadas de amentilhos, e no caso das flores femininas são conhecidas como as flores pistiladas. Além disso, a noqueira apresenta um mecanismo para evitar a autopolinização, denominado de Dicogamia. A dicogamia é considerada aquele momento na qual a planta apresenta diferentes épocas de maturação das flores pistiladas e estaminadas, podendo ser completa ou incompleta. Geralmente, em pomares de noqueira para obterem uma boa produtividade, é fundamental a distribuição de cultivares polinizadoras e produtoras de forma intercalada, assim minimizando os

problemas causados pela dicogamia encontrada na espécie. Ocorrem dois tipos ou grupos de plantas em relação à dicogamia, onde tem cultivares protândricas e protogínicas, sendo importante para decidir na hora de implantação de um pomar. As plantas consideradas protândricas são aquelas que apresentam a maturação das flores estaminadas primeiro, também são conhecidas como polinizadoras. Já, no caso das plantas protogênicas são as que as flores pistiladas amadurecem antes das estaminadas, ou seja, o estigma das flores femininas está receptivo antes mesmo da maturação do grão de pólen (BARACUHY, 1980; FILIPIN, 2011; FRONZA et al., 2018).

A propagação da noqueira poderá ser de forma sexuada (semente) ou assexuada (vegetativa), geralmente os portas-enxertos são multiplicados via semente e posteriormente as cultivares copa são enxertadas. Quando propagamos as plantas via semente, ocorre uma variabilidade genética, influenciando no tamanho de plantas, qualidade e sabor da noz, além da prolongação do período de juvenilidade da planta, no caso de pomares comercial de noqueira, isto é, uma característica indesejável (GONZÁLEZ et al., 2000).

### **2.6.1.Implantação de pomares**

A noqueira-pecã se adapta bem em solos profundos e bem drenados, ricos em matéria orgânica e com uma boa fertilidade, isto influenciará no crescimento e desenvolvimento da planta. A cultura adapta-se bem em pH em torno de 6, este seria um pH ideal (WOLFF et al., 2017).

O plantio das mudas deve ser realizado preferencialmente na época em que a planta se encontra em repouso vegetativo, esse período compreende os meses de junho a agosto, isso para evitar o mínimo de estresse à planta principalmente relacionado a água (FRONZA, et al., 2016).

De acordo com Fronza et al. (2016) o tamanho da cova para o plantio das mudas deve ser com as dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,40m. Porém, Raseira (1990), indica dimensões de 0,60- 0,70 m de profundidade e 0,50 m de diâmetro. No transplante das mudas de raízes cobertas é importante a retirada da parte da base, onde retira-se um pouco para evitar o enovelamento das raízes.

Logo após o plantio, deve ser feita a poda de formação de acordo com Fronza, et al. (2016), retirando aproximadamente 1/3 do ápice da muda. Essa prática é para minimizar a ocorrência de formação do chamado “pé de galinha”, devido a essa região apresentar as gemas muito próximas (WOLFF et al., 2017).

O tutoramento das mudas pode ser realizado no momento do plantio, porém deve ser feito adequadamente para não trazer prejuízos futuros, por exemplo, quando o tutor ficar muito próximo à muda, conseqüentemente causa lesões no tronco da planta. Portanto, no momento da realização do tutoramento o importante é não deixar a estrutura ficar em contato com a planta de noqueira. Fronza, et al. (2016), indicam no momento do amarrio fazer um nó em forma de “8”, evitando o contato direto com ambas as partes envolvidas.

Nessa fase inicial de estabelecimento da cultura deve-se ter cuidado com danos causados por formigas cortadeiras e lebres, entre outros animais. Com isso, existem alternativas de controle que funcionam como barreiras-físicas (tela e grade) para evitar que os animais cheguem perto das mudas e causem danos (WOLFF et al., 2017).

Essa fase de implantação do pomar é fundamental para qualquer frutífera, neste caso para as plantas de noqueiras, todo o manejo realizado influenciará do desempenho produtivo futuro das plantas.

## **2.6.2. Cultivares de noqueira-pecã**

Atualmente são 42 cultivares de noqueira-pecã registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, entre as cultivares registradas estão: Barton, Cape Fear, Cherokee, Chickasaw, Desirable, Elliot, Farley, Imperial, Melhorada, Mahan, Stuart entre outras (WOLFF et al., 2017).

### **2.6.2.1. Cultivar Barton**

A cultivar Barton é o resultado entre o cruzamento das cultivares ‘Success’ e a ‘Moore’, realizado em 1937, sendo lançamento feito em 1953, pelo Programa de Melhoramento Genético do U. S. Dept. of Agriculture (USDA). Essa cultivar é considerada protândrica, ou seja, polinizadora. Também é resistente à doença chamada de sarna, que afeta as áreas de produção de noqueirais (SPARKS, 1992).

De acordo com FRONZA et al. (2016) o formato da noz produzida é considerado elíptico, com a base e ápice agudo, o rendimento da amêndoa poderá alcançar 50 %. O tamanho das nozes da Barton em média apresenta um comprimento de 41,73 mm e o diâmetro de 23,09 mm e uma altura de 21,80 mm.

### **2.6.2.2. Cultivar Desirable**

É uma cultivar originada do cruzamento controlado realizado em 1900, sendo utilizada comercialmente em 1915. A Desirable é considerada uma cultivar

protândrica. O fruto tem uma forma elíptica com o ápice obtuso e a base do mesmo arredondada (FRONZA et al., 2016). Segundo Rovani (2016), essa cultivar é sensível à doença denominada de sarna.

#### 2.6.2.3. Cultivar Farley

A Farley foi selecionada no ano de 1918 e o início da sua comercialização foi em 1925. A noz tem um formato oval com a base e o ápice arredondado (FRONZA et al., 2016).

#### 2.6.2.4. Cultivar Chickasaw

Essa cultivar foi resultado do cruzamento entre 'Brooks' x 'Evers' em 1944, sendo comercializada a partir de 1972. A chickasaw produz frutos de formato elíptico, com o ápice obtuso e a base mais achatada. Essa cultivar é considerada como protogênica (FRONZA et al., 2016).

#### 2.6.2.5. Cultivar Shawnee

A cultivar Shawnee é resultado do cruzamento entre 'Schley' x 'Barton', realizado em 1949. Porém, a cultivar começou a ser comercializada apenas em 1968. A cultivar produz frutos com um formato oblongo e o ápice obtuso (FRONZA et al., 2016).

### 2.6.3. Cultivo orgânico de Nogueira-pecã

A agroecologia engloba conhecimentos teóricos ou científicos que buscam sempre agroecossistemas sustentáveis com princípios básicos a serem seguidos. De acordo com Santos et al. (2004), o sistema de produção orgânico de alimentos visa uma produção ecologicamente sustentável, economicamente viável e socialmente justa.

Esse tipo de sistema de produção adotado procura minimizar a dependência de insumos externos às propriedades agrícolas, havendo uma preocupação com a manutenção e a conservação dos recursos ambientais. Também evita a utilização de fertilizantes, produtos químicos, reguladores de crescimento entre outros. A adubação neste caso poderá ser feita através de resíduos animais ou vegetais, entre outros (PASCHOAL, 1994; SOUZA, 2008).

As informações sobre o cultivo de noqueira-pecã em sistema de produção orgânico ainda são inexpressivas, havendo a necessidade de exploração nesta área, através de trabalhos de pesquisas que serviram como base para o melhor

entendimento da adaptação e manejo da cultura neste sistema.

## **2.7. Material e métodos**

O experimento será conduzido em uma área localizada dentro da unidade de pesquisa da Embrapa Clima Temperado, na Estação Experimental da Cascata (EEC), situada no município de Pelotas, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 31°37'9" S, longitude 52°31'33" O e altitude e 170 m. A região apresenta um clima subtropical úmido – Cfa conforme Köeppen. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano e a temperatura máxima, no verão fica, em torno de 34°C e 36°C, e no período de inverno, a temperatura média das mínimas do ano fica entre -2°C e 0°C, havendo possibilidade de ocorrências de geadas. O solo foi identificado como sendo um Argissolo que apresenta como característica horizonte B textural de argila com atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa (EMBRAPA, 2006).

### **2.7.1. Experimento 1: Introdução e avaliação de uma coleção de cultivares de noqueira-pecã na EEC**

A coleção será composta por genótipos existentes na região que apresentam um elevado potencial produtivo e a possibilidade de serem inseridos no sistema de produção orgânico. Os genótipos serão obtidos através de coletas em propriedades localizadas pela região sul, todas essas cultivares que serão utilizadas estão registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), são elas: Barton, Desirable, Farley, Chickasaw, Shawnee, Melhorada, Imperial, Success, Importada, Cape fear, Choctaw, Elliot, Mahan, Sioux, Stuart e Summer. As mudas serão implantadas em agosto de 2018, o espaçamento utilizado de 10 x 10m, densidade de plantio 100 plantas.ha<sup>-1</sup> em um alinhamento no formato de triângulo.

O delineamento experimental adotado será em blocos casualizados, com três repetições contendo três plantas por parcela. Durante o período de realização do experimento as seguintes avaliações serão realizadas:

A) Fenologia: será determinada a fenologia considerando o acompanhamento dos estádios fenológicos da cultura conforme a escala BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt e Chemische Industrie) adaptada e desenvolvida por De Marco et al. (2021). Essa atividade será realizada com acompanhamento visual semanalmente nas áreas de cultivo. Posteriormente, as informações

coletadas serviram para verificar, através dessas avaliações dos estádios fenológicos de cada material em estudo o seu comportamento em relação as condições ambientais da região.

B) Crescimento de plantas: será acompanhado através de avaliações da altura da planta e diâmetro de tronco da copa e do porta-enxerto. Essas avaliações serão realizadas com auxílio de um paquímetro digital Carbografite® de 150 mm e uma fita métrica. A determinação do diâmetro do tronco da cultivar copa (enxerto) e do porta-enxerto serão medidos a 10 cm acima e abaixo do ponto de enxertia, com auxílio de um paquímetro e os resultados expressos em milímetros (mm). O volume médio da copa será calculado a partir da altura da planta (H), do diâmetro da copa na direção da linha (DL) e do diâmetro da copa na direção da entrelinha (DE), utilizando-se a seguinte fórmula:  $VC = (\pi/6) \times H \times DL \times DE$  (Cantuárias-Avilés et al., 2011), expresso em m<sup>3</sup>.

c) Incidência de pragas e/ou doenças: serão feitas semanalmente inspeções nas folhas das noqueiras. A avaliação será realizada levando em consideração o aspecto visual das plantas, verificando se existem sintomas ou danos causados por doenças e/ou pragas.

### **2.7.2. Experimento 2: Caracterização morfológica de cultivares de noqueira-pecã cultivadas na região sul**

Os materiais selecionados e coletados serão oriundos de pomares localizados na região do Rio Grande do Sul, visando caracterizá-los morfológicamente, coletando partes vegetativas (ramos com as folhas), partes reprodutivas (inflorescência pistilada e estaminada) e frutos. Esses materiais coletados serão posteriormente herborizados. As análises estruturais serão realizadas com auxílio de um estereomicroscópio acoplado a uma câmera clara, e para as avaliações de medidas de largura e diâmetro será utilizado um paquímetro digital. A terminologia adotada será baseada em descritores publicados para a cultura da noqueira-pecã (FRUSSO, 2018) e também o glossário de terminologia botânica.

### **2.7.3. Experimento 3: Caracterização molecular das cultivares de noqueira-pecã encontradas na região sul**

Com base nos materiais coletados nas propriedades pela região, serão selecionados acessos nos quais representem a diversidade varietal de noqueiras, isto a partir da caracterização morfológica como citada anteriormente. As atividades de extração do DNA das noqueiras serão realizadas a partir da coleta de folhas jovens de plantas individuais. O DNA genômico será extraído isolado com o auxílio de um Kit Dneasy Plant Mini Kit (Qiagen), depois o DNA extraído deverá ser quantificado com o auxílio de um Fluorômetro, posteriormente as concentrações serão ajustadas para as reações de amplificação via Reação em Cadeia da Polimerase (PCR). Esses acessos serão analisados através de repetições de sequência simples (SSR), que foram desenvolvidas para a cultura (GRAUKE et al., 2003). O programa amplificador utilizado será executado em um termociclador Modelo GeneAmp PCR Sytem 9700. Logo, os resultados das reações finais da amplificação serão separados através da eletroforese em gel de poliacrilamida.

## **2.8. Análise estatística**

Os dados coletados durante a realização dos experimentos serão submetidos à análise de variância e em caso de significância será utilizado um teste de comparação de médias para variáveis envolvidas no experimento.

## 2.9. Custos

<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantid.</b>	<b>Preço unit. R\$</b>	<b>Valor R\$</b>
Mudas de Nogueira-pecã	-	200	35,00	7.000,00
Análise de solo	-	3	30,00	90,00
Calcário	Ton	4,8	300,00	1.440,00
Paquímetro digital	-	1	180,00	180,00
Tesoura de Poda	-	2	200,00	400,00
Material de escritório	-	-	-	500,00
Material de consumo parte morfológica	-	-	-	7.500,00
Material de consumo parte biologia molecular	-	-	-	140.000,00
Combustível	L	706,8	4,99	3.526,93
Embalagens	-	2	14,90	29,60
Outros materiais	-	-	-	2.000,00
Sub-total				162.666,53
Imprevistos (10% do sub-total)				16.266,65
Total				178.933,18

### **2.10. Cronograma**

As atividades serão desenvolvidas ao longo do tempo, determinado no período da realização do doutorado, no Programa de Pós-Graduação em Agronomia na Área de Fruticultura de Clima Temperado (2018-2021).

2018												2019												
Etapas	Mês																							
	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
Escolha do tema		X																						
Levantamento Bibliográfico			X	X																				
Elaboração do Anteprojeto					X																			
Apresentação do Projeto de Tese						X																		
Análise de solo	X																							
Preparo e Adubação da área	X	X																						
Implantação da área com coleção de Nogueira-pecã							X																	
Coleta de material e análise para a caracterização molecular								X	X											X	X	X		
Coleta de material a caracterização morfológica									X	X	X	X	X	X	X	X							X	X
Preparo do Herbário										X	X	X	X	X	X	X								
Atividade de Campo - coleção de trabalho na EEC									X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	
Organização das informações coletadas no primeiro ano																	X	X						



## 2.11. Referências bibliográficas

- BARACUHY, J. B. C. **Determinação do período de floração e viabilidade do pólen de diferentes cultivares de Nogueira Pecã *Carya Illinoensis* (Wang.) K. Koch.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Curso de Fruticultura de Clima Temperado. Universidade Federal de Pelotas- UFPEL, Pelotas: 1980.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; POLETTO, T.; MUNIZ, M. F. B.; BAGGIOTTO, C.; POLETTO. I. Dimensionamento amostral para a avaliação da massa e diâmetro de frutos de noqueira-pecã. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 45, n. 5, p.794-798, 2015.
- FILIPPIN, I. L. **Viabilidade econômica do cultivo de noqueira-pecã em áreas de reserva legal e de preservação permanente.** 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas –UFPEL, Pelotas, 2011.
- FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Técnicas para o cultivo da noqueira-pecã.** Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, Santa Maria-RS, 2016. 424p.
- FRONZA, D.; HAMANN, J. J.; BOTH, V.; ANESE, R. O.; MEYER, E. A. Pecan cultivation: general aspects. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.48, n. 02, p. 1- 9, 2018.
- FRUSSO, E. A.; GRASSI, A. L. **Características morfológicas Y fenológicas del pecán, guía fenológica ampliada y resumida.** Guía fenológica del pecán, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária- INTA, Buenos Aires, Argentina, p.1-25. 2018.
- GATTO, D. A.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J.; MARCHIORI, J. N. C.; DURLO, M. A.; CALEGARI, L.; STANGERLIN, D. M. Características tecnológicas das madeiras de *Luehea divaricata*, *Carya illinoensis* e *Platanus x acerifolia* quando submetidas ao vergamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 121-131, 2008.
- GONZÁLEZ, A. I.; PASTÉN, N. R. **Manual de Propagación de Pecano y Pistacho Mediante el Método de Injertación.** Boletín INIA. La Serena-Chile, n.20, p.20, 2000.
- GRAUKE, L. J. Appropriate Name for Pecan. **HortScience**, v. 26, n.11, p. 1358,

1991.

GRAUKE, L. J.; IQBAL, M. J.; REDDY, A. S.; THOMPSON, T. E. Developing microsatellite dna markers in pecan. **Journal of American Society of Horticultural Science**, v. 128, n. 3, p. 374-380, 2003.

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

MOKOCHINSKI, F. M. **Estimativa de produção, caracterização física e perfil químico de amêndoas de noqueira-pecã.** 2015. 66f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava-PR. 2015.

PASCHOAL, A. D. **Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI.** 1a. Ed. Piracicaba-SP, 1994. 191p.

POLETTO, T. HAMANN, J. J., MACIEL, C. G.; WALKER, C.; LAZAROTTO, M.; BAGGIOTTO, C.; MUNIZ, M. F. B.; POLETTO, I. Análise e características dos frutos de cultivares de noqueira-pecã cultivadas no Rio Grande do Sul. **Anais do XVI Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão-Aprender e Empreender na educação e na Ciência**, 2012.

RASEIRA, A. **A cultura da Noqueira-pecã (*Carya illinoensis*).** Comunicado Técnico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa, n. 63, p. 2, 1990.

ROVANI, F. F. M. **Zoneamento de risco climático para o cultivo da noqueira-pecã *Carya illinoensis* para o Rio Grande do Sul.** 2016. 232f. Tese (Doutorado) - Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria -RS. 2016.

SANTOS, G. C.; MONTEIRO, M. Sistema orgânico de produção de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.15, n.1, p.73-86, 2004.

SOUZA, J. L. Cultivo orgânico de frutas e hortaliças. **XX Congresso Brasileiro de Fruticultura.** Vitória-ES, out. 2008.

SPARKS, D. **Pecan cultivars-the orchard's foundation.** Pecan productions

Innovation, Watkinsville, Ga, 1992.

WOLFF, L. F.; MEDEIROS, C. A. B. **Alternativas para a diversificação da agricultura familiar de base ecológica**. Embrapa Clima Temperado (Documento 443 ), Pelotas-RS, 2017. 145 p.

### 3. Relatório do trabalho de campo

Durante o período de doutorado, foi conduzido o experimento com a cultura da noqueira-pecã, referente à avaliação das características fenológicas e crescimento inicial de cultivares em sistema orgânico. A seguir serão descritas as atividades desenvolvidas durante o período de condução desse experimento.

A área das noqueiras-pecã localizada na Estação Experimental Cascata (EEC), foi implantada em agosto de 2018, utilizando mudas do tipo de raiz nua e raiz coberta. No momento do plantio a dimensão das covas variou conforme o tipo de muda, porém o suficiente para acomodar o sistema radicular das plantas. Foram utilizadas 16 cultivares de noqueira-pecã, sendo elas: Melhorada, Imperial, Success, Importada, Barton, Farley, Shawnee, Chickasaw, Desirable, Cape Fear, Choctaw, Elliot, Mahan, Sioux, Stuart e Sumner.

As plantas foram dispostas em blocos inteiramente casualizados, com três repetições e três plantas por parcela. O alinhamento adotado foi triângulo e o espaçamento de 10 x10 m, sendo uma densidade de plantio de 100 pl.ha<sup>-1</sup>.

Após o plantio das mudas, para melhor condução das plantas, foram colocados tutores para evitar a movimentação das mudas por ventos. Também realizou-se uma poda buscando retirar a dominância apical presente na noqueira-pecã e estimular as brotações laterais, assim marcando o início das avaliações fenológicas das plantas.

No primeiro ano de avaliação 2018-2019, os estádios fenológicos da cultura eram avaliados semanalmente, através dos aspectos visuais das plantas, dentro de cada uma das parcelas experimentais. Nessa fase inicial, observaram-se danos causados por formigas, principalmente na época inicial de brotações, sendo necessário efetuar um controle com o uso de formicida, na forma granulada, diretamente no formigueiro e utilização de barreira física, essas práticas foram adotadas também nos outros anos de avaliação.

A adubação na área de cultivo foi feita com esterco de peru, composto orgânico na quantidade de 5 Kg / metro linear, distribuídos ao redor da planta e complementação com adubação verde com mucuna-preta (*Mucuna pruriens*), crotalária (*Crotalária juncea*), ervilhaca (*Vicia sativa* L.), aveia-preta (*Avena strigosa*) e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.). Com o uso contínuo da adubação verde tinha-se o objetivo de fornecimento de nutrientes para as

plantas, mas também servia para melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo. Essa prática auxiliava na cobertura do solo com a palhada que ajudava no controle de plantas espontâneas, conservação da umidade no solo e aumentava os teores de matéria orgânica na área de plantio.

Para o controle preventivo de pragas e doenças era aplicada a calda sulfocálcica como tratamento no período de dormência da planta.

Durante o período de avaliação, foi realizado o manejo das plantas conforme o permitido em sistemas de produção orgânica e foram realizadas as podas de formação, de verão e de inverno nestes primeiros anos. A realização da poda de formação tinha a finalidade de orientar a formação da copa e definir o número de ramos principais, além de equilibrar a distribuição de ramos para melhorar o arejamento e aproveitamento dos raios solares. A poda de verão era realizada para o encurtamento dos ramos, evitando o crescimento excessivo e forçar a ramificação lateral. Além disso, retirava-se os “pé-de-galinha” (ramos triforquiados) e na poda de inverno ou de limpeza retiravam-se ramos mal localizados, doentes ou ramos com ângulos fechados (ramos na vertical).

Nos últimos dois anos de avaliação, foram observados problemas com lebre e ataque de filoxera (*Phylloxera* spp.) nas plantas de noqueira-pecã.

Para finalizar, deixo registradas algumas dificuldades encontradas para a realização do trabalho de tese. Enfrentamos um período muito difícil no mundo todo, quando, no início de 2020, começam os primeiros casos de covid-19 confirmados no país, posteriormente havendo um aumento considerável em casos de pessoas contaminadas com o vírus. Essa pandemia trouxe muitos desafios para todos, além da necessidade de adaptação à “nova realidade” do dia a dia. Fomos surpreendidos com essa enfermidade que se espalhou rapidamente, milhares de vidas foram perdidas, pessoas ficaram com sequelas causadas pela doença, entre outras consequências ainda visíveis nos dias de hoje. Porém, o trabalho não poderia parar, entre dias de isolamento social e precauções para evitar a contaminação com esse vírus, com uso de máscaras, álcool gel, entre outras, seguimos na realização do desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa. Com certeza esse período foi muito difícil, pois não sabíamos o que iríamos enfrentar pela frente, mas também pudemos aprender o verdadeiro significado das palavras empatia e solidariedade.

Além dos problemas citados anteriormente, posso destacar a dificuldade

de deslocamento até as áreas experimentais externas à estação de pesquisa, muitas vezes foram reduzidos o número de avaliações a campo devido à falta de recursos financeiros ou à necessidade de utilizar recursos próprios para a concretização das avaliações. Embora, com todos os obstáculos durante esse processo, pode-se realizar um trabalho enorme com a cultura da noqueira-pecã que espero que auxilie não só na área científica como também alcance diferentes públicos.

#### **4. Artigos desenvolvidos**

**4.1. ARTIGO. Genetic variability of pecan genotypes in Brazil  
(Artigo aceito pela Revista Ceres)**

## Genetic variability of pecan genotypes in Brazil

Rafaela Schmidt de Souza<sup>1</sup>, Carlos Roberto Martins<sup>2</sup>, Caroline Marques Castro<sup>3</sup>,  
Natércia Lobato Pinheiro Lima<sup>4</sup>, Paulo Mello-Farias<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Departamento de Fitotecnia, área de Fruticultura, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: souzarafaela15@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: carlos.r.martins@embrapa.br

<sup>3</sup>Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: caroline.castro@embrapa.br

<sup>4</sup>Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: natercia.lobato@embrapa.br

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, área de Fruticultura, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: mellofarias@yahoo.com.br \*Corresponding author: souzarafaela15@yahoo.com.br

**Abstract** – Pecan cultivation has been expanding in recent years, mainly in southern Brazil. Genotypes that compose Brazilian orchards come from the USA and from selections of plants made by Brazilian producers. This study aimed to characterize with microsatellite markers pecan cultivars registered for cultivation in Brazil, including some selections made in the country, to know the magnitude of the genetic variability cultivated in the country. Thirty-four, out of forty collected accessions, were genotyped with 11 selected SSR (Simple Sequence Repeats) loci. Twenty-four polymorphic alleles were identified. The genetic similarity matrix, based on the Jaccard coefficient, ranged from 0.125 to 1.0; general mean of similarity was 0.46. The cluster analysis, which was carried out by the Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA), classified pecan accessions into four main groups. Results showed that there is high genetic variability in germplasm evaluated, although some accessions may be duplicates.

**Keywords:** *Carya illinoensis*; molecular markers; microsatellites.

## Variabilidade genética em genótipos de noqueira-pecã no Brasil

**Resumo-** O cultivo de noqueira-pecã vem se expandindo nos últimos anos, principalmente no sul do Brasil. Os genótipos que compõem os pomares brasileiros são provenientes dos EUA e de seleções de plantas feitas por produtores brasileiros. Este trabalho teve como objetivo caracterizar com marcadores microssatélites cultivares de noqueira-pecã registradas para cultivo no Brasil, incluindo algumas seleções feitas no país, para conhecer a magnitude da variabilidade

genética cultivada no país. Trinta e quatro dos quarenta acessos coletados, foram genotipados com 11 locos SSR (Simple Sequencia Repetida) selecionados. Vinte e quatro alelos polimórficos foram identificados. A matriz de similaridade genética, baseada no coeficiente de Jaccard, variou de 0,125 a 1,0; a média geral de similaridade foi de 0,46. A análise de agrupamento, realizado pelo método Unweight Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA), classificou os acessos de noqueira-pecã em quatro grupos principais. Os resultados mostraram que existe alta variabilidade genética no germoplasma avaliado, embora alguns acessos possam ser duplicatas.

**Termos para indexação:** *Carya illinoensis*; marcadores moleculares; microssatélites.

#### 4.1.1.Introduction

Pecan trees are native to the United States and Mexico, even though they have been commercially grown in several countries. They bear a dry fruit called pecan nut which has arisen producers' and consumers' interest due to its price, product diversification in rural areas and health benefits that result from its frequent consumption (Wells, 2017; Fronza *et al.*, 2018).

The crop was introduced into southeastern Brazil by North-american immigrants in 1870 (Ortiz & Camargo, 2005; Bilharva *et al.*, 2018; Poletto *et al.*, 2020). Rio Grande do Sul (RS) state is the largest pecan producer, especially in the cities Anta Gorda (28° 58'13''S e 52° 00'17''W) and Cachoeira do Sul (30°02'21''S e 52°53'38''W) are the municipalities with the largest production areas (Gatto *et al.*, 2008; Fronza *et al.*, 2018).

There are about 1,000 pecan cultivars worldwide. They have different characteristics, such as fruit shape and size, quality, plant architecture and reproduction (Tompson & Young, 1985). In Brazil, 42 cultivars have been registered at the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (Mapa, 2020). In addition, there is genetic material of unknown origin which resulted from selections carried out by farmers and nurserypersons, taking into account morphological, productive and genetic aspects (Bittencourt, 2017; Hamann *et al.*, 2018; Polleto *et al.*, 2020).

Pecan is a perennial plant, deciduous and monoecious fruit tree (having pistillate and staminate flowers on the same plant). In addition, the pecan has a natural mechanism called dichogamy, where the period of pollen release and stigma receptivity are different, and this period may be complete or

partial. However, there is a possibility that a small percentage of self-pollination will occur, normally pollination is anemophilous (Thompson & Romberg, 1985; Sparks, 1992; Wells, 2017).

To know the magnitude of the genetic variability available in the country is an important step to ensure the development of pecan crop in the future. An alternative to help to identify and characterize genetic diversity of a species is the use of molecular markers, which enable differences among plants to be revealed by DNA analysis. Several studies have described different techniques, such as the Polymerase Chain Reaction (PCR) (Ferreira *et al.*, 1996; Ferreira & Grattapaglia, 1998; Grauke *et al.*, 2003).

Regarding the different types of markers based on the PCR, microsatellite markers or Simple Sequence Repeats (SSR), are the most successful ones in studies of genetic variation, mapping, genotype identification and others (Caixeta *et al.*, 2009; Wang *et al.*, 2010; Librelon *et al.*, 2013).

This study aimed to characterize with microsatellite markers pecan cultivars registered for cultivation in Brazil, including some selections made in National territory, to know the magnitude of the genetic variability cultivated in the country.

#### **4.1.2. Material and Methods**

Forty pecan genotypes were evaluated. Twenty-one are cultivars registered at the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply (Mapa, 2020), while 19 are selections found in orchards in southern Brazil (Table 1). Considering all cultivars under analysis, farmers believe that about 38% of them are the most grown in the region.

Plant material was collected from young leaves (disease-free folioles were thoroughly extended) and taken to the Laboratory of Molecular Biology and stored in an ultrafreezer at -80° C, up to DNA extraction.

Leaf genomic DNA was extracted with the protocol of DNA isolation based on cetyltrimethylammonium bromide (CTAB), in agreement with the methodology proposed by Ferreira & Grattapaglia (1996).

Sample quantification was carried out by a NanoVue Plus™ spectrophotometer which enabled to estimate resulting DNA concentration and quality, based on the A260/280 nm ratio. Only samples

whose A260/280 was between 1.8 and 2.1 were used. In order to check DNA integrity, 1% agarose gel electrophoresis, with GelRed (coloring) and Hind III (marker), was also carried out. Afterwards, samples were diluted in ultrapure water and adjusted to 20 ng  $\mu\text{L}^{-1}$ .

PCR reactions were carried out in agreement with the protocol described by Grauke *et al.* (2003). Final volume of reaction was 10  $\mu\text{L}$ , which consisted of: 50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl (pH 8.3), 2.0 mM  $\text{MgCl}_2$ , 0.16 mM dNTPs, 30 ng of every primer (*Invitrogen*<sup>TM</sup>), 30 ng DNA and 0.5  $\mu\text{L}$  Taq DNA polymerase (*Invitrogen*<sup>TM</sup>). SSR primers were PM- CA 07, PM- CA 10, PM- CA 12, PM- CTA 24, PM- GA 19, PM- GA 23, PM- GA 28, PM- GA 31, PM- GA 38, PM-GA 39, PM-GA 41 and PM- GA 44 (Grauke *et al.*, 2003). Table 2 shows the primers, sequences, sizes and annealing temperatures under study.

Amplifications were carried out by the Gene Amp® PCR System 9700 thermocycler (Applied Biosystems). Amplification cycles were a denaturation step at 94 °C for 3 min, followed by 35 cycles at 94 °C for 30 seconds; in the annealing phase, temperatures ranged to be adequate for every primer for 30 seconds, at 72 °C for 1 min and ended with an extension cycle at 72 °C for 3 min and a cycle at 4°C up to sample removal from the thermocycler (Grauke *et al.*, 2003).

Amplification products were separated by 2% agarose gel electrophoresis with the use of the molecular marker 1 Kb plus DNA Ladder (*Invitrogen*<sup>TM</sup>). Amplified fragments were visualized by the Gel Logic 2200 Imaging System (Kodak).

Amplification results of every locus under analysis were registered qualitatively, i. e., presence (1) or absence (0). Although SSR markers are codominant markers, due to the amplification of some loci in more than one region, the markers were treated as dominant.

The genetic distance matrix was generated using the complement of the Jaccard similarity coefficient. Based on the resulting genetic distance matrix, the cluster analysis was performed by the Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA), with the help of the NTSYS-pc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, version 2.02 (Rohlf, 1998).

### 4.1.3. Results and discussion

Eleven, out of 12 SSR primer pairs under study, were selected for the analysis. Primer PM-CA 12 was removed because it exhibited low-quality amplification patterns, besides a high percentage of failures. It didn't amplified in 30.77% of genotypes.

A total of 24 polymorphic bands were identified in the 11 selected primer pairs. Due to their low DNA quality, six genotypes – ‘Caddo’, ‘Chickasaw’, ‘Mohawk’, Success 02, ‘Importada’ and Selection Mi01 – also had to be removed from the analysis. Therefore, 34 out of 40 collected accessions were evaluated.

Mean similarity of genotypes under study was 46%. It shows that the percentage of genetic difference among accessions is higher than the similarity among them. The similarity matrix (Figure 1) shows that some pecan genotypes exhibited more than 80% genetic divergence, i. e., less than 20% similarity. Success exhibited the highest genetic divergence with cultivars Cowley, Choctaw and Selection PF 17 b, i. e., 80%, 82% and 87%, respectively. However, some pecan genotypes, such as ‘Choctaw’ and ‘Checokee’ (17%), Selection M1 and ‘Farley’ (25%) and ‘Farley’ and Selection PS (18%), exhibited less than 30% genetic difference.

Based on the cluster analysis, with a cophenetic correlation coefficient was 73.10% with the genetic similarity matrix, four large groups were identified (Figure 2). The cutoff point corresponded to the mean genetic similarity of about 46%.

Group I comprised exclusively by ‘Success’. This cultivar was genetically very different from the other genotypes under study. It was also found to be distant from genotypes with which it has some parental in common, such as cultivars ‘Barton’, ‘Gratex’, ‘Desirable’, ‘Choctaw’ and ‘Jackson’. The hypothesis that can explain the distance from ‘Success’ is that the markers used may be in distinct, random regions, and perhaps not linked to the region where the common ancestor is located.

Group II comprised only two cultivars: one of unknown origin (‘Sumner’) and ‘Shoshoni’, which resulted from a cross between ‘Evers’ and ‘Odom’. Both cultivars Summer and Shoshoni exhibited 67 %. It was higher than the mean, which was 0.46, revealing the proximity of both materials.

Group III was composed of cultivars Stuart, Barton (2, 3 and 4), Elliot and Cheyenne.

Conner & Wood (2001) used RAPD markers to study pecan cultivars and found similarity between 'Elliot' and 'Barton' (0.46). The comparison of their results and the ones found by this study shows that values were similar, since genetic similarity between Elliot and Barton 3 and 4 was 0.47. Both studies confirm that there is similarity between these cultivars, based on the analysis of the DNA level.

Subgroup IV-A comprised most genotypes that exhibited proximity in their origins. For instance, cultivars Desirable, Choctaw and Gratex had a progenitor in common, i. e., Success. Thus, they were included in the same group. Besides, cultivars Choctaw, Wichita and Tejas, whose origin had the participation of the cultivar Mahan, and were grouped close to each other, mainly Wichita and Tejas, which had high degree of genetic similarity. In addition, they were quite close to Mahan since the degree of similarity was 0.833.

Grauke *et al.* (2003) used SSR and studied some pecan accessions, such as cultivars Wichita and Mahan, genetically. Both exhibited genetic similarity (0.63). This result does not corroborate the one found by the present study, since similarity was higher (0.833). High similarity between both cultivars was expected because Mahan is in the origin of Wichita.

Jia *et al.* (2011) also observed the close grouping relationship of the cultivars Mahan and Wichita, which presented a genetic similarity of 0.86. Confirming this close genetic relationship between these two cultivars, as can also be observed in the present study.

The cultivar Cowley and the Selection Crioula showed the same molecular profile and formed a group whose genetic similarity was 0.667 in relation to Desirable. The Selection Crioula is a genotype that was selected by farmers and probably is a duplicate of 'Cowley', a further study, with the aid morphological descriptors can help to elucidate this.

Both cultivars, Apache and Shawnee, were classified into the same group. Both varieties have an ancestral in common, the cultivar Schley. 'Shawnee', results from a cross between 'Schley' and 'Barton', is a cultivar that exhibits moderate yield, precocity and low tolerance to scabies. The cultivar Apache, which results from a cross between 'Burkett' and 'Schley', is more tolerant to this disease (Walker *et al.*, 2016).

Subgroup IV-B exhibited high degree of genetic similarity (0.90) among genotypes. ‘Sioux’ and Selection M presented the same genetic profile, as well as ‘Melhorada’ and ‘Jackson’. These local selections may be duplicates of these varieties. Both cultivars, Sioux and Jackson, also showed high similarity (0.91), it can be explained by the common ancestral that they share, since their female progenitor is ‘Schley’.

Silva *et al.* (2019) studied 22 plants selected from *Passiflora maliformis* L. and used RAPD and ISSR molecular markers to show variation among sweet calabash plants. Genetic similarity found by the authors ranged from 0.15 to 0.78. The study reported by this paper also found genetic differences among pecan accessions, whose similarity ranged from 0.125 to 1.0. Even though both crops are different, variations identified in the fruit trees are important. The difference found in a population, regardless of the species, is important, since it enables individuals to respond differently to environmental conditions as the result of their high genetic variation.

In order to compose the set of genotypes under evaluation, samples of the cultivar Barton were collected in distinct places. High similarity was found among three of them; in Group III, it was 0.833. However, the sample identified as Barton 01 composed Subgroup IV-B, because it was very distant from the other three samples of this cultivar. The hypothesis that may explain the difference among the material – which should be closer – is that it was either switched for another sample or wrongly identified before commercialization or throughout propagation in the nursery. This result leads to the belief that the accession identified as Barton 01 does not belong to this cultivar.

Poletto *et al.* (2020) have recently studied morphometric, chemical and genetic aspects of pecan and found high genetic variation in the plants. Their study, which was based on AFLP markers, obtained 154 polymorphic fragments whose cophenetic coefficient was 0.84. Besides, the authors carried out morphometric evaluation of fruit, which also showed several differences in shape and size; as a result, fruit may aim at different markets.

Sharma & Sharma (2001) studied genetic divergence of *Juglans regia* L. plants and grouped them in 16 groups according to their characteristics. According to the authors, the difference among plants is often chosen as a requirement to conduct a good selection process. Ghanbari *et al.* (2019) also evaluated genetic difference among 31 European nut trees with the use of ISSR markers. In this case,

they were classified into three large groups and 26 alleles; mean per locus was 7. Their results were different from the ones found by this study, but they showed differences among other species of fruit trees.

The most common cultivars in Brazilian orchards are ‘Barton’, ‘Melhorada’, ‘Imperial’, ‘Importada’, ‘Jackson’ and ‘Shawnee’. Among them, there are some genetically very similar. For instance, ‘Melhorada’ is closer to ‘Jackson’, ‘Imperial’ and ‘Shawnee’, with 1.000, 0.667 and 0.538, respectively. On the other hand, ‘Barton’ 03 and 04 exhibited high genetic divergence in this group of cultivars, since its values of genetic similarity were 0.250 (‘Melhorada’), 0.294 (‘Imperial’) and 0.333 (‘Jackson’).

Oliveira *et al.* (2021) highlight different studies and advances in the technology used in the characterization or genetic identification in the pecan culture, along with the increased need to seek improvements in production aspects among other characteristics that influence nut production. The authors also noted a progress in recent years in relation to studies directed to the area of molecular biology in relation to culture.

Since the introduction of pecan crop in Brazil, several selections were made in the nurseries, resulting in an important source of germplasm (Bilharva *et al.*, 2018; Poletto *et al.*, 2020). Our study shows that, although some of the selections analyzed were very similar to some cultivars, others are genetically distinct, showing a unique molecular profile, highlighting the importance of this genetic variability for the development of pecan crop in Brazil.

#### **4.1.4. Conclusions**

Pecan genotypes under evaluation exhibit high genetic variation.

Some potential duplicates were identified in the germoplasm evaluated.

The SSR loci analyzed in this study are good markers for genetic identification pecan germplasm cultivated in Brazil.

Based on the loci under evaluation and the number of identified alleles, genotypes could be classified into four main groups.

#### 4.1.5. Acknowledgments

The authors thank the Universidade Federal de Pelotas-UFPel for its support, the Embrapa Clima Temperado for its contribution, so that this study could be carried out, and the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for granting a scholarship.

#### 4.1.6. References

Bittencourt L (2017) Contribuições para a embriogênese somática indireta em *Eugenia involucrata* e para a caracterização molecular de indivíduos de *Carya illinoensis*. Master`s Thesis. Universidade Federal de Santa Maria, centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria. 96 f.

Bilharva MG, Martins CR, Hamann JJ, Fronza D, De Marco R & Malgarim MB (2018) Pecan: from Research to the Brazilian Reality. *Journal of Experimental Agriculture International*, 23: 1-16.

Caixeta ET, Oliveira ACB, Brito GG & Sakiyama NS (2009) Tipos de marcadores moleculares. In: Borém, A, Caixeta, ET. *Marcadores moleculares*. 2 ed. Viçosa-MG, Brasil, 532p.

Conner PJ & Wood BW (2001) Identification of Pecan Cultivars and Their Genetic Relatedness as Determine by Randomly Amplified Polymorphic DNA Analysis. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126: 474-480.

Ferreira M & Grattapaglia D (1996) Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. ed. Brasília: EMBRAPA- CENARGEN, 220 p.

Ferreira ME & Grattapaglia D (1998) Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. 2. ed. Brasília: EMBRAPA- CENARGEN, 220 p.

Fronza D, Hamann JJ, Both V, Anese RO & Meyer EA (2018) Pecan cultivation: general aspects. *Ciência Rural*, Santa Maria, 48: 1-9.

Gatto DA, Haselein CR, Santini EJ, Durlo MA, Calegari LE & Stangerlin DM (2008) Características tecnológicas das madeiras de *Luehea divaricata*, *Carya illinoensis* e *Platanus x acerifolia* quando submetidas ao vergamento. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 18:121-131.

Ghanbari A, Farajil M, Behnamian M, Estajil A, Pyrayesh A & Fahim S (2019) Genetic Diversity

Evaluation of Some Walnut (*Juglans regia L.*) Genotypes in MeshkinShahr by ISSR Marker. *Journal of Nuts*, 10: 1-8.

Grauke LJ, Iqbal MJ, Reddy AS & Thompson TE (2003) Developing Microsatellite DNA Markers in Pecan. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128: 374-380.

Hamann JJ, Bilharva MG, Barros J, De Marco R, Martins CR (2018) Cultivares de noqueira-pecã no Brasil. Embrapa Clima Temperado, 43p. (Embrapa Clima Temperado, Documentos, 478).

Jia XD, Wang T, Zhai M, Li YR & Guo ZR (2011) Genetic Diversity and Identification of Chinese-Grown Pecan Using ISSR and SSR Markers. *Molecules*, 16: 10078-10092.

Librelon SS, Costa MR, Nietsched S & Pereira MCT (2013) Diversidade genética de clones de bananeira 'Prata-anã' (AAB) por meio de marcadores SSR. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, 35: 809-817.

Mapa. Registro Nacional de Cultivares. 2020. Available at: [http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php) Accessed on September 7th, 2020.

Oliveira LO, Beise DC, Santos DD, Nagel JC, Poletto T, Poletto I & Stefenon VM (2021) Molecular markers in *Carya illinoensis* (Juglandaceae): from genetic characterization to molecular breeding. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 96: 560-569.

Ortiz ERN & Camargo LEA (2005) Doenças da Nogueira Pecan. In: KIMATI, H. et al. (Eds.). *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, p.501-505.

Poletto T, Poletto I, Silva LMM, Muniz MFB, Reiniger LRS, Richards N & Stefenon VM (2020) Morphological, chemical and genetic analysis of southern Brazilian pecan (*Carya illinoensis*) accessions. *Scientia Horticulturae*, 261: 1-7.

Rohlf FJ (1998) NTSYS-Pc: Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Version 2.0. Applied Biostatistics, New York.

Sharma OC & Sharma SD (2001) Genetic divergence in seedling trees of Persian walnut (*Juglans regia L.*) for various metric nut and kernel characters in Himachal Pradesh. *Scientia Horticulturae*, 88: 163-

171.

Silva CN, Faleiro FG, Oliveira JS, Junqueira NTV & Fonseca KG (2019) Variabilidade genética de progênes de maracujá maçã (*Passiflora maliformis* L.) usando marcadores RAPD e ISSR. *Agrotrópica*, Bahia, 31:45-52.

Sparks D (1992) *Pecan cultivars: the orchard's foundation*. Watkinsville: Pecan Productions Innovations, 446 p.

Thompson TE & Young Jr EF (1985) *Pecan cultivars – past and present*. Texas Pecan Growers Association, College Station. 265p.

Thompson TE & Romberg LD (1985) Inheritance of heterodichogamy in pecans. *Journal of Heredity*, 76: 456–458.

Valois ACC (1998) *Genética aplicada a recursos fitogenéticos*. Brasília: UNEB. 318p.

Walker C, Muniz MFB, Rolim JM, Martins RRO, Rosenthal VC, Maciel CG, Mezzomo R & Reiniger LRS (2016) Morphological and molecular characterization of *Cladosporium cladosporioides* species complex causing pecan tree leaf spot. *Genetics and Molecular Research*, 15: 1-11.

Wang JY, Zheng LS, Huang BZ, Liu WL & Wu YT (2010) Development, characterization, and variability analysis of microsatellites from a commercial cultivar of *Musa acuminata*. *Genetic Resources and Crop Evolution*, Gatersleben, 57: 553-563.

Wells L (2017) *Pecan America's Native nut tree*. The University of Alabama Press. 264 p.

Wells L (2017) *Southeastern Pecan Grower's Handbook*. [Athens]: University of Georgia, 236p.

**Table**

Table 1: Pecan genotypes under evaluation and origins of every accession.

<b>Number</b>	<b>Genotype</b>	<b>Genealogy Paternal</b>	<b>Genealogy Maternal</b>	<b>Classification</b>	<b>Place of origin</b>	<b>Year</b>	<b>Collection area</b>
<b>5</b>	Apache	Schley	Burkett	Cultivate	Texas	1940	Cachoeira do Sul
<b>25</b>	Barton 01	Success	Moore	Cultivate	Texas	1937	Pelotas
<b>38</b>	Barton 02	Success	Moore	Cultivate	Texas	1937	Pelotas
<b>39</b>	Barton 03	Success	Moore	Cultivate	Texas	1937	Pelotas
<b>40</b>	Barton 04	Success	Moore	Cultivate	Texas	1937	Pelotas
<b>13</b>	Caddo	Alley	Brooks	Cultivate	Georgia	1922	Cachoeira do Sul
<b>15</b>	Cape Fear	-	Schley	Cultivate	Carolina do Norte	-	Cachoeira do Sul
<b>2</b>	Cherokee	Evers	Schley	Cultivate	Texas	1948	Cachoeira do Sul
<b>21</b>	Cheyenne	Odom	Clark	Cultivate	Texas	1942	Cachoeira do Sul
<b>14</b>	Chickasaw	Evers	Brooks	Cultivate	Texas	1944	Cachoeira do Sul
<b>24</b>	Choctaw	Mahan	Success	Cultivate	Texas	1946	Cachoeira do Sul
<b>1</b>	Cowley	-	-	Cultivate	Oklahoma	-	Cachoeira do Sul
<b>22</b>	Desirable	Jewett	Success	Cultivate	Mississippi	1900	Cachoeira do Sul
<b>23</b>	Elliot	-	-	Cultivate	Florida	-	Cachoeira do Sul
<b>31</b>	Farley	-	-	Cultivate	Florida	1918	Pelotas
<b>11</b>	Gratex	Success	Ideal	Cultivate	Texas	1945	Cachoeira do Sul
<b>28</b>	Imperial	-	-	Cultivate	Texas	1958	Pelotas
<b>30</b>	Importada	-	-	Cultivate	-	-	Pelotas

<b>33</b>	Jackson	Success	Schley	Cultivate	Mississippi	-	Canguçu
<b>10</b>	Mahan	-	-	Cultivate	Mississippi	1910 (planted)	Cachoeira do Sul
<b>27</b>	Melhorada	-	-	Cultivate	-	-	Pelotas
<b>26</b>	Mohawk	Mahan	Success	Cultivate	Texas	1946	Cachoeira do Sul
<b>19</b>	Shawnee	Barton	Schley	Cultivate	Texas	1949	Cachoeira do Sul
<b>20</b>	Shoshoni	Evers	Odom	Cultivate	Texas	1944	Cachoeira do Sul
<b>12</b>	Sioux	Camichael	Schley	Cultivate	Texas	1943	Cachoeira do Sul
<b>3</b>	Stuart	-	-	Cultivate	Mississippi	1874 (planted)	Cachoeira do Sul
<b>29</b>	Success	-	-	Cultivate	Mississippi	-	Pelotas
<b>18</b>	Sumner	-	-	Cultivate	Georgia	-	Cachoeira do Sul
<b>9</b>	Western	-	-	Cultivate	Texas	-	Cachoeira do Sul
<b>17</b>	Tejas	Risien	Mahan	Cultivate	Texas	-	Cachoeira do Sul
<b>16</b>	Wichita	Mahan	Halbert	Cultivate	Texas	1940	Cachoeira do Sul
<b>4</b>	17CF	-	-	Selection	-	-	Cachoeira do Sul
<b>6</b>	Crioula	-	-	Selection	-	-	Cachoeira do Sul
<b>7</b>	17PF	-	-	Selection	-	-	Cachoeira do Sul
<b>8</b>	17PFB	-	-	Selection	-	-	Cachoeira do Sul
<b>34</b>	Selection M	-	-	Selection	-	-	Canguçu
<b>32</b>	Mioto	-	-	Selection	-	-	Pelotas
<b>35</b>	Selection PS	-	-	Selection	-	-	Canguçu
<b>36</b>	Selection MI	-	-	Selection	-	-	Uraí

---

37	Selection MII	-	-	Selection	-	-	Uraí
----	------------------	---	---	-----------	---	---	------

---

\* Adapted from: Hamann *et al.*, 2018; Martins *et al.*, 2018; Grauke LJ & Thompson TE -USDA- Pecan Breeding Program  
- National Collection of Genetic Resources for Pecans and Hickories –<https://cgru.usda.gov/carya/pecans/cvintro.htm>.

Table 2: Sequence, size and annealing temperatures of SSR primers used for genetically characterizing pecan accessions.

<b>Primer Identification n</b>	<b>Sequences forward 5'-3' e reverse 5'-3'</b>	<b>Size (bp)</b>	<b>Annealing temperat ure (°C)</b>
<b>PM-CA07</b>	CAATCAACCCTACGACATACAGTG CGCGCACTCACACATACTCATAAC	199	56
<b>PM-CA10</b>	AAATCAACCCTGTAGCATAACAATG GCTCAGACATGCAAACGTACC	113	48
<b>PM-CA12</b>	AGATCGAAAAGCGTGGAGCAAC ACACCGAATTCTCAATGAGCCAAAC	173	51
<b>PM-CTA24</b>	AAATGGTGAGGATGAGGAAGTGAAGAT ATGAA GCCCCTTATACAGTTCTACCTCTCTC	123	53
<b>PM-GA19</b>	CAAAAGGTTTCAGGAAAGGTCTAGAGA GGTAAAAAAGTTATTAGCCCGCACT	80	54
<b>PM-GA23</b>	CAGACCATCATCAACCCATCTCT AGTGTAATGGTTTTGAGGGAGTGA	131	57
<b>PM-GA28</b>	AATGAGATGACTACATACACAAGTCGG GGGCTCGCATAACCTTCATGA	111	48
<b>PM-GA31</b>	TGAACTCCAAAAGCCTCCTCTC GTATTTGTATTTTTTCCTTGAGCTTTCTC	83	48
<b>PM-GA38</b>	AAAAGTTTTAGGGTTGTTTGCTCTCT GTAAAGCCTACAACCTACAACAGTCTAT G	89	48
<b>PM-GA39</b>	TGTAAATGCGTGCTATTGCTGAT GAATAGACAAAGAAACGAAACTCATTG A	89	48
<b>PM-GA41</b>	TCTTCAGAAAAACCCTTACCTCTCT GAAAAATATAAACTCCCATAGTACCCA CAT	89	48
<b>PM-GA44</b>	AATTACAGAGTCTCGGTAACACAGAGA G CAGCTTCTCCGGTATCTCCTATCT	107	48

\*Sequence of SSR primer pairs and annealing temperature calculated in agreement with fragment size. However, some primers underwent some adaptation. Source: Grauke *et al.*, 2003

Genotype	Canary	Cherokee	Star	17C	PF	Apache	Crash	PF17	PF17	Ba	Midas	Coma	East	Cape	Fe	Wichita	Teja	Sumner	Shawnee	Sheldon	Cherokee	Desirable	Ellis	Claxton	Bartram1	Melrose	Imperial	Sooner	Fairy	Indra	Seelye3	Seelye5	Seelye6	Seelye7	Bartram2	Bartram3	Bartram4			
Cherokee	0.538	1.000																																						
East	0.420	0.467	1.000																																					
17C PF	0.538	0.467	0.467	1.000																																				
Apache	0.538	0.538	0.420	1.000	1.000																																			
Crash	1.000	0.571	0.375	0.571	0.667	1.000																																		
PF17	0.538	0.571	0.375	0.571	0.538	0.571	1.000																																	
PF17 Barro	0.538	0.667	0.538	0.420	0.500	0.538	0.333	1.000																																
Wichita 5-01	0.538	0.600	0.294	0.467	0.538	0.571	0.571	0.420	1.000																															
Midas	0.420	0.571	0.571	0.571	0.538	0.467	0.600	0.533	0.571	1.000																														
Genie	0.500	0.420	0.170	0.538	0.635	0.538	0.538	0.280	0.667	0.333	1.000																													
East	0.582	0.400	0.235	0.400	0.462	0.615	0.400	0.357	0.500	0.312	0.462	1.000																												
Cape Fear	0.462	0.512	0.167	0.500	0.585	0.500	0.400	0.357	0.400	0.235	0.717	0.538	1.000																											
Wichita	0.538	0.600	0.467	0.600	0.667	0.571	0.635	0.420	0.600	0.635	0.420	0.400	0.312	1.000																										
Teja	0.538	0.600	0.467	0.600	0.667	0.571	0.635	0.420	0.600	0.635	0.420	0.400	0.312	1.000	1.000																									
Sumner	0.582	0.585	0.333	0.538	0.500	0.333	0.538	0.280	0.333	0.420	0.345	0.312	0.462	0.538	0.538	1.000																								
Shawnee	0.538	0.420	0.538	0.667	0.635	0.667	0.618	0.385	0.420	0.667	0.500	0.462	0.462	0.667	0.667	0.385	1.000																							
Sheldon	0.420	0.294	0.294	0.294	0.290	0.375	0.667	0.170	0.467	0.375	0.533	0.400	0.312	0.467	0.467	0.667	0.533	1.000																						
Cherokee	0.600	0.637	0.663	0.407	0.400	0.333	0.333	0.500	0.170	0.333	0.167	0.467	0.294	0.307	0.437	0.500	0.400	0.437	1.000																					
Desirable	0.538	0.538	0.333	0.538	0.635	0.667	0.418	0.635	0.538	0.418	0.385	0.583	0.400	0.538	0.538	0.200	0.500	0.170	0.438	1.000																				
Ellis	0.538	0.571	0.571	0.571	0.667	0.467	0.204	0.667	0.375	0.294	0.420	0.312	0.400	0.375	0.375	0.420	0.333	0.222	0.533	0.420	1.000																			
Claxton	0.667	0.663	0.375	0.375	0.420	0.600	0.571	0.538	0.571	0.467	0.420	0.400	0.312	0.571	0.571	0.333	0.420	0.375	0.333	0.420	0.467	1.000																		
Bartram 01	0.582	0.420	0.333	0.538	0.500	0.425	0.538	0.280	0.420	0.538	0.250	0.583	0.357	0.367	0.667	0.500	0.500	0.420	0.615	0.635	0.250	0.233	1.000																	
Melrose	0.500	0.585	0.250	0.333	0.385	0.538	0.418	0.280	0.420	0.333	0.500	0.600	0.583	0.333	0.333	0.280	0.538	0.333	0.312	0.385	0.250	0.333	0.385	1.000																
Imperial	0.538	0.375	0.222	0.375	0.420	0.571	0.467	0.538	0.375	0.204	0.420	0.635	0.738	0.375	0.375	0.333	0.538	0.284	0.333	0.538	0.284	0.375	0.538	0.284	1.000															
Sooner	0.200	0.290	0.333	0.538	0.500	0.250	0.333	0.125	0.250	0.538	0.250	0.357	0.357	0.420	0.420	0.500	0.345	0.250	0.438	0.385	0.250	0.170	0.667	0.280	0.250	1.000														
Fairy	0.538	0.667	0.250	0.420	0.500	0.667	0.667	0.385	0.667	0.538	0.500	0.635	0.633	0.667	0.667	0.538	0.500	0.538	0.400	0.500	0.333	0.667	0.635	0.635	0.667	0.385	1.000													
Indra	0.635	0.420	0.250	0.420	0.500	0.667	0.420	0.385	0.538	0.333	0.500	0.600	0.583	0.420	0.420	0.333	0.500	0.420	0.400	0.500	0.333	0.420	0.500	1.000	0.667	0.285	0.667	1.000												
Seelye 3	0.462	0.312	0.235	0.312	0.197	0.500	0.400	0.267	0.400	0.312	0.462	1.000	0.538	0.312	0.312	0.267	0.500	0.312	0.375	0.462	0.235	0.312	0.462	0.600	0.615	0.357	0.585	0.500	1.000											
Seelye 5	0.500	0.538	0.170	0.333	0.185	0.538	0.538	0.280	0.538	0.418	0.185	0.615	0.462	0.538	0.538	0.420	0.385	0.420	0.438	0.385	0.420	0.438	0.600	0.500	0.538	0.500	0.635	0.538	0.538	0.500	0.538	0.500	0.538	0.500	0.538	1.000				
Seelye 6	0.462	0.500	0.235	0.312	0.197	0.500	0.500	0.462	0.618	0.400	0.462	0.467	0.667	0.500	0.500	0.400	0.597	0.500	0.294	0.462	0.235	0.538	0.462	0.462	0.750	0.267	0.750	0.538	0.420	0.625	0.625	0.625	0.625	1.000						
Bartram 2	0.333	0.467	0.467	0.662	0.667	0.375	0.375	0.420	0.294	0.375	0.333	0.312	0.312	0.467	0.467	0.333	0.420	0.198	0.533	0.538	0.571	0.375	0.538	0.170	0.222	0.538	0.250	0.250	0.215	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	1.000					
Bartram 3	0.420	0.571	0.571	0.571	0.538	0.467	0.467	0.538	0.375	0.467	0.250	0.400	0.235	0.571	0.571	0.250	0.538	0.222	0.643	0.667	0.467	0.467	0.667	0.250	0.294	0.420	0.333	0.333	0.312	0.420	0.235	0.333	0.333	0.333	1.000					
Bartram 4	0.420	0.571	0.571	0.571	0.538	0.467	0.467	0.538	0.375	0.467	0.250	0.400	0.235	0.571	0.571	0.250	0.538	0.222	0.643	0.667	0.467	0.467	0.667	0.250	0.294	0.420	0.333	0.333	0.312	0.420	0.235	0.333	0.333	0.333	1.000	1.000				

Figura 1. Genetic similarity matrix of 34 pecan genotypes. Pelotas, RS, 2020.

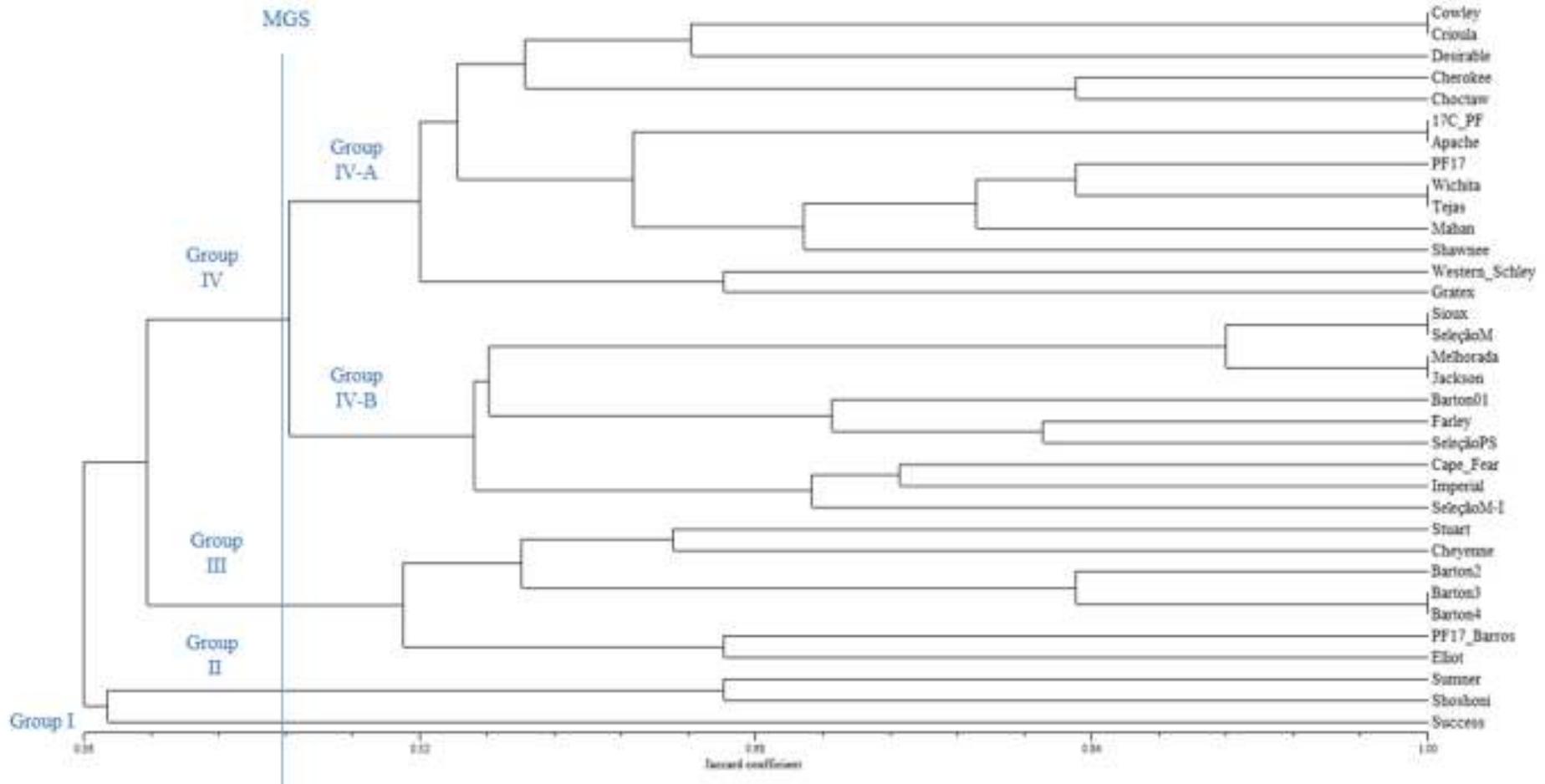


Figure 2. Dendrogram of genetic relations among pecan genotypes based on SSR markers, generate of by the Jaccard coeficiente. Mean genetic similarity (MGS). Pelotas, RS, 2020

**4.2. ARTIGO. Guia para reconhecimento de cultivares de noqueira-pecã no Brasil  
(Artigo será uma publicação da Embrapa Clima Temperado)**

## Guia para reconhecimento de cultivares de noqueira-pecã no Brasil

Rafaela Schmidt de Souza; Carlos Roberto Martins; Gustavo Heiden;

Jaceguáy Barros; Paulo Mello-Farias

**Resumo** - Este estudo teve como objetivo caracterizar a morfologia de diferentes cultivares de noqueira-pecã existentes nos pomares brasileiros. Busca facilitar a identificação das plantas a campo, com a finalidade de ajudar na diferenciação dos materiais e saber a variabilidade e comportamento das cultivares. A metodologia adotada foi baseada em levantamentos bibliográficos e coleta de informações à campo durante anos de observações sobre a cultura. Pode-se observar mais de 20 cultivares, onde algumas delas estão em grandes proporções nos pomares da região, fez-se o esforço para caracterizar a morfologia e também aspectos individuais de cada um desses materiais em estudo. Foram, incluídos imagens das plantas e frutos observados neste levantamento a campo. Este guia de identificação auxilia na divulgação de informações que ajudaram no reconhecimento das diferentes cultivares de noqueira-pecã presentes nos pomares e conhecer mais sobre a cultura.

**Termo para indexação:** Noz-pecã; Jugandaceae; Morfologia.

**Abstract** – This study aimed to characterize the morphology of different cultivars of pecan tree existing in Brazilian orchards. It seeks to facilitate the identification of plants in the field, in order to help in the differentiation of materials and to know the variability and behavior of cultivars. The adopted methodology was based on bibliographic surveys and field information collection during years of observations about the culture. More than 20 cultivars can be observed, where some of them are in large proportions in the orchards of the region, an effort was made to characterize the morphology and also individual aspects of each of these materials under study. Images of plants and fruits observed in this field survey were included. This identification guide helps in the dissemination of information that helped in the recognition of the different cultivars of pecan tree present in the orchards and to learn more about the culture.

**Keywords:** Pecan; Jugandaceae; Morphology.

### 4.2.1. Introdução

O cultivo da noqueira-pecã, nos últimos anos, vem crescendo no Brasil, sendo que a maior parte da produção está concentrada no estado do Rio Grande do Sul. Esse aumento de interesse na cultura pode ser atribuído a vários fatores, entre eles: aumento da demanda do consumo de nozes, buscando uma opção de alimento saudável, rico em minerais e com grande capacidade antioxidante; crescimento do interesse dos produtores devido à procura por alternativas de produção para a diversificação dentro da propriedade rural. Além disso, a noqueira-pecã pode ser cultivada de maneira consorciada com diversas espécies vegetais e também com animais de criação (LAZAROTTO et al., 2014; BOSCARDIN et al., 2018; HAN et al., 2018; LAZAROTTO & MARTINS, 2019).

A noqueira-pecã é uma planta de grande porte, podendo chegar a uma altura de 60 m, sendo uma árvore de folhagem decídua (as folhas desenvolvidas caem no período de repouso vegetativo) e com uma longevidade produtiva que a caracteriza como uma boa opção de cultivo agrícola (FRONZA ET AL., 2018; DE MARCO et al., 2018).

Existem mais de 1000 cultivares de noqueira-pecã em todo o mundo, logo as diferenças entre esses materiais pode ser atribuídas ao formato e tamanho do fruto, qualidade da noz, arquitetura da planta, época de floração e maturação do fruto, susceptibilidade, tolerância ou resistência a pragas e doenças (THOMPSON & ROMBERG, 1985). Atualmente, no Brasil, existem 42 cultivares registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2020). Algumas dessas cultivares deixaram de ser utilizadas por não se adaptarem as condições ambientais do sul do país. Além disso, são facilmente encontrados nos pomares brasileiros outros materiais de origens desconhecidas, podendo ser resultado de seleções realizadas por agricultores e viveristas a partir de plantas multiplicadas por meio de sementes (pé franco).

O objetivo desse trabalho é fornecer informações sobre os aspectos morfológicos e fenológicos, como formato de folha, formato e época de maturação dos frutos, entre outras características, que auxiliem na identificação e diferenciação de cultivares de noqueira-pecã no campo. A pesquisa de campo explorou principalmente a região sul do país, onde observa-se nos últimos anos um crescimento na área de produção de noz-pecã. Essa publicação tem a finalidade de auxiliar na diferenciação das cultivares, porém não exclui a necessidade de consultar um especialista ou profissional da área, no caso de dúvidas sobre os diferentes materiais presentes nos pomares.

#### 4.2.2. Material e Métodos

O levantamento das plantas de noqueira-pecã foi realizado em propriedade rural localizada no município de Cachoeira do Sul- RS, com plantas de mais de 30 anos, onde encontram-se diferentes cultivares presentes em muitos pomares pelo país. Foram feitos levantamentos das informações através de referências bibliográficas sobre a cultura, além de base em dados e informações levantados durante anos de observações de autores a campo.

Optou-se por incluir na presente publicação imagens das plantas de noqueira-pecã em campo, a ideia é facilitar a identificação e estimular interesse pelas diferentes cultivares de noqueira-pecã. Essas plantas são manejadas e estão consorciadas com animais.

Os registros fotográficos apresentados foram realizados entre 2019 e 2021, as imagens coletadas durante a realização do presente trabalho têm como finalidade documentar os registros obtidos em campo e ilustrar a variabilidade existente na propriedade rural.

Também foram coletados amostras de folhas, flores e frutos passando pelo processo de identificação (nome científico e comum da espécie, família, local de coleta, data de coleta, iniciais do coletor). Depois da coleta do material foram realizados a classificação da folha em relação ao comprimento e largura do folíolo terminal (Figura.1) e a assimetria dos folíolos laterais (Figura. 2) baseada no Internacional para la protección de las obtenciones vegetales (2015). Na medições do tamanho das folhas utilizou-se o auxílio de um régua graduada e os resultados foram expressos em cm.

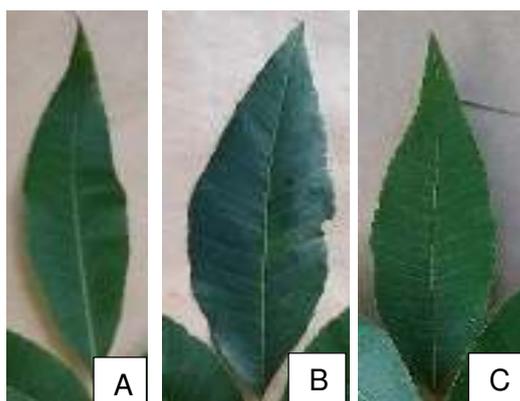


Figura 1. Folíolos terminais de noqueira-pecã com as diferentes classificações: A- nível 3, B- Nivel 5 e C- nível 7. Fonte: Souza, R. S.

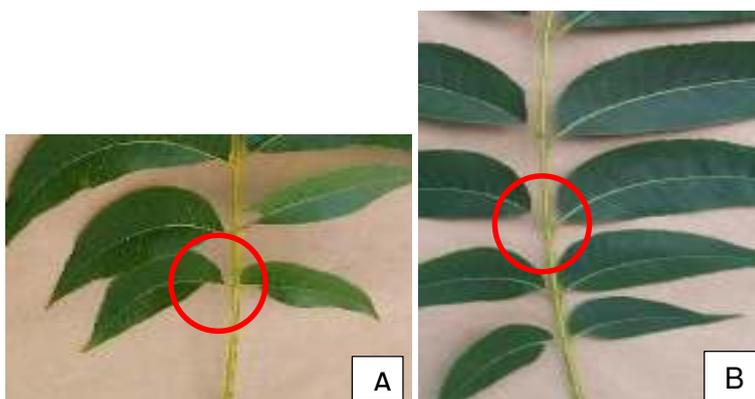


Figura 2. Assimetria das folhas de noqueira-pecã: Nível 3- forte (A) e nível 2- moderada (B). Fonte: Souza, R. S.

Além disso, foram classificados os frutos e avaliados a altura da bainha (Figura. 3) conforme o Internacional para la protección de las obtenciones vegetales (2015), e posteriormente foram medidos o tamanho de frutos com e sem epicarpo com auxílio de um paquímetro digital, os resultados foram expressos em milímetros (mm). A pesagem dos frutos foi realizada com um balança de precisão, os resultados expressos em gramas (g).



Figura 3. Classificação da altura da bainha do fruto de noqueira-pecã sendo: A- ausente ou muito fraco, B- fraco, C- médio e D- alto. Fonte: Souza, R. S.

As folhas e flores foram preparadas e colocadas entre jornais e placas de papelão e depois foram adicionadas numa prensa de madeira e transportadas até o laboratório de botânica nas instalações da Embrapa Clima Temperado. Os frutos foram identificados e colocados em pacotes devidamente identificados para facilitar o transporte. Todo o material coletado passou pelo processo de secagem em estufa com uma temperatura de

aproximadamente 70 ° C para posterior avaliação, etiquetagem e armazenamento em um herbário.

Esse herbário fica localizado na Embrapa e o material está disponível para todos que tiverem interesse em acessar a coleção de noqueira-pecã em estudo.

### 4.2.3. Resultados e discussão

A maioria das cultivares de noqueira-pecã existentes nos pomares brasileiros são oriundas dos EUA, embora haja materiais selecionados no país e registrados. Nos pomares são encontradas diferentes cultivares com características que variam quanto à produtividade, qualidade da noz-pecã, rendimento de amêndoa, suscetibilidade a doença, período de polinização entre outros. As características morfológicas gerais da noqueira-pecã são descritas a seguir.

**Nome científico:** *Carya illinoensis* (W.) K. Koch (GRAUKE, 1991).

**Família:** Juglandaceae

**Nomes populares:** pecan; pecã; noqueira-pecã; noqueira pecan; noz-pecã; noz-pecan.

**Sistema radicular:** vigoroso e do tipo pivotante.

**Tronco:** inicialmente tem uma coloração verde acinzentado e textura lisa, quando na fase adulta o tronco modifica sua coloração para marrom a marrom acinzentado, e a textura da casca fica mais áspera e fendida, havendo o desprendimento de pequenas escamas ou placas.

**Folhas:** as folhas são compostas do tipo imparipenada, limbo assimétrico, com margens serradas e nervação do tipo penada camptódroma eucamptódroma.

**Inflorescências:** A noqueira-pecã é uma planta monóica apresentando inflorescências em estruturas separadas, mas com ocorrência na mesma planta. As inflorescências estaminadas ou masculinas são chamadas de amentos (Figura 4) e as pistiladas ou femininas (Figura 5) são chamadas racimos. Além disso, a noqueira-pecã tem um mecanismo denominado de dicogamia, ou seja, o amadurecimento das inflorescências femininas e masculinas ocorre em períodos diferentes, podendo ocorrer a liberação do pólen antes da receptividade do estigma ou vice-versa. O grupo das cultivares que liberam o pólen primeiro são classificadas como do grupo I -Protândricas e as que ficam com o estigma receptivo antes da liberação do grão de pólen são do grupo II - Protogínicas. O período de dicogamia das cultivares pode ser completo ou incompleto, o que requer polinização cruzada para maior garantia de fertilização.



Figura 4. Inflorescência estaminada ou masculina: amentos. Fonte: Souza, R. S.



Figura 5. Inflorescência pistilada ou feminina: racimos. Souza, R. S.

**Polinização:** a noqueira-pecã tem uma polinização anemófila (realizada pelo vento).

**Fruto:** é uma drupa seca formada pelo conjunto da casca e da noz, dependendo da cultivar podem ser observadas variações na cor, no formato e tamanho da noz-pecã.

**Usos:** a madeira pode ser utilizada na confecção de móveis; a casca pode ser utilizada em infusões e as nozes podem ser consumidas in natura, cozidas, torradas ou caramelizadas.

**Mudas:** As mudas podem ser propagadas sexuadamente (semente) ou assexuadamente (enxertia). Geralmente, os porta-enxertos são propagados por sementes e a copa por enxertia. Comercialmente as mudas são enxertadas.

**Cultivares:** Atualmente, no Registro Nacional de cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estão registradas 42 cultivares de noqueira-pecã ([https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php)).

Nos pomares são encontradas algumas dessas cultivares registradas e também materiais selecionados por produtores e viveristas oriundos de propagação vegetativa ou via sementes.

**Maturação dos frutos:** O ciclo de uma planta da fase de brotação à maturação dos frutos varia segundo a genética e a região de origem de cada uma das cultivares. As cultivares utilizadas na região sul do Brasil tem origem das regiões sudeste, sul e sudoeste dos Estados Unidos com um ciclo médio de 140 a 170 dias. O ciclo de uma cultivar de noqueira-pecã, da fase de início da brotação à abertura dos frutos, podem variar em função das condições climáticas de cada ano, principalmente a radiação solar e precipitação de chuvas. Além disso, o manejo da fertilização, particularmente a nitrogenada e irrigação também podem ter influência na maturação dos frutos. Na bibliografia em geral a classificação das cultivares, quanto ao ciclo de maturação (Quadro.1), tem como referencial o ciclo da cultivar Stuart, o qual ocorre no meio do terço médio do período de maturação das cultivares em geral, sendo tipificado como “médio”. E assim, para as demais cultivares, considera-se os dias de maturação dos frutos antes ou após a ‘Stuart’, para a classificação de ciclo “precoce”, “médio” ou “tardio”. As indicações desse guia levam em consideração as referências bibliográficas e observações de campo em pomares adultos localizados na região sul do país.

Quadro 1 – Variações no período do ciclo de maturação dos frutos em função do clima.

Ciclo de Maturação*	Período Médio de 70 dias**		Período Médio de 45 dias***	
	Início	Término	Início	Término
Precoce	20/mar	10/abr	01/abr	15/abr
Médio	11/abr	30/abr	16/abr	30/abr
Tardio	01/mai	20/mai	01/mai	10/mai

\*Este quadro apresenta dados preliminares de observações à campo nas condições do RS.

\*\* Ciclo Médio de Maturação dos frutos em anos de temperaturas amenas e chuvosos.

\*\*\* Ciclo Médio de Maturação dos frutos em anos de temperaturas altas e secos.

### 4.2.3.1. Apache



Figura 6. Planta de noqueira-pecã da cultivar Apache.  
Fonte: Souza, R. S.

**Origem:**

Cruzamento entre 'Burkett' e 'Schley', em 1940 (EUA).

**Características Gerais:**

Apresenta alta suscetibilidade à sarna (*Venturia effusa*), os sintomas podem ser facilmente observados nas folhas, frutos e ramos.



Figura 7. Folha composta de noqueira-pecã da cultivar Apache. Fonte: Souza, R. S.

**Folha:**

Largura média da folha de 16,7 cm e o comprimento médio de 22,9 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**

Desta cultivar é classificada como nível 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.

**Tronco:**

Coloração marrom e textura levemente áspera, apresentando pequenas escamas.



Figura 8. Tronco de uma planta adulta de noqueira-pecã da cultivar Apache. Fonte: Souza, R. S.



Figura 9. Frutos de noqueira-pecã com epicarpo "Schuck" da cultivar Apache. Fonte: Souza, R. S.

#### **Tamanho de Noz:**

Com o epicarpo (shuck) varia de 35,68 mm a 41,03 mm de comprimento e 16,75 mm a 25,96 mm de largura. Septos elevados, com leve coloração rosada entre os septos quando maduros.



#### **A altura da bainha:**

Presente nos frutos com 'shuck' é considerada um nível fraco.

#### **Período de maturação do fruto:**

Apresenta maturação semi-tardia.

Figura 10. Frutos de noqueira-pecã com epicarpo "Schuck" da cultivar Apache. Fonte: Souza, R. S.



Figura 11. Nozes-pecã da cultivar Apache. Fonte: Lanzetta, P.

### Características do Fruto:

O fruto tem o formato elíptico. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é circular. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado obtuso e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 36,55 mm de comprimento, 23,61 mm de largura e 21,76 mm de altura. A massa média fica em torno de 5 g.

#### 4.2.3.2. Barton



##### **Origem:**

Cruzamento entre 'Moore' X 'Success', realizado em 1937 (Texas).

##### **Características gerais:**

É a cultivar mais plantada nos pomares brasileiros. A 'Barton' é do grupo das cultivares que apresentam a brotação mais tardia no estado do Rio Grande do Sul.

Apresenta baixa suscetibilidade a principal doença que afeta a noqueira-pecã, à sarna.

Figura 12. Planta de noqueira-pecã da cultivar Barton.  
Fonte: Souza, R. S.



##### **Folha:**

Largura média da folha é 12,3 cm e comprimento médio 19,0 cm.

##### **A relação comprimento e largura do folíolo terminal:**

Desta cultivar é classificada como 3. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 2, sendo considerada moderada.

Figura 13. Folha composta de noqueira-pecã da cultivar Barton. Fonte: Souza, R. S.



Figura 14. Detalhe do tronco de uma árvore de Nogueira-pecã da cultivar Barton. Fonte: Souza, R. S.

### Tronco:

Com coloração marrom e textura áspera, apresentando escamas ou janelas em torno de toda a estrutura.



Figura 15. Frutos de noqueira-pecã com epicarpo "Schuck" da cultivar Barton. Fonte: Souza, R. S.

### Tamanho da noz:

Com o epicarpo (shuck) varia de 46,09 mm a 51,72 mm de comprimento e 25,41 mm a 31,89 mm de largura.

O fruto apresenta quatro suturas e as marcações no epicarpo variam entre três lados com marcações bem finas e outro lado sem marcação.



### Altura da bainha:

Nos frutos com 'shuck' é considerada um nível fraco.

### Período de maturação do fruto:

Apresenta uma maturação precoce.

Figura 16. Frutos de noqueira-pecã da cultivar Barton. Fonte: Souza, R. S.



Figura 17. Nozes-pecã da cultivar Barton. Fonte: Lanzetta, P.

**Característica do fruto:** Formato oblongo. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é circular. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado obtuso e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 39,79 mm de comprimento, 23,08 mm de largura e 21,86 mm de altura. A massa média fica em torno de 7 g.

#### 4.2.3.3. Caddo



**Origem:**

Resultado do cruzamento entre 'Brooks' x 'Alley', realizado em 1922 e 1923 (EUA).

**Características gerais:**

Apresenta média suscetibilidade à sarna.

Figura 18. Planta de noqueira-pecã da cultivar Caddo.  
Fonte: Souza, R. S.



**Folha:**

Largura média da folha é 19,0 cm e comprimento médio 31,0 cm.

**A relação da largura e comprimento do folíolo terminal:**

Desta cultivar é classificada como 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 2, sendo considerada moderada.

Figura 19. Folha e frutos de noqueira-pecã da cultivar Caddo.  
Fonte: Souza, R. S.



Figura 20. Tronco de uma planta adulta de noqueira-pecã da cultivar Caddo. Fonte: Souza, R. S.

### Tronco:

Coloração marrom com textura áspera mais saliente, apresentando escamas ou janelas em torno de toda a estrutura.



Figura 21. Frutos de noqueira-pecã com "Schuck" da cultivar Caddo. Fonte: Souza, R. S.

### Tamanho da noz:

A noz com o epicarpo (shuck) varia de 35,44 mm a 42,77 mm de comprimento e 19,66 mm a 19,94 mm de largura.

O fruto apresenta quatro suturas e as marcações no epicarpo variam entre três e quatro lados sem marcações e 1 marcação fina não completa.



### Altura da bainha:

É considerada um nível médio.

### Período de maturação do fruto:

É uma cultivar de ciclo de maturação precoce.

Figura 22. Frutos de noqueira-pecã da cultivar Caddo. Fonte: Souza, R. S.

**Característica do fruto:**

Formato oblongo. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é achatada média. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é larga. As dimensões do fruto em média são de 38,66 mm de comprimento, 19,76 mm de largura e 18,75 mm de altura. A massa média fica em torno de 5,2 g.

Figura 23. Nozes-pecã da cultivar Caddo. Fonte: Souza, R. S.

#### 4.2.3.4. Cape Fear



Figura 24. Planta de noqueira-pecã da cultivar Cape Fear.  
Fonte: Souza, R. S.

**Origem:** resultado da seleção de nozes obtidas por uma polinização aberta com a cultivar 'Schley' (EUA).

**Características gerais:** Apresenta suscetibilidade à sarna, *Alternaria* e à *Pestalotiopsis* (HAMANN et al., 2018).



Figura 25. Folha composta de noqueira-pecã da cultivar Cape Fear. Fonte: Souza, R. S.

**Folha:**

Largura média da folha é 19,3 cm e comprimento médio 27,0 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**

É classificada como 3. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.



Figura 26. Tronco de uma planta de noqueira-pecã da cultivar Cape Fear. Fonte: Souza, R. S.

**Tronco:**

Tem coloração marrom com escamas ou placas salientes na estrutura.



Figura 27. Frutos de noqueira-pecã com “Schuck” da cultivar Cape Fear. Fonte: Souza, R. S.

**Tamanho da noz:**

O fruto apresenta quatro suturas e as marcações no epicarpo variam entre três lados com marcações e uma sem marcação.



**Altura da bainha:**

É considerada nível fraco.

**Período de maturação do fruto:**

É considerado médio – precoce.

Figura 28. Frutos de noqueira-pecã com “Schuck” da cultivar Cape Fear. Fonte: Souza, R. S.



Figura 29. Nozes-pecã da cultivar Cape Fear. Fonte: Souza, R. S.

**Características do fruto:**

Formato oblongo. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é achatada média. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 37,58 mm de comprimento, 24,54 mm de largura e 23,41 mm de altura. A massa média fica em torno de 8,25 g.

#### 4.2.3.5. Cherokee



**Origem:**

Resultado do cruzamento entre 'Schley' x 'Evers' em 1948 (EUA).

**Características gerais:**

É suscetível à sarna.

Figura 30. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Cherokee. Fonte: Souza, R. S.



**Folhas:**

Largura média da folha é 16,3 cm e comprimento médio 20,8 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**

Desta cultivar é classificada como 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.

Figura 31. Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Cherokee. Fonte: Souza, R. S.



Figura 32. Detalhes do tronco de uma Nogueira-pecã da cultivar Cherokee. Fonte: Souza, R. S.

### Tronco:

Apresenta uma coloração marrom com escamas ou placas salientes na estrutura.



Figura 33. Frutos de Nogueira-pecã com “Schuk” da cultivar Cherokee. Fonte: Souza, R. S.

### Tamanho da noz:

O frutos apresentam quatro suturas e as marcações no epicarpo são em todos os lados, com três marcações mais finas e uma de largura média.



Figura 34. Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Cherokee. Fonte: Souza, R. S.

### A altura da bainha:

É considerada nível 1, sendo ausente ou muito fraca.

### Período de maturação do fruto:

É uma cultivar de ciclo de maturação precoce.



Figura 35. Nozes-pecã da cultivar Cherokee. Fonte: Souza, R. S.

**Característica do fruto:**

Formato elíptico. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é circular. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado obtuso e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 34,29 mm de comprimento, 20,85 mm de largura e 19,59 mm de altura.

#### 4.2.3.6. Cheyenne



**Origem:**  
Resultado do cruzamento entre 'Clark' com 'Odom' em 1942 (EUA).

Figura 36. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Cheyenne. Fonte: Souza, R. S.



**Folha:**  
Largura média da folha é 19,6 cm e comprimento médio 29,2 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**  
É classificada como 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.

Figura 37. Frutos e folha de Nogueira-pecã da cultivar Cheyenne. Fonte: Souza, R. S.



Figura 38. Tronco de uma árvore de Nogueira-pecã da cultivar Cheyenne. Fonte: Souza, R. S.



Figura 39. Frutos de Nogueira-pecã com “schuck” da cultivar Cheyenne. Fonte: Souza, R. S.



Figura 40. Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Cheyenne. Fonte: Souza, R. S.

### Tronco:

A coloração marrom com placas salientes em toda a estrutura.

### Tamanho da noz:

Com o epicarpo (shuck) varia de 39,73 mm a 45,22 mm de comprimento e 23,38 mm a 25,03 mm de largura. O frutos apresentam quatro suturas e as marcações no epicarpo variam, onde um lado não apresenta marcação e os outros três com marcações finas ou médias todas completas.

### A altura da bainha:

presente nos frutos é considerada nível 1, sendo ausente ou muito fraca.

### \*Período de maturação do fruto:

cultivar de ciclo de maturação médio.



Figura 41. Nozes-pecã da cultivar Cheyenne. Fonte: Souza, R. S.

### **Característica do fruto:**

Formato elíptico. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é achatada média. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 31,08 mm de comprimento, 21,48 mm de largura e 20,34 mm de altura. A massa média do fruto de fica em torno de 5,0 g .

## 4.2.3.7. Chickasaw



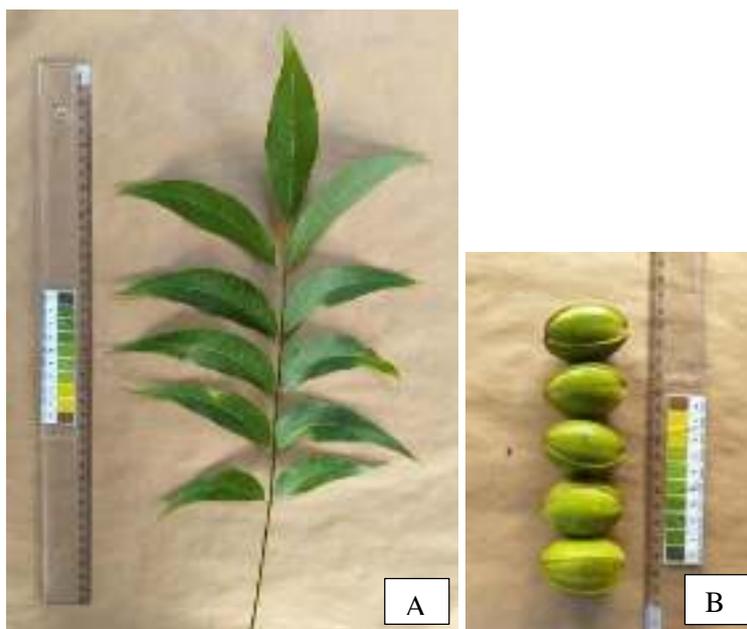
Figura 42. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Chickasaw.  
Fonte: Souza, R. S.

**Origem:**

Resultado do cruzamento entre 'Brooks' x 'Evers' em 1944 (EUA).

**Características gerais:**

Essa cultivar é suscetível à sarna.

**Folha:**

Largura média da folha é 17,0 cm e comprimento médio 29,3 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**

É classificada como 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 2, sendo considerada moderada.

Figura 43. Folha de Nogueira-pecã (A) e frutos (B) da cultivar Chickasaw.  
Fonte: Souza, R. S.



Figura 44. Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Chickasaw.  
Fonte: Souza, R. S.

**A altura da bainha:**

É considerada nível 3, sendo fraca.

**Período de maturação do fruto:**

Ciclo de maturação muito precoce, sendo umas das primeiras cultivares a chegarem no ponto de colheita da noz-pecã.



Figura 45. Nozes-pecã com 'Shuck' da cultivar chickasaw.  
Fonte: Souza, R. S.

**O tamanho da noz:**

Com o epicarpo (shuck) varia de 33,02 mm a 38,82 mm de comprimento e 20,63 mm a 26,97 mm de largura. O frutos apresentam quatro suturas e as marcações no epicarpo variam, onde um lado não apresenta marcação e os outros três com marcações finas.

**Características do fruto:**

Formato elíptico. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é circular. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 33,57 mm de comprimento, 21,32 mm de largura e 20,32 mm de altura.

Figura 46. Nozes-pecã da cultivar Chickasaw. Fonte: Souza, R. S.

## 4.2.3.8. Choctaw



Figura 47. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Choctaw. Fonte: Souza, R. S.

**Origem:**  
Resultado do cruzamento entre 'Success' x 'Mahan' em 1946 (EUA).



Figura 48. Folha e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Choctaw. Fonte: Souza, R. S.

**Folha:**  
Largura média da folha é 17,2 cm e comprimento médio 26,2 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**  
É classificada como 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.



Figura 49. Tronco de uma árvore de Nogueira-pecã da cultivar Choctaw. Fonte: Souza, R. S.

**O tronco:**

Tem uma coloração marrom com pequenas placas salientes.



Figura 50. Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Choctaw. Fonte: Souza, R. S.

**A altura da bainha:**

É considerada nível 3, sendo fraca.

**Período de maturação do fruto:**

Ciclo de maturação médio.



Figura 51. Frutos com "schuck" da cultivar Choctaw. Fonte: Souza, R. S.

**O tamanho da noz:**

Com o epicarpo (shuck) varia de 45,83 mm a 52,14 mm de comprimento e 30,53 mm a 33,77 mm de largura. O frutos apresentam quatro suturas e as marcações no epicarpo variam, onde um lado não apresenta marcação e os outros três com marcações finas.

**Característica do fruto:**

Formato oblongo. Quando observado, o fruto a partir do ponto de inserção de frente, ela é achatada média. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado obtuso e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 40,58 mm de comprimento, 25,21 mm de largura e 24,79 mm de altura. A massa média de 9,57 g.



Figura 52. Nozes-pecã da cultivar Choctaw. Fonte: Souza, R. S.

## 4.2.3.9. Cowley



**Origem:** desconhecida (EUA).

**Características gerais:**

Apresenta baixa suscetibilidade à sarna. Em algumas situações foram observados a campo e em condições favoráveis problemas de viviparidade.

Figura 53. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Cowley. Fonte: Souza, R. S.



**Folha:**

Largura média da folha é 19,2 cm e comprimento médio 26,2 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**

É classificada como 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.

Figura 54. Frutos e folha de Nogueira-pecã da cultivar Cowley. Fonte: Souza, R. S.



Figura 55. Tronco da planta de Nogueira-pecã da cultivar Cowley. Fonte: Souza, R. S.

**Tronco:**

Tem uma coloração marrom-acinzentada, com placas ou escamas salientes.



Figura 56. Frutos com “schuck” de Nogueira-pecã da cultivar Cowley. Fonte: Souza, R. S.

**O tamanho da noz:**

Com o epicarpo (shuck) varia de 62,87 mm a 68,57 mm de comprimento e 28,46 mm a 29,08 mm de largura. O frutos apresentam quatro suturas e as marcações no epicarpo variam, onde um lado um lado com marcação vazada e as outras três com marcações médias.



Figura 57. Nozes-pecã da cultivar Cowley. Fonte: Souza, R. S.

**A altura da bainha:**

É considerada nível 1, sendo ausente ou muito fraca.

**Período de maturação do fruto:**

Ciclo de maturação semi-tardio.

**Característica do fruto:**

Formato oblongo. Quando observado o fruto a partir do ponto de inserção de frente, ele é achatado médio. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 47,51 mm de comprimento, 20,67 mm de largura e 18,74 mm de altura. A massa média de 9,2 g.

Figura 58. Nozes-pecã da cultivar Cowley. Fonte: Souza, R. S.

## 4.2.3.10. Desirable



Figura 59. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Desirable. Fonte: Souza, R. S.

**Origem:** resultado do cruzamento entre 'Jewett' x 'Success' em 1900 (EUA).

**Características gerais:** É suscetível à antracnose (*Glomerella cingulata*) e apresenta média resistência à sarna (*Venturia effusa*).



Figura 60. Folha e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Desirable. Fonte: Souza, R. S.

**Folha:**

Largura média da folha é 18,6 cm e comprimento médio 27,7 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**

É classificada como 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.

**Tronco:**

Possui coloração marrom e apresenta placas salientes em sua estrutura.

Figura 61. Tronco da árvore de Nogueira-pecã da cultivar Desirable.  
Fonte: Souza, R. S.



Figura 62. Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Desirable.  
Fonte: Souza, R. S.

**O tamanho da noz:**

Com o epicarpo (shuck) varia de 37,92 mm a 42,78 mm de comprimento e 21,92 mm a 24,76 mm de largura. O frutos apresentam quatro suturas e as marcações no epicarpo podem variar, sendo: um lado sem marcação e os outros três com marcações finas. O 'shuck' apresenta uma coloração verde com aspecto brilhoso.



Figura 63. Frutos de noqueira-pecã da cultivar Desirable.  
Fonte: Souza, R. S.

**A altura da bainha:**

É considerada nível 5, sendo média.

**Período de maturação do fruto:**

Ciclo de maturação médio.



**Característica do fruto:**  
Formato elíptico. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é circular. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 37,56 mm de comprimento, 22,22 mm de largura e 21,65 mm de altura.

Figura 64. Nozes-pecã da cultivar Desirable. Fonte: Souza, R. S.

## 4.2.3.11. Elliot



Figura 65. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Elliot. Fonte: Souza, R. S.

**Origem:** desconhecida.

**Características gerais:**  
É tolerante à sarna (*Venturia effusa*).



Figura 66. Folha de Nogueira-pecã da cultivar Elliot. Fonte: Souza, R. S.

**Folha:**

Largura média da folha é 21,4 cm e comprimento médio 28,3 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**

É classificada como 3. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.



Figura 67. Detalhe do tronco de uma planta adulta de Nogueira-pecã da cultivar Elliot. Fonte: Souza, R. S.

**Tronco:** O tronco tem coloração marrom apresentando pequenas placas salientes pela estrutura.



Figura 68. Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Elliot. Fonte: Souza, R. S.

**Tamanho do fruto:**

Com o epicarpo (shuck) varia de 38,53 mm a 41,76 mm de comprimento e 27,89 mm a 30,41 mm de largura. O frutos apresentam 4 suturas e as marcações no epicarpo, geralmente são manchas largas e vazadas.



Figura 69. Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Elliot. Fonte: Souza, R. S.

**Altura da bainha:**

É considerada nível 1, sendo ausente a muito fraca.

**Período de maturação do fruto:**

Cultivar de ciclo de maturação médio.



Figura 70. Nozes-pecã da cultivar Elliot. Fonte: Souza, R. S.

**Características do fruto:** Formato oval. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é circular. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 28,60 mm de comprimento, 20,29 mm de largura e 20,04 mm de altura. A massa média do fruto é 6,5 g.

## 4.2.3.12. Gratex



**Origem:** resultado do cruzamento entre 'Success' x 'Ideal' realizado em 1945 (EUA).

Figura 71. Planta de noqueira-pecã da cultivar Gratex. Fonte: Souza, R. S.



**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**  
É classificada como 7. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.

Figura 72. Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Gratex. Fonte: Souza, R. S.



Figura 73. Tronco de uma planta de Nogueira-pecã da cultivar Gratex. Fonte: Souza, R. S.

**Tronco:**

O tronco tem coloração marrom apresentando placas salientes pela estrutura



**A altura da bainha:**

É considerada nível 1, sendo ausente a muito fraca. O fruto é mais alongado e grande.

**Período de maturação do fruto:**

Ciclo de maturação médio.

Figura 74. Planta de noqueira da cultivar Gratex (A) e detalhe interior dos frutos (B). Fonte: Souza, R. S.



Figura 75. Frutos de Nogueira-pecã com a presença do “Schuck” da cultivar Gratex. Fonte: Souza, R. S.

#### O tamanho da noz:

Com o epicarpo (shuck) varia de 48,2 mm a 53,86 mm de comprimento e 32,24 mm a 35,84 mm de largura. Os frutos apresentam quatro suturas e as marcações no epicarpo, geralmente são três manchas finas e um lado sem marcação.



Figura 76. Nozes-pecã da cultivar Gratex. Fonte: Souza, R. S.

#### Característica do fruto:

Formato elíptico. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é achatada média. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado obtuso e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 38,23 mm de comprimento, 25,51 mm de largura e 25,64 mm de altura. A massa média do fruto é 8,7 g.

## 4.2.3.13. Mahan



**Origem:** desconhecida, mas foi plantada em 1910 (EUA).

**Características gerais:** Apresenta alta suscetibilidade à sarna.

Figura 77. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Mahan. Fonte: Souza, R. S.



**Folha:** A largura média da folha é 17,5 cm e comprimento médio 32,8 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:** É classificada como 3. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.

Figura 78. Folhas e frutos de noqueira-pecã da cultivar Mahan. Fonte: Souza, R. S.



Figura 79. Detalhes do tronco de uma planta de noqueira-pecã da cultivar Mahan. Fonte: Souza, R. S.

**Tronco:**

Tem coloração marrom e apresenta placas salientes pela estrutura.



Figura 80. Frutos da cultivar Mahan. Fonte: Souza, R. S.

**O tamanho da noz:**

Com o epicarpo (shuck) varia de 61,15 mm a 74,05 mm de comprimento e 28,56 mm a 36,59 mm de largura. Frutos grandes com quatro suturas, no ápice tem uma forma mais pontiaguda, que poderá aparecer mais uma sutura. As marcações no epicarpo variam muito entre três manchas finas e uma sem mancha, sendo uma vazada.



Figura 81. Frutos de noqueira-pecã da cultivar Mahan. Fonte: Souza, R. S.

**A altura da bainha:**

É considerada nível 3, sendo fraca.

**Período de maturação do fruto:**

Ciclo de maturação tardio.



Figura 82. Nozes-pecã da cultivar Mahan. Fonte: Souza, R. S.

**Características do fruto:**

Formato oblongo. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é achatada média. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é largo. As dimensões do fruto em média são de 53,33 mm de comprimento, 22,89 mm de largura e 21,64 mm de altura. A massa média do fruto é 9,6 g.

## 4.2.3.14. Mohawk



Figura 83. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Mohawk.  
Fonte: Souza, R. S.



Figura 84. Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Mohawk. Fonte: Souza, R. S.

**Origem:** resultado do cruzamento entre 'Success' x 'Mahan' em 1946 (EUA).

**Folha:**

Largura média da folha é 12,0 cm e comprimento médio 18,5 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:** desta cultivar é classificada como 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.



Figura 85. Tronco da planta de Nogueira-pecã da cultivar Mohawk. Fonte: Souza, R. S.

**Tronco:**

Tem coloração marrom e textura saliente por toda a estrutura, apresentando poucas escamas.



Figura 86. Frutos de noqueira-pecã da cultivar Mohawk. Fonte: Souza, R. S.

**O tamanho da noz:**

Com o epicarpo (shuck) varia de 60,42 mm a 66,01 mm de comprimento e 34,4 mm a 40,03 mm de largura. Frutos grandes com quatro suturas e apresentam marcações no epicarpo com três manchas finas e uma sem marcação.



Figura 87. Fruto de Nogueira-pecã da cultivar Mohawk. Fonte: Souza, R. S.

**A altura da bainha:**

É considerada nível 5, sendo média.

**Período de maturação do fruto:**

Ciclo de maturação precoce.



Figura 88. Nozes-pecã da cultivar Mohawk. Fonte: Souza, R. S.

**Características do fruto:**

Formato oblongo. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é achatada média. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 46,27 mm de comprimento, 24,57 mm de largura e 23,83 mm de altura. A massa média do fruto é 9,6 g.

## 4.2.3.15. Shawnee



Figura 89. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Shawnee. Fonte: Souza, R. S.

**Origem:** resultado do cruzamento entre 'Barton' x 'Schley' em 1949 (EUA).

**Características gerais:**

A cultivar é suscetível à sarna.



Figura 90. Folha e frutos de noqueira-pecã da cultivar Shawnee. Fonte: Souza, R. S.

**Folha:**

Largura média da folha 17,0 cm e comprimento de 22,6 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**

É classificada como 3. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.



Figura 91. Tronco de uma planta denogueira-pecã da cultivar Shawnee. Fonte: Souza, R. S.

**Tronco:**

Tem coloração marrom com placas salientes por toda a estrutura. As fendas são grandes.



Figura 92. Frutos de Nogueira-pecã com o “Shuck” da cultivar Shawnee. Fonte: Souza, R. S.

**O tamanho da noz:**

Com o epicarpo (shuck) varia de 45,69 mm a 53,06 mm de comprimento e 23,09 mm a 30,0 mm de largura. Os frutos apresentam “shuck” grande com quatro suturas. As marcações no epicarpo variam entre três manchas finas e uma sem mancha; quatro manchas.



Figura 93. Frutos de Nogueira-pecã da Cultivar Shawnee. Fonte: Souza, R. S.

**A altura da bainha:**

presente nos frutos é considerada nível 5, sendo média.

**Período de maturação do fruto:**

Ciclo de maturação médio.



Figura 94. Nozes-pecã da cultivar Shawnee. Fonte: Lanzetta, P.

#### **Caracterização dos frutos:**

Formato oblongo. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é circular. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é largo. As dimensões do fruto em média são de 46,18 mm de comprimento, 21,56 mm de largura e 20,07 mm de altura. A massa média do fruto é 7,3 g.

A noz tem uma região que se concentra um maior número de pontuações escuras na casca.

## 4.2.3.16. Shoshoni



**Origem:** resultado do cruzamento entre 'Odom' x 'Evers' realizado em 1944 (EUA).

**Características gerais:**  
A cultivar é suscetível à sarna.

Figura 95. Planta de Nogueira-pecãda cultivar Shoshoni. Fonte: Souza, R. S.



**Folha:**  
Largura média da folha é 16,2 cm e comprimento médio 26,5 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**

É classificada como 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.

Figura 96. Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Shoshoni. Fonte: Souza, R. S.



Figura 97. Tronco da planta de Nogueira-pecã da cultivar Shoshoni. Fonte: Souza, R. S.

**Tronco:**

Tem uma coloração marrom-acinzentada apresentando placas salientes por toda a estrutura.



Figura 98. Frutos de Nogueira-pecã com “schuck” da cultivar Shoshoni. Fonte: Souza, R. S.

**Frutos:**

Com “shuck” apresentam quatro suturas. O epicarpo apresenta três marcações finas e uma ausente.

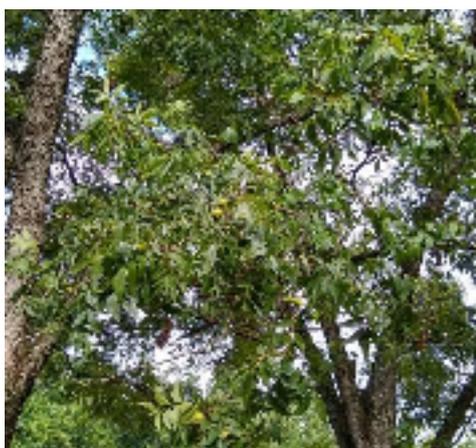


Figura 99. Planta de Nogueira-pecã da ‘Shoshoni’. Fonte: Souza, R. S.

**Período de maturação do fruto:**

Ciclo de maturação é muito precoce, sendo umas das primeiras a apresentar condições para colheita.



Figura 100. Nozes-pecã da cultivar Shoshoni. Fonte: Souza, R. S.

**Características do fruto:**

Formato oval. Quando observado o fruto a partir do ponto de inserção de frente, ele é achatado médio. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 36,74 mm de comprimento, 25,15 mm de largura e 25,45 mm de altura. A massa média do fruto é 7,0 g.

## 4.2.3.17. Sioux



Figura 101. Planta de Noqueira-pecã da cultivar Sioux.  
Fonte: Souza, R. S.



Figura 102. Folhas e frutos de Noqueira-pecã da cultivar Sioux.  
Fonte: Souza, R. S.

**Origem:** resultado do cruzamento entre 'Schley' x 'Carmichael' em 1943 (EUA).

**Características gerais:**  
É suscetível à sarna (*Venturia effusa*).

**Folhas:**

A largura média da folha é 13,2 cm e comprimento médio 21,9 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**

É classificada como 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.



Figura 103. Tronco de uma planta de Noeueira-pecã da cultivar Sioux. Fonte: Souza, R. S.

**Tronco:**

Tem uma coloração marrom-acinzentada com placas salientes por toda a estrutura.



Figura 104. Frutos de Noeueira-pecã da cultivar Sioux. Fonte: Souza, R. S.

**O tamanho da noz:**

Com o epicarpo (shuck) varia de 40,73 mm a 49,65 mm de comprimento e 20,2 mm a 23,27 mm de largura. Frutos apresentam quatro suturas, neste caso as marcações não foram visualizadas com clareza.



Figura 105. Frutos de noeueira-pecã da cultivar Sioux. Fonte: Souza, R. S.

**A altura da bainha:**

É considerada nível 3, sendo fraca.

**Período de maturação do fruto:**

Ciclo de maturação médio a cultivar Sioux tem ciclo semelhante a 'Stuart'.



Figura 106. Nozes-pecã da cultivar Sioux. Fonte: Souza, R. S.

**Características do fruto:**

Formato oblongo. Quando observado o fruto a partir do ponto de inserção de frente, ele é achatado médio. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é largo. As dimensões do fruto em média são de 42,91 mm de comprimento, 19,61 mm de largura e 18,85 mm de altura. A massa média do fruto é 6,0 g.

## 4.2.3.18. Success



**Origem:** Origem desconhecida.

Figura 107. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Success. Fonte: Souza, R. S.



**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**

É classificada como 7. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.

Figura 108. Folha e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Success. Fonte: Souza, R. S.



Figura 109. Tronco de Nogueira-pecã da cultivar Success.  
Fonte: Souza, R. S.

### Tronco:

Tem coloração marrom-acinzentado apresentando placas salientes por toda a estrutura.



Figura 110. Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Success.  
Fonte: Souza, R. S.

### A altura da bainha:

É considerada nível 3, sendo fraca.

### Período de maturação do fruto:

Ciclo de maturação médio.



Figura 111. Fruto com "schuk" de Nogueira-pecã da cultivar Success. Fonte: Souza, R. S.

### O tamanho do fruto:

Com o epicarpo (shuck) varia de 37,21 mm a 43,04 mm de comprimento e 25,84 mm a 35,75 mm de largura. Os frutos com "shuck" apresentam quatro suturas irregulares. As marcações foram uma sem, duas finas e uma marcação fina e incompleta.

**Características do fruto:**

Formato oval. Quando observado o fruto a partir do ponto de inserção de frente, ele é achatado médio. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado obtuso e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 45,47 mm de comprimento, 26,76 mm de largura e 27,74 mm de altura. A massa média do fruto é 7,88 g.



Figura 112. Nozes-pecã da cultivar Success. Fonte: Souza, R. S.

## 4.2.3.19. Stuart



**Origem:** desconhecida.

Figura 113. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Stuart.  
Fonte: Barros, J.



**Folhas:**

Largura média da folha é 12,2 cm e comprimento de 19,1 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**

É classificada como 3. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria tipo 2, sendo considerada moderada.

Figura 114. Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Stuart. Fonte: Barros, J.



Figura 115. Tronco de uma Nogueira-pecã da cultivar Stuart. Fonte: Barros, J.



Figura 116. Frutos de pecan da 'Stuart'. Fonte: Souza, R. S.



Figura 117. Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Stuart. Fonte: Barros, J.

### **Tronco:**

Tem uma coloração marrom com placas grandes salientes por toda a estrutura.

### **A altura da bainha:**

É considerada nível 7, sendo forte.

### **Período de maturação do fruto:**

Ciclo de maturação no centro do terço médio da estação de maturação a cultivar Stuart é de ciclo médio, e considerada como referência para o ciclo das demais.

### **O tamanho da noz:**

Com o epicarpo (shuck) varia de 46,79 mm a 53,47 mm de comprimento e 32,85 mm a 35,86 mm de largura. Frutos com "shuck" grandes com quatro suturas. As marcações foram três linhas finas e uma ausente. Algumas marcações podem ser pequenos sulcos e não ao nível do "shuck".



Figura 118. Nozes-pecã da cultivar Stuart. Fonte: Souza, R. S.

**Características dos frutos:**

Formato oblongo. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é circular. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 35,14 mm de comprimento, 23,16 mm de largura e 22,67 mm de altura. A massa média do fruto é 8,08 g.

#### 4.2.3.20. Tejas



**Origem:** resultado do cruzamento entre 'Risien' x 'Mahan' (EUA).

Figura 119. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Tejas.  
Fonte: Souza, R. S.



**Folhas:**

Largura média da folha 14,1 cm e comprimento 29,3 cm. A relação do comprimento e largura do folíolo terminal desta cultivar é classificada como 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 2, sendo considerada moderada. A folha na ponta tem os folíolos bem próximos.

Figura 120. Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Tejas. Fonte: Souza, R. S.



Figura 121. Tronco de uma planta de Nogueira-pecã da cultivar Tejas. Fonte: Souza, R. S.

### Tronco:

Tem uma coloração marrom apresentando placas pequenas salientes por toda a estrutura.



Figura 122. Frutos de Nogueira-pecã da cultivar Tejas. Fonte: Souza, R. S.

### O tamanho da noz:

Com o epicarpo (shuck) varia de 38,25 mm a 45,6 mm de comprimento e 21,27 mm a 23,56 mm de largura. As marcações variaram de três linhas finas e uma ausente.



Figura 123. Fruto de noqueira-pecã com "Schuck" da cultivar Tejas. Fonte: Souza, R. S.

### A altura da bainha:

É considerada nível 3, sendo fraca.

### Período de maturação do fruto:

Com ciclo de maturação similar a cultivar Stuart, a cultivar Tejas tem ciclo de maturação médio.



Figura 124. Nozes-pecã da cultivar Tejas. Fonte: Souza, R. S.

**Características do fruto:**

Formato oblongo. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ele é achatada média. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é médio. As dimensões do fruto em média são de 38,57 mm de comprimento, 20,49 mm de largura e 19,51 mm de altura. A massa média do fruto é 5,3 g.

## 4.2.3.21. Western



**Origem:** desconhecida.

Figura 125. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Western.  
Fonte: Souza, R. S.

**Folhas:**

Largura média da folha 18,5 cm de e comprimento 25,6 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**

É classificada como 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte.

Figura 126. Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Western. Fonte: Souza, R. S.



Figura 127. Tronco de uma planta de Nogueira-pecã da cultivar Western. Fonte: Souza, R. S.

**Tronco:**

Tem uma coloração marrom e apresenta placas salientes por toda a estrutura.



Figura 128. Frutos de Nogueira-pecã com “schuck” da cultivar Western. Fonte: Souza, R. S.

**Frutos:**

Frutos com “shuck” grande com 4 suturas e marcações variam entre três linhas finas e uma ausente ou uma vazada.



Figura 129. Frutos da cultivar Western. Fonte: Souza, R. S.

**A altura da bainha:**

É considerada nível 3, sendo fraca.

**Período de maturação do fruto:**

Ciclo de maturação médio.

**Características dos frutos:**

Formato oblongo. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é achatada média. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é largo. As dimensões do fruto em média são de 38,36 mm de comprimento, 19,81 mm de largura e 18,45 mm de altura.



Figura 130. Nozes-pecã da cultivar Western. Fonte: Souza, R. S.

## 4.2.3.22. Wichita



Figura 131. Planta de Nogueira-pecã da cultivar Wichita. Fonte: Souza, R. S.

**Origem:** resultado do cruzamento de 'Halbert' x 'Mahan' em 1940 (EUA).

**Características gerais:**  
A cultivar tem suscetibilidade à sarna.



Figura 132. Folhas e frutos de Nogueira-pecã da cultivar Wichita. Fonte: Souza, R. S.

**Folha:**  
Largura média da folha 13,3 cm e comprimento de 26,0 cm.

**A relação do comprimento e largura do folíolo terminal:**  
É classificada como 5. Os folíolos laterais apresentam uma assimetria do tipo 3, sendo considerada forte



Figura 133. Tronco de uma planta de Nogueira-pecã da cultivar Wichita. Fonte: Souza, R. S.

### Tronco:

Coloração marrom e placas salientes por toda a estrutura.



Figura 134. Nozes-pecã da cultivar Wichita. Fonte: Souza, R. S.

### O tamanho da noz:

A noz-pecã com o epicarpo (shuck) varia de 42,85 mm a 47,02 mm de comprimento e 22,35 mm a 29,08 mm de largura. Frutos mais alongados e grande com quatro suturas e marcações variam de três linhas finas e uma sem marcação.



Figura 135. Fruto de noqueira-pecã com "schuck" da cultivar Wichita. Fonte: Souza, R. S.

### A altura da bainha:

É considerada nível 3, sendo fraca.

### Período de maturação do fruto:

Ciclo de maturação médio.



Figura 136. Nozes-pecã da cultivar Wichita. Fonte: Souza, R. S.

**Características do fruto:**

Formato oblongo. Quando observada a noz a partir do ponto de inserção de frente, ela é achatada média. Em relação ao formato da ponta do fruto é considerado agudo e o comprimento da ponta da noz é largo. As dimensões do fruto em média são de 43,03 mm de comprimento, 27,94 mm de largura e 20,29 mm de altura.

#### 4.2.4.Considerações

As cultivares listadas nesta publicação são algumas daquelas que estão presentes nas áreas de cultivo de noqueira-pecã no Brasil. Muitos materiais foram introduzidos de outras áreas fora do país, há muito tempo atrás, especialmente dos Estados Unidos. Entretanto, existem seleções realizadas por produtores e viveristas oriundos, principalmente de pés-francos. Atualmente, muitos pomares estão constituídos com estes materiais genéticos, mas não identificados nos pomares, bem como, materiais de pés-franco sem identificação varietal, o que dificulta o manejo e as tomadas de decisões quanto as práticas e manejos necessário em busca de uma produção com rendimento e qualidade.

Com esse trabalho pode-se observar a variação entre as cultivares, principalmente no formato de fruto, época de maturação entre outros. Entretanto, algumas variáveis como tamanho de fruto, massa de fruto, rendimento, tamanho de folha podem apresentar uma variação levando em consideração o manejo adotado na cultura. Porém, esse trabalho poderá auxiliar na identificação de algumas diferenças entre as cultivares e também possibilitará conhecer algumas características da noqueira-pecã.

O material vegetal coletado durante a realização desse trabalho ficará disponibilizado também em um herbário nas instalações da Embrapa Clima Temperado para fácil acesso as pessoas que se interessarem pela cultura. Nesse sentido, poderá impulsionar futuros trabalhos, visando conhecer mais sobre as características morfológicas das plantas e das diferentes cultivares, buscando maior desenvolvimento da cultura.

#### 4.2.5.Referências

- BITTENCOURT, L. **Contribuições para a embriogênese somática indireta em *Eugenia involucrata* e para a caracterização molecular de indivíduos de *Carya illinoensis***. 2017. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.
- DE MARCO, R.; LIMA, A. D. V.; MARTINS, C. R. Cultura da noz-pecã para a agricultura familiar: alternativa de diversificação de renda. In: WOLFF, L. F.; MEDEIROS, C. A. B. **Alternativas para a diversificação da agricultura familiar de base ecológica**. Embrapa Clima Temperado (Documento, 467), Pelotas, 2018. 63p.
- GRAUKE, L. J. Appropriate Name for Pecan. **HortScience**, v. 26, n.11, p. 1358, 1991.
- HAMANN, J. J.; BILHARVA, M. G.; BARROS, J.; DE MARCO, R.; MARTINS, C. R. **Cultivares de noqueira-pecã no Brasil**. Embrapa Clima Temperado (Comunicado técnico, 478), Pelotas, 2018. 43 p.
- INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES. 2015. Disponível em: <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/es/tg308.pdf>
- MAPA. Registro Nacional de Cultivares. 2022. Available at: [https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php). Acesso em: abril de 2022.
- MARTINS, C. R.; DE MARCO, R.; MEDEIROS, J. C. F.; PORTO, J. A.; BILHARVA, M. G.; HERTER, F. G. **Aspectos e critérios básicos para Implantação de Pomar de Nogueira-pecã**. Embrapa Clima Temperado (Comunicado técnico, 365), Pelotas, 2019. 19 p.
- POLETTO, T.; POLETTO, I.; SILVA, L. M. M.; MUNIZ, M. F. B.; REINIGER, L. R. S.; RICHARDS, N.; STEFENON, V. M. Morphological, chemical and genetic analysis of southern Brazilian pecan (*Carya illinoensis* ) accessions. **Scientia Horticulturae**, v. 261, p. 108863, 2020.
- THOMPSON T. E.; YOUNG JR, E. F. **Pecan cultivars – past and present**. Texas Pecan Growers Association. College Station. 1985. 265 p.

**4.3. ARTIGO. Desenvolvimento inicial de cultivares de noqueira-pecã conduzidas em sistema de produção orgânica**

**(Artigo será submetido à revista Bragantia)**

## **Desenvolvimento inicial de cultivares de noqueira-pecã conduzidas em sistema de produção orgânica**

Rafaela Schmidt de Souza; Carlos Roberto Martins; Antonio Davi Vaz Lima; Cristiano Geremias Hellwig; Claudia Farela Ribeiro Crosa; Paulo Mello-Farias

**Resumo** - A produção de noz-pecã em sistemas orgânicos pode ser uma oportunidade de aumentar o retorno econômico, devido à valorização do produto, além da eliminação de uso de agrotóxicos, o que contribui para alimentos livres de resíduos e a preservação do ambiente. No entanto, a adoção de sistemas de produção orgânica de noz-pecã demanda por cultivares melhor adaptadas a este manejo. Ainda são escassas as informações sobre o desempenho das cultivares de noqueira-pecã, conduzidas em sistema de base ecológica, especialmente o crescimento e a suscetibilidade à sarna (*Venturia effusa*) na fase inicial do pomar. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial de diferentes cultivares de noqueira-pecã conduzidas em sistema de produção orgânica na região de Pelotas, Rio Grande do Sul. O trabalho foi conduzido na Estação Experimental da Cascata da Embrapa Clima Temperado, com as cultivares, Melhorada, Imperial, Success, Importada, Barton, Farley, Shawnee, Chickasaw, Desirable, Cape Fear, Choctaw, Elliot, Mahan, Sioux, Stuart e Sumner. No período de 2018 a 2022, foram avaliadas a fenologia, o desenvolvimento vegetativo e a suscetibilidade à sarna. As cultivares Sumner, Stuart, Desirable, Success e Imperial obtiveram maior crescimento inicial nas condições experimentais. As cultivares Chickasaw, Desirable, Sioux e Cape Fear são mais precoces em relação à brotação, enquanto a 'Barton', 'Farley', 'Stuart' e 'Sumner' são mais tardias. Em relação à sarna, as cultivares de noqueira-pecã mais suscetíveis são 'Cape Fear', 'Chickasaw', 'Choctaw', 'Mahan' e 'Sioux' e as cultivares Barton, Elliot e Stuart são menos suscetíveis nas condições experimentais. Na fase inicial, as cultivares que se destacaram para o sistema de produção orgânica foram: Barton, Elliot, Success, Stuart, Sumner, Desirable e Imperial.

**Palavras-chave:** Agroecologia; *Carya illinoensis*; pecan; *Venturia effusa*.

## Development of cultivated pecan cultivars in organic production system

**Abstract** - The production of pecan in organic systems can be an opportunity to increase the economic return, due to the valorization of the product, in addition to the elimination of the use of pesticides, which contributes to residue-free food and the preservation of the environment. However, the adoption of organic pecan production systems requires cultivars better adapted to this management. There is still little information on the performance of pecan cultivars grown in an ecologically-based system, especially on growth and susceptibility to scab (*Venturia effusa*) in the initial phase of the orchard. The objective of the present study was to evaluate the initial development of different pecan tree cultivars grown in an organic production system in the region of Pelotas, Rio Grande do Sul. The work was carried out at the Cascade Experimental Station of Embrapa Clima Temperado, with the cultivars, Melhorada, Imperial, Success, Importada, Barton, Farley, Shawnee, Chickasaw, Desirable, Cape Fear, Choctaw, Elliot, Mahan, Sioux, Stuart and Sumner . From 2018 to 2022, phenology, vegetative development and susceptibility to scab were evaluated. Cultivars Sumner, Stuart, Desirable, Success and Imperial had higher initial growth under experimental conditions. Chickasaw, Desirable, Sioux and Cape Fear cultivars are earlier in terms of sprouting, while 'Barton', 'Farley', 'Stuart' and 'Sumner' are later. Regarding scab, the most susceptible pecan cultivars are 'Cape Fear', 'Chickasaw', 'Choctaw', 'Mahan' and 'Sioux' and cultivars Barton, Elliot and Stuart are less susceptible to scab under experimental conditions . In this initial phase, the cultivars that stood out for the organic production system were: Barton, Elliot, Success, Stuart, Sumner, Desirable and Imperial.

**Keyword:** Agroecology; *Carya illinoensis*; pecan; *Venturia effusa*.

### 4.3.1. Introdução

Nos últimos anos a cultura da noqueira-pecã vem se destacando, havendo um aumento da área de plantio, principalmente na região sul do Brasil. Essa frutífera despertou um interesse de produtores e consumidores, podendo ser atribuído essa crescente demanda ao consumo de nozes que está

diretamente associado aos benefícios à saúde quando inseridos frequentemente na alimentação humana (RAHAMAN et al., 2023). A noz-pecã contém em sua composição ácidos graxos insaturados, alto teor de flavonóides, compostos fenólicos e elevada capacidade antioxidante, podendo ajudar na prevenção de doenças associadas ao diabetes, obesidade, doenças cardiovasculares, entre outras. Portanto, a noz-pecã é um alimento saudável, excelente fonte de proteínas, minerais, carboidratos e fibras (POLETTTO et al., 2020; FENG; KONG, 2022; FERRARI et al., 2022; TONG et al., 2022).

Além disso, existem novas exigências por parte dos consumidores que estão cada vez mais preocupados com o processo empregado na produção de alimentos. Há uma conscientização sobre os sistemas de produção que adotem práticas agrícolas que não contaminem o ambiente e utilizem os recursos naturais de maneira adequada. A modificação de hábitos da população vêm provendo a necessidade de mudanças e surgindo novas demandas a serem supridas como, a produção de alimentos mais saudáveis, de boa qualidade biológica e livre de agrotóxicos (REGANOLD et al., 2016; MIE et al., 2017). Logo, houve a necessidade de buscar por uma alternativa de produção, dentre as diferentes correntes ou movimentos da agricultura alternativa baseadas em princípios da agroecologia, entre elas a produção orgânica.

A produção em sistemas orgânicos adota os princípios e cuidados com relação aos aspectos ambientais, sociais e econômicos, buscando uma produção mais equilibrada, com baixo impacto ambiental e otimização de insumos muitas vezes produzidos na propriedade rural, não utilizando adubos químicos e agroquímicos (MIE et al., 2017; KNAPP et al., 2018).

O crescimento da produção orgânica depende de um manejo adequado para esse sistema de produção que influenciará na qualidade e produtividade. São necessárias a realização de práticas agrícolas para melhorias das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, controle de plantas espontâneas entre outros, mas também a escolha de cultivares tolerantes e/ou resistentes ao ataque de doenças e pragas que são estratégias adotadas nesses sistemas alternativos de produção ao convencional (ROSA, 2018). A escolha da cultivar é fundamental no sucesso da produção, devendo ser considerado antes da implantação de um pomar de noqueira-pecã, pois poderá influenciar a produção e a rentabilidade para o produtor, velocidade de desenvolvimento da

árvore, maior resistência a doenças, precocidade de produção, características do fruto e forma de polinização (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2015; BILHARVA et al., 2018; LANGE JUNIOR et al., 2020b).

No Brasil foram introduzidas várias cultivares oriundas dos EUA, posteriormente sendo cultivadas e também selecionados alguns novos materiais (POLETTTO et al., 2022). Com essa expansão de áreas de produção da noqueira-pecã, importantes fatores começaram a ser considerados, dentre estes fatores destacam-se estudos voltados a pesquisas sobre o comportamento fenológico e adaptação das cultivares em diferentes regiões. O conhecimento dos estádios fenológicos podem auxiliar no momento da definição e planejamento das épocas de realização das práticas de manejo da cultura como a poda, adubação, irrigação, entre outras (OLIVEIRA et al., 2018; DE MARCO et al., 2021).

Também poderão surgir problemas fitossanitários relacionados com o ataque de doenças e/ou pragas causadas por fungos, bactérias e outros patógenos que podem prejudicar e inviabilizar o cultivo da noqueira-pecã (LAZAROTTO et al., 2014; LAZAROTTO; MARTINS, 2019).

Entre as principais doenças relacionadas a essa cultura, pode-se destacar a sarna, que é causada pelo fungo *Venturia effusa* (*synonym Fusicladium effusum*) (INAMORATTO et al., 2022). Essa doença pode ser facilmente encontrada em várias regiões de plantio da noqueira-pecã no mundo, e as perdas à produção de nozes variam de 50 a 100%. Além da queda no rendimento das plantas, a sarna afeta negativamente também a qualidade da noz e causa estresse à planta, podendo afetar o desempenho futuro da mesma (BOCK et al., 2016; ROSSMAN et al., 2016; WALKER et al., 2016; REUVENI et al., 2022).

Embora as noqueiras-pecã tenham sido introduzidas no país há mais de um século, poucos estudos sobre desenvolvimento inicial das plantas na implantação do pomar foram realizadas para avaliar o crescimento da planta e seu desempenho (LANGE JUNIOR et al., 2020a).

Com o acompanhamento dos estádios fenológicos, do incremento no desenvolvimento vegetativo e na tolerância à sarna nas noqueira-pecã, podemos avaliar a resposta adaptativa e produtiva posterior de cada uma dessas plantas sendo manejadas dentro de um sistema de base ecológica. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de diferentes

cultivares de noqueira-pecã conduzidas em sistema de produção orgânica na região de Pelotas, Rio Grande do Sul.

#### 4.3.2. Material e métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Clima Temperado, na Estação Experimental Cascata (EEC), localizada na cidade de Pelotas-RS. As coordenadas geográficas são: 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 (ALVARES et al., 2013). As precipitações pluviométricas são bem distribuídas ao longo do ano e a temperatura máxima no verão fica em torno de 34°C e 36°C, e no período de inverno, a temperatura mínima do ano fica entre -2°C e 0°C. O solo é classificado como sendo um Argissolo que apresenta como característica horizonte B textural (SANTOS et al., 2006).

A implantação da área experimental foi realizada em agosto de 2018, composta por 16 cultivares de noqueira-pecã, sendo elas: Barton, Cape Fear, Chickasaw, Choctaw, Desirable, Elliot, Farley, Imperial, Importada (Pitol II), Mahan, Melhorada (Pitol I), Shawnee, Sioux, Success, Sumner e Stuart. O delineamento experimental adotado foi em blocos inteiramente casualizados, com três repetições contendo três exemplares de cada uma das cultivares por parcela. O espaçamento de plantio adotado foi de 10 x 10 m, sendo a densidade de 100 plantas. ha<sup>-1</sup> e a disposição das plantas foi no formato triangular. Todas as cultivares de noqueira-pecã utilizadas no experimento são oriundas de mudas enxertadas em porta-enxerto sem identificação. Também realizou-se uma análise de solo da área experimental.

As plantas foram manejadas sob o sistema de produção orgânico, ou seja, sem a utilização de adubos químicos sintéticos e agrotóxicos. A adubação utilizada na área experimental foi realizada com esterco de peru intercalando os anos com composto orgânico na proporção de 5 kg.metro<sup>-1</sup> linear por ano. Além disso, foi utilizada adubação verde ou de cobertura intercalando com as espécies vegetais, sendo elas: *Avena strigosa*, *Crotalária juncea*, *Mucuna pruriens* e *Vicia sativa* L.

As avaliações ocorreram no período de 2018 a 2022. As variáveis agrônômicas realizadas foram:

a) Fenologia: as avaliações fenológicas foram baseadas em monitoramento das plantas a campo, caracterizando os estádios de desenvolvimento da noqueira-pecã e a duração de cada estágio fenológico conforme a escala BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt e Chemische Industrie) adaptada e desenvolvida por De Marco et al. (2021). Foram observados os períodos de gema dormente, gema inchada, início de brotação, gema aberta, folhas abertas, surgimento de inflorescências estaminadas e pistiladas, surgimento de frutos e início de queda de folhas (início do período de dormência) (Tabela 1). As avaliações foram iniciadas após a poda de inverno realizada normalmente nos meses de julho a agosto, a partir desse momento as plantas eram frequentemente avaliadas através da análise visual;

b) Altura da planta (m): as avaliações de determinação de altura das plantas e diâmetro de copa na direção perpendicular e paralela à linha de cultivo, foram realizados com o auxílio de uma fita métrica e os resultados obtidos em metros;

c) Diâmetro da copa e porta-enxerto: na determinação do diâmetro do tronco da cultivar copa (enxerto) e do porta-enxerto foram medidos a 10 cm acima e abaixo do ponto de enxertia, com auxílio de um paquímetro digital Carbografite® de 150 mm, os resultados foram expressos em milímetros (mm);

d) Taxa de crescimento absoluto:  $TCA = (V2 - V1) / (T2 - T1)$ , fórmula empregada por Langer Junior et al. (2020). De acordo com a fórmula V significa a variável e T é o tempo de cada período, expresso em altura  $cm \cdot dia^{-1}$ ;

e) Volume de copa: o volume médio da copa foi calculado a partir da altura da planta (H), do diâmetro da copa na direção da linha (DL) e do diâmetro da copa na direção da entrelinha (DE), utilizando-se a seguinte fórmula:  $VC = (\pi/6) \times H \times DL \times DE$  (CANTUÁRIAS-AVILÉS et al., 2011), expresso em  $m^3$ ;

f) Sarna foliar: o monitoramento em relação às doenças foi realizado através de análise visual periódica em cada uma das plantas de noqueira-pecã presentes na área experimental. Havendo, uma classificação do nível de severidade da sarna nas plantas de noqueira-pecã, levando em consideração os sintomas foliares da doença, conforme o método proposto por Hunter e Roberts (1978), onde eram divididos da seguinte forma: 1 = nenhum sintoma observado nos folíolos da planta; 2 = até 10 % de traços do sintoma observados; 3 = 11 a 25 %; 4 = 26 a 50 % e 5 = 51 a 100 % (Figura 1).

Para a verificação do diagnóstico da doença foram coletadas amostras de folíolos contendo os sintomas de sarna e, posteriormente essas amostras foram levadas para o Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Clima Temperado para análise e confirmação da doença nas plantas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de significância.

#### **4.3.3. Resultados e discussão**

O início do período de brotação, durante os anos de avaliação, compreenderam os meses de setembro a outubro para todas as cultivares (Tabela 2). No primeiro ano de avaliação, ciclo 2018-2019 houve uma variação entre as cultivares em relação ao início da brotação, havendo cultivares que iniciaram esse estágio fenológico na segunda quinzena de setembro, sendo elas: Cape Fear, Elliot, Sioux, Chickasaw, Choctaw, Desirable, Mahan e Shawnee. Por outro lado, 50 % das cultivares tiveram o início da brotação em outubro como a Farley, Barton, Imperial, Importada, Melhorada, Success, Sumner e Stuart.

No ciclo de 2019-2020, a brotação foi antecipada em 11 dias (Tabela 3), quando comparada ao ano anterior, iniciando a brotação em 9 de setembro com a cultivar Cape Fear. Porém, na segunda quinzena de setembro, 75% das cultivares começaram também a brotar. Neste ano, as cultivares mais tardias foram a Barton, Sumner e Stuart, que brotaram no início de outubro. A cultivar Cape Fear nesse mesmo período estava no estágio de primeiras folhas visíveis, apresentando um estágio mais avançado das demais cultivares em estudo.

Também observou-se um aumento das cultivares que se encontravam no estágio de desenvolvimento reprodutivo, foram observadas inflorescências estaminadas em 68,75% das cultivares, entre elas: Barton, Cape Fear, Chickasaw, Choctaw, Desirable, Importada, Imperial, Melhorada, Success, Sumner e Stuart. Além disso, também apareceram as primeiras flores pistiladas (femininas) nas cultivares Chickasaw, Desirable, Success e Sumner, representando 25% das cultivares presentes no pomar.

No último ciclo de avaliação, de 2021-2022 (Tabela 4), pode-se verificar novamente uma variação entre as plantas de noqueira-pecã em relação aos

estádios de desenvolvimento. Em meados de setembro, a cultivar Chickasaw apresentava-se mais adiantada das demais, encontrando-se na fase de gema aberta. Lima (2020), analisando os estádios fenológicos de diferentes cultivares de noqueira-pecã no município de Canguçu, observou essa precocidade na brotação em relação à 'Chickasaw', em que o início da fase de brotação ocorreu em setembro. Este mesmo autor também observou que o comportamento da 'Barton', geralmente em relação ao início da brotação, pode ser classificada no grupo das cultivares mais tardias na região, corroborando com os resultados obtidos.

O monitoramento das plantas a campo e a caracterização dos estádios fenológicos são ferramentas eficazes de manejo, que determinam o momento fisiológico de cada cultivar (CASAGRANDA et al., 2023).

Nos dois últimos ciclos de avaliação, pode-se observar uma antecipação da brotação, comparada ao primeiro ciclo, no qual o início da brotação ocorreu no final do mês de setembro. Uma das explicações para tal variação de um ano para o outro poderá estar associada às condições climáticas, possivelmente ligadas às horas de frio (Tabela 5), que variaram de um ano para o outro.

Em relação ao surgimento das flores estaminadas e pistiladas, as cultivares Barton, Imperial e Success apresentaram ambas inflorescências. Os fatores climáticos, representados pela temperatura, precipitação pluviométrica, luminosidade e vento agem diretamente sobre as noqueiras, não somente determinando a época de brotação, mas também são responsáveis, em grande parte, pela intensidade e distribuição da floração (LANGE JUNIOR et al., 2020b). As condições edafoclimáticas influenciam diretamente na produtividade e desenvolvimento da noqueira-pecã, embora o fator genético seja predominante na busca por água e nutrientes nas camadas mais profundas do solo. A intensidade de chuvas no período crítico, como o de florescimento e enchimentos da noz-pecã, é algo crucial para uma boa produtividade (CASAGRANDA et al., 2023).

No estágio fenológico de todas as folhas desenvolvidas (estádio 17), observou-se uma variação no período em que as cultivares alcançaram este estágio, mas também a duração dessa fase. Em geral, as cultivares alcançaram esse estágio na primeira quinzena de novembro, mas algumas foram mais tardias, como a Barton, Shawnee, Sumner e Stuart.

Nestes três primeiros ciclos de avaliação em relação às características fenológicas das cultivares de noqueira-pecã, pode-se observar uma variação entre elas e durante os anos. A hipótese para essa resposta poderá ser atribuída às condições climáticas, pois houve uma variação nas horas de frio e temperatura desses anos.

De Marco et al. (2021) salientam a importância da utilização da escala fenológica para auxiliar no manejo do pomar, nas avaliações e também aumentar a precisão na definição dos diferentes estádios de desenvolvimento na cultura da noqueira-pecã em diferentes regiões.

Oliveira et al. (2018) também destacam sobre o conhecimento da fenologia da plantas, que poderá ser utilizado como uma ferramenta que auxilie de maneira eficiente no momento de manejar diferentes espécies, buscando melhorias para o desenvolvimento das plantas e aumento da produção. Han et al. (2018) também estão de acordo com os autores, pois destacam a relevância do conhecimento dos diferentes estádios de desenvolvimento das cultivares de noqueira-pecã, podendo ser uma estratégia eficaz no planejamento dos tratamentos culturais realizados dentro do pomar. Além disso, podemos saber o comportamento ao longo dos anos das diferentes cultivares em relação às mudanças climáticas em diferentes regiões e quais são mais adaptadas.

O crescimento em altura das plantas ocorreu de forma distinta entre as cultivares, com destaque para Imperial, Success, Stuart, Choctaw, Importada, Sumner, Desirable, Chickasaw, Mahan e Barton, com 3,71 m, 3,69 m, 3,61m, 3,47 m, 3,25 m, 3,23 m, 3,35 m, 3,03 m, 3,01m, e 3,0 m, respectivamente. Observou-se que as cultivares apresentaram um crescimento médio bem próximo entre si, em relação à altura das plantas, exceto a cultivar Melhorada que ficou 1,78 m abaixo da Imperial (Tabela. 6). As características intrínsecas de cada material genético irão influenciar diretamente no seu desenvolvimento vegetativo com reflexos na sua produtividade (CASAGRANDA et al., 2023). Além da diferença genética das cultivares, o emprego de poda de desponte e uso de biofertilizantes promovem o crescimento das plantas no estágio inicial do pomar de noqueira-pecã (LANGE JUNIOR et al.; 2020 a).

Com relação ao diâmetro do enxerto e do porta-enxerto, observou-se uma pequena variação nas cultivares, porém as plantas da 'Success' apresentaram maior diâmetro de enxerto, com 56,0 mm, e não diferiu das cultivares Importada,

Imperial, Sumner, Shawnee, Stuart e Desirable.

Também pode-se observar o mesmo comportamento no diâmetro do porta-enxerto, embora a 'Success' não tenha apresentado o maior valor nessa variável, a cultivar continuou se destacando e ficando no grupo daquelas que tiveram maiores resultados, que variaram entre 49,2 mm a 68,61 mm. A cultivar Melhorada acabou demonstrando um desempenho menor comparada as demais, onde a cultivar teve 46,48% de diferença da cultivar Success em relação ao diâmetro do enxerto e 47,94 % menor em relação ao diâmetro do porta-enxerto da 'Imperial'. Também a cultivar Melhorada apresentou o menor valor de volume de copa de 0,62 m<sup>3</sup>, embora não diferindo da 'Barton' e de outras cultivares, sendo uma diferença de 11,92 m<sup>3</sup> da cultivar que alcançou o maior resultado, a Success.

O crescimento absoluto da altura das plantas de noqueira-pecã variou de 0,13 a 0,27 cm.dia<sup>-1</sup> entre as cultivares. Esses resultados em relação a taxa inicial de crescimento foi próximo ao encontrado por Langer Junior et al. (2020 a), os autores estudando diferentes tratamentos em relação ao despoite e utilização de biofertilizantes observaram valores entre 0,0,69 a 0,1162 cm.dia<sup>-1</sup>.

O volume de copa entre as cultivares teve uma diferença significativa, destacando duas cultivares, 'Success' e a 'Sumner', que ficaram em média com 10,49 m<sup>3</sup> e 12,54 m<sup>3</sup> de volume. Essas cultivares obtiveram melhor desempenho no crescimento das plantas. Ressalta-se porém, que essas plantas, estão no 4º ano e ainda se encontram em fase de desenvolvimento vegetativo.

No primeiro ciclo de avaliação (2018-2019), houve um pequena variação do nível dos sintomas (Tabela. 7) ao longo do ciclo entre as cultivares. Mas, 37,5% delas apresentaram sintomas classificados como nível 3 (11 a 25% de traços da doença presente nos folíolos), entre as cultivares estão: 'Chickasaw', 'Choctaw', 'Imperial', 'Mahan', 'Shawnee' e 'Sioux'. No ano seguinte, houve uma variação nos sintomas observados entre as cultivares estudadas, sendo que 31,25 % das cultivares obtiveram níveis 4 e 5, sendo considerados os mais altos dos sintomas (maior severidade) nas plantas. Entre as cultivares nesses níveis de severidade estavam, 'Cape Fear', 'Chickasaw', 'Choctaw', 'Mahan' e 'Sioux'. Além disso, 43,75% das cultivares alcançaram um nível intermediário dos sintomas da sarna, sendo elas: 'Desirable', 'Farley', 'Imperial', 'Importada', 'Melhorada', 'Shawnee' e 'Sumner'. Um grupo de cultivares demonstraram maior

tolerância à doença, com nível mais baixo dos sintomas foliares destacando-se 'Barton', 'Elliot', 'Success', 'Stuart' e Sumner. No último ano de avaliação, pode-se observar que as cultivares Barton, Elliot e Stuart mantiveram os sintomas da sarna em níveis baixos.

Essa variação de severidade dos sintomas entre as cultivares de noqueira-pecã, além do fator genético intrínscico, pode estar associada às diferença das condições climáticas (Figura 2 e 3) encontradas entre os ciclos de avaliação, onde nos dois últimos ciclos o patógeno encontrou condições propícias para o seu desenvolvimento. Para que ocorra a doença, o patógeno (neste caso, o fungo) necessita encontrar um hospedeiro suscetível e um ambiente favorável, podendo ser uma justificativa para essa variação entre os sintomas nas plantas das distintas cultivares entre os anos de estudo.

A sarna de noz-pecã afeta a sanidade e a produtividade do pomar, sendo que o grau de perdas pode estar relacionado a diferentes condições climáticas e práticas de manejo do pomar. Em áreas onde ocorre chuva durante a estação de crescimento (incluindo o sudeste dos Estados Unidos, partes da América do Sul e África do Sul), a sarna pode causar perda substancial de rendimento (BOCK et al., 2017).

Reuveni et al. (2022) comenta que em nestas áreas onde as noqueiras são cultivadas, a chuva é predominante da primavera ao final do outono com temperaturas quentes concomitantes; em contraste, países de clima mediterrâneo como Israel têm invernos frios e chuvosos, primaveras amenas com poucos eventos de chuva e verões secos. Além disso, a alta incidência de sarna se desenvolve mais pomares com alta densidade de plantas e com pouca circulação de ar, isso cria alta umidade, além de orvalhos frequentes que são ideais para o desenvolvimento de sarna.

As cultivares Barton, Elliot, Success e Stuart mostraram-se ser menos suscetíveis à sarna durante os três anos de avaliação, obtendo baixos níveis de severidade comparados às demais cultivares. Diferentemente, dessas foi o comportamento da 'Shawnee', que demonstrou ser altamente suscetível à doença, o mesmo tendo sido observado por Walker et al. (2018). Os autores estudaram diferentes espécies de fungos causadores da sarna no país, e observaram que a cultivar Shawnee também apresentou sintomas da doença em um nível alto de 5,4, observando que a 'Shawnee' tem maior suscetibilidade à

sarna.

A 'Elliot' ficou no grupo das cultivares menos suscetíveis à sarna, o mesmo comportamento foi observado por Bock et al. (2020), que destacaram a tolerância da cultivar à doença ao longo dos anos.

A sarna é considerada uma das principais doenças da noqueira-pecã, os sintomas podem ser observados em folhas, frutos e ramos, podendo causar prejuízos significativos de 50 a 100% nos pomares e inviabilizar a produção da safra. O fungo poderá afetar a planta causando diminuição na produção e tamanho de nozes, além de prejudicar o preenchimento e qualidade do fruto e causar queda prematura das nozes-pecã (LAZAROTTO; MARTINS, 2019).

Nas condições experimentais, as cultivares que demonstraram maior suscetibilidade à sarna foram: Cape Fear, Chickasaw, Choctaw, Mahan, Imperial e Sioux. Essas cultivares durante o período de realização do experimento mantiveram-se com níveis dos sintomas mais elevados. Por outro lado, as cultivares mais tolerantes foram: Barton, Elliot e Stuart. Dentro de um cultivo de produção orgânica, a utilização de cultivares menos suscetíveis à sarna seria uma estratégia de produção para esses sistemas de base agroecológicas. De acordo com Nogueira et al. (2016), algumas práticas culturais além da utilização de cultivares resistentes/tolerantes podem ser utilizadas como, plantio de mudas saudáveis, escolha de plantios menos adensados, poda, nutrição equilibrada, entre outras.

As variações na fenologia, crescimento e diferença em relação ao ataque de doenças entre as cultivares de noqueira-pecã, contribuirá para ampliar o conhecimento sobre o comportamento e adaptação das mesmas na região, mostrando as cultivares mais promissoras a serem utilizadas em sistema de base agroecológicas na região Sul do país. O desenvolvimento de cultivares tolerantes a sarna e outras doenças bem como a utilização de práticas de manejo do pomar são alternativas para diminuir a incidência e a severidade de doenças em plantas, pois o aparecimento de distúrbios biológicos estão vinculados ao avanço de cultivos para áreas com ocorrência de patógenos (SAVIAN et al., 2020). Ademais, faz-se necessário prosseguir com as avaliações da fenologia e incidência de pragas e doenças, buscando analisar o comportamento reprodutivo dessas cultivares na região, bem como a sua produtividade futura.

#### 4.3.4. Conclusão

Nas condições climáticas da região Sul do Rio Grande do Sul conclui-se que :

As cultivares de noqueira-pecã Chickasaw, Cape Fear, Sioux e Elliot são mais precoces em relação à brotação, enquanto a 'Barton', 'Stuart' e 'Sumner' são mais tardias.

Todas as cultivares de noqueira-pecã utilizadas no experimento são suscetíveis à sarna, porém as cultivares Cape Fear, Chickasaw, Choctaw, Imperial, Mahan e Sioux obtiveram maiores níveis de severidade da doença.

As cultivares Barton, Elliot, Success e Stuart são menos suscetíveis à sarna.

As cultivares Sumner, Stuart, Desirable, Success e Imperial têm um maior crescimento inicial.

#### 4.3.5. Agradecimentos

À Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata (EEC), pela disponibilidade das instalações e da área experimental para o desenvolvimento e realização do estudo. À Capes pela concessão da bolsa de estudos de doutorado e à UFPel pelo apoio para a realização desse estudo.

#### 4.3.6. Referências

- ALVARES, C. A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; & SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22,n. 6, p. 711-728. 2013.
- BOCK, C. H.; HOTCHKISS, M. W.; BRENNEMAN, T. B., STEVENSON, K L.; GOFF, W. D.; SMITH, M. W.; WELLS, L.; WOOD, B. W. Severity of scab and its effects on fruit weight in mechanically hedge-pruned and topped pecan trees. **Plant disease**, v.101, n.5, p.785-793, 2017.
- BOCK, C. H.; ALARCON, Y.; CONNER, P. J.; YOUNG, C. A.; RANDALL, J. J.; PISANI, C.; GRAUKE, L. J.; WANG, X.; MONTEROS, M. J. Foliage and fruit susceptibility of a pecan provenance collection to scab, caused by *Venturia efusa*. **CABI Agriculture and Bioscience**, n. 19, p. 1-21, 2020.

- CASAGRANDA, D. G.; KIRINUS, M. B. M.; MARTINS, C. R.; MALGARIM, M. B. Produtividade da noqueira pecã na região de Anta Gorda no Rio Grande do Sul. **Research, Society and Development**, v.12, n. 1, 2023.
- BOSCARDIN, J.; COSTA, E. C. A NOGUEIRA-PECÃ NO BRASIL: UMA REVISÃO ENTOMOLÓGICA. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 456-468, 2018.
- DE MARCO, R.; MARTINS, C. R.; HERTER, F. G.; CROSA, C. F. R.; NAVA, G. A. Ciclo de desenvolvimento da noqueira-pecã – Escala Fenológica. **Ciências Agroveterinárias**, Lages, SC, v. 20, n. 4, p. 260 – 270. 2021.
- FENG, J.; KONG F. Enzyme inhibitory activities of phenolic compounds in pecan and the effect on starch digestion. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 220, p. 117–123, 2022.
- FERRARI, V.; GIL, G.; HEINZEN, H.; ZOPPOLO, R.; IBÁÑEZ F. Influence of cultivar on Nutritional composition and nutraceutical potential of oecan growing in Uruguay. **Frontiers in Nutrition**, v., 9, p. 1-13. 2022
- FINN, G. A.; STRASZEWSKI, A. E.; PETERSON, V. A general growth stage key for describing trees and woody plants. **Annals of Applied Biology**, v.151, p.127-131, 2007.
- FRONZA, D.; HAMANN, J. J.; BOTH, V.; ANESE, R. O.; MEYER, E. A. Pecan cultivation: general aspects. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.48, n. 02, 2018.
- HAN, M.; PENG, F.; MARSHALL, P. Pecan phenology in Southeastern China. **Annals of Applied Biology**, v. 172, p. 160-169, 2018.
- HUNTER, R. E.; ROBERTS, D. D. **A disease grading system for pecan scab**. Pecan Q. v.12, n. 3 p. 3-6, 1978.
- INNAMORATO, P. C.; VILLAMIL, J. J.; SESSA, L.; ZOPPOLO, R E LEONI, C. Susceptibility of pecan cultivars to *Venturia effusa* in Uruguay. **International Journal of Pest Management**, v. 68, n. 4, p. 311–318, 2022.
- KNAPP, S., VAN DER HEIJDEN, M. G. A. A global meta-analysis of yield stability in organic and conservation agriculture. **Nature Communications**, v. 9, n. 1, p. 3632, 2018.
- LANGE JUNIOR, H.; MARTINS, C. R.; SCHWARTZ. E.; MALGARIM, M. B. Tipping off pruning and use of biofertilizer in the growth of Pecan trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.42, n.5, (e-054). 2020a.
- LANGE JUNIOR, H.; MARTINS, C. R.; SCHWARTZ, E.; MALGARIM, M. B. Floral

response and growth of noqueiras-pecã 'Barton' and 'Shawnee' by cardinal positioning. **Research, Society and Development**, v. 9, n.7, p.1-16, 2020b.

LAZAROTTO, M.; BOVOLINI, M. P.; MUNIZ, M. F. B.; HARA KAVA, R.; REINIGER, L. R. S.; SANTOS, A. F. Identification and characterization of pathogenic *Pestalotiopsis* species to pecan tree in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.6, p.440-448, 2014.

LAZAROTTO, M.; MARTINS, C. R. Doenças da noqueira-pecã. **Revista Campo & Negócio**. Hortifruti. p. 59-61. 2019.

LIMA, A. D. V. **Caracterização fenológica, produtiva e qualitativa de diferentes genótipos de noqueira-pecã**. 2020. 80 f. Dissertação (Mestrado), Programa de pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas-UFPeL. 2020.

MIE, A., ANDERSEN, H. R., GUNNARSSON, S.; KAHL, J.; GUYOT, E. K.; REMBIALKOWSKA, E.; QUAGLIO, G.; GRANDJEAN, P. Human health implications of organic food and organic agriculture: a comprehensive review. **Environ Health**, v.16, n.111.p. 1-22. 2017.

NOGUEIRA, E. M. C.; FERRARI, J. T.; TOFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. **Doenças fúngicas em Fruteiras de Clima Temperado**. Instituto Biológico-APTA (Documento, 22). 2016, p.17.

OLIVEIRA, M. G. C.; OLIVEIRA, L. F. C.; WENDLAND, A.; GUIMARÃES, C. M.; QUINTELA, E. D.; BARBOSA, F. R.; CARVALHO, M. C. S.; LOBO JUNIOR, M.; SILVEIRA, P. M. **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. 2.ed. Brasília: Embrapa, 2018. 61p.

PASCHOAL, A. D. **Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI**. Piracicaba, 1994. 191 p.

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**. v.100 ,n.5,p. 1016, 2016.

RAHAMAN, M.; HOSSAIN, R.; HERRERA-BRAVO, J.; ISLAM, M.T.; ATOLANI, O.; ADEYEMI, O.S.; OWOLODUN, O.A.; KAMBIZI, L.; DASTAN, S.D.; CALINA, D.; SHARIFI-RAD, J. Natural antioxidants from some fruits, seeds, foods, natural products, and associated health benefits: An update. **Food Science & Nutrition**. p.1–14, 2023.

REGANOLD, J.; WACHTER, J. Organic agriculture in the twenty-first century.

**Nature Plants**, v. 2, n. 2, p.15221. 2016.

REUVENI, M.; GUR, L.; HENRIQUEZ, J. L.; FRANK, J.; TEDFORD, E.; CLOUD, G.; ADASKAVEG, J. E. A new highly effective hybrid fungicide containing difenoconazole and tea tree oil for managing scab of apple, pecan and almond trees and as a tool in resistance management. **Plant Pathology**, v.71, n.8, p. 1774-1783. 2022.

ROSA, L. D. S. **Correntes agroecológicas: uma reflexão conceitual entre teorias e prática**. 2018. 31p. Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Educação do Campo: Ciências da Natureza, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS Campus Litoral, 2018.

ROSSMAN, A. Y.; ALLEN, W. C.; CASTLEBURY, L. A. New combinations of plant-associated fungi resulting from the change to one name for fungi. **IMA Fungus**, v. 7, n. 1, p. 1-7, 2016.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SAVIAN, L. G.; RABUSKE, J. E.; WALKER, C.; SARZI, J. S.; ROLIM, J. M.; QUEVEDO, A. C.; MUNIZ, M. F. B. Infecção cruzada de *Colletotrichum nymphaeae* e reação de cultivares de noqueira-pecã. **Ciência Florestal**, v.31, n.4, p. 1833-1848. 2022.

TONG, X.; SZACILO, A.; CHEN, H.; TAN, L; KONG, L. Using rich media to promote knowledge on nutrition and health benefits of pecans among young consumers. **Journal of Agriculture and Food Research**, v.10, p. 100387, 2022.

WALKER, C; MUNIZ, M. F. B; MARTINS, R. R. O; MEZZOMO, R.; ROLIM, J. M.; BLUME, E. First report of species in the *Cladosporium cladosporioides* complex causing pecan leaf spot in Brazil. **Journal of Plant Pathology**. v. 98, n. 2, p. 369-377, 2016.

WALKER, C.; MUNIZ, M.; MARTINS, R. O.; RABUSKE, J.; SANTOS, A. F. Susceptibility of Pecan cultivars to *cladosporium cladosporioides* species complex. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 4, 2017.

ZHANG, Y.B. et al., First report of anthracnose on pecan (*carya illinoensis*) caused by *colletotrichum nymphaeae* in China. **Plant Disease**, v. 103, n.6,p. 1432, 2019.

## Tabelas

Tabela 1. Estádios de desenvolvimento fenológico da noqueira-pecã.

Estádio	Caracterização fenológica
00	Gema dormente
01	Gema inchada
07	Início da brotação
09	Gema aberta
11	Primeiras folhas visíveis
17	Todas as folhas abertas
54	Surgimento de inflorescências estaminadas (masculinas) e pistiladas (femininas)
65	Plena floração
69	Final do período de floração
72	Crescimento lento do fruto
73	Crescimento rápido do fruto
79	Fruto tamanho padrão
85	50% de frutos maduros
89	Epicarpo seco e frutos começam a cair
95	Folhas amareladas e início da queda

\*Adaptada De Marco et al., 2021.







Tabela 5. Dados de acúmulo de horas de frio (inferiores a 7,2°C) na Estação Experimental Cascata, nos anos de 2018 a 2022. Pelotas-RS.

Ano	Horas de frio
2018	378
2019	482
2020	411
2021	463
2022	466

Fonte: Laboratório de agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado.

Tabela 6. Altura das plantas, diâmetro do enxerto, diâmetro do porta-enxerto, taxa de crescimento absoluto e volume de copa das cultivares de noqueira-pecã cultivadas em sistema de produção orgânica. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2022.

Cultivar	Altura da planta (m)	Diâmetro do enxerto (mm)	Diâmetro do porta-enxerto (mm)	Taxa de crescimento absoluto (cm.dia <sup>1</sup> )	Volume de copa (m <sup>3</sup> )
Barton	3,00 a	42,12 b	49,26 b	0,15 b	2,66 c
Success	3,69 a	56,00 a	60,99 a	0,17 b	12,54 a
Importada	3,25 a	50,39 a	58,13 a	0,17 b	6,67 b
Melhorada	1,93 b	30,32 b	30,32 b	0,13 b	0,62 c
Imperial	3,71 a	54,29 a	63,22 a	0,23 a	8,87 b
Sumner	3,23 a	55,34 a	68,31 a	0,20 a	10,49 a
Mahan	3,01 a	37,45 b	51,40 b	0,21 a	3,49 c
chickasaw	3,03 a	38,55 b	41,37 b	0,21 a	4,19 c
Shawnee	2,32 b	49,38 a	58,07 a	0,24 a	4,65 c
Elliot	2,50 b	39,19 b	47,64 b	0,18 b	4,49 c
Sioux	2,85 b	42,70 b	46,41 b	0,17b	5,49 c
Choctaw	3,47 a	46,13 a	47,18 b	0,24 a	4,58 c
Cape Fear	2,48 b	31,69 b	35,48 b	0,19 b	3,23 c
Stuart	3,61 a	54,89 a	58,87 a	0,27 a	8,66 b
Desirable	3,35 a	50,77 a	58,99 a	0,24 a	7,34 b
Farley	2,71 b	38,77 b	40,54 b	0,21 a	4,52 c
Cv (%)	16,56	16,00	17,23	21,3	34,73

\*As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Níveis de severidade de sarna em plantas de noqueira-pecã cultivadas em sistema de produção orgânica. Pelotas- RS.

Cultivar	Nível de severidade da sarna														
	2018-2019					2020-2021					2021-2022				
	N	D	J	F	M	N	D	J	F	M	Nov	Dez	Jan	F	M
Barton	1 ns	1b	2b	2b	2b	2b	2d	2d	2d	2d	1b	2c	2d	2d	3c
Cape Fear	1	2a	2b	2b	2b	2b	4b	5a	5a	5a	2a	2c	4b	5a	5a
Chickasaw	1	1b	2b	3a	3a	3a	5a	5a	5a	5a	1b	4a	5a	5a	5a
Choctaw	1	2a	3a	3a	3a	2b	3c	4b	4b	4b	2a	4a	5a	5a	5a
Desirable	1	1b	2b	2b	2b	2b	2d	3c	3c	3c	1b	2c	3c	3c	4b
Elliot	1	1b	2b	2b	2b	2b	2d	2d	2d	2d	1b	1d	2d	2d	3c
Farley	1	1b	2b	2b	2b	2b	2d	3c	3c	3c	1b	2c	3c	4b	4 b
Imperial	1	1b	2b	3a	3a	2b	2d	3c	3c	3c	1b	2c	4b	5a	5a
Importada	1	1b	2b	2b	2b	2b	2d	3c	3c	3c	1b	4a	5a	5a	5a
Mahan	1	2a	3a	3a	3a	2b	2d	4b	4b	4b	1b	1d	4b	5a	5a
Melhorada	1	1b	2b	2b	2b	2b	2d	3c	3c	3c	1b	2c	4b	4b	4b
Shawnee	1	1b	2b	3a	3a	2b	2d	3c	3c	3c	1b	1d	3c	4b	4b
Sioux	1	1b	3a	3a	3a	3a	4b	5a	5a	5a	2a	3b	5a	5a	5a
Success	1	1b	2b	2b	2b	2b	2d	2d	2d	2d	1b	1d	3c	4b	4b
Sumner	1	1b	2b	2b	2b	1c	2d	3c	3c	3c	1b	2c	2d	3c	4b
Stuart	1	1b	2b	2b	2b	2b	2d	2d	2d	2d	1b	1d	2d	2d	3c

\*1= nenhum sintoma observado nos folíolos da planta; 2 = até 10 % de traços do sintoma observados; 3 = 11 a 25 %; 4= 26 a 50 % e 5= 51 a 100 %.

\*\*As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

## Figuras

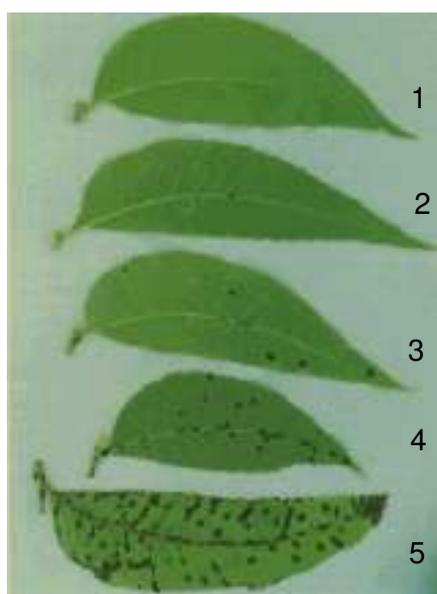


Figura 1. Escala de classificação da severidade da sarna em noqueira-pecã. Fonte: HUNTER e ROBERTS (1978). <https://cguru.usda.gov/carya/Manual/lfscab.html>

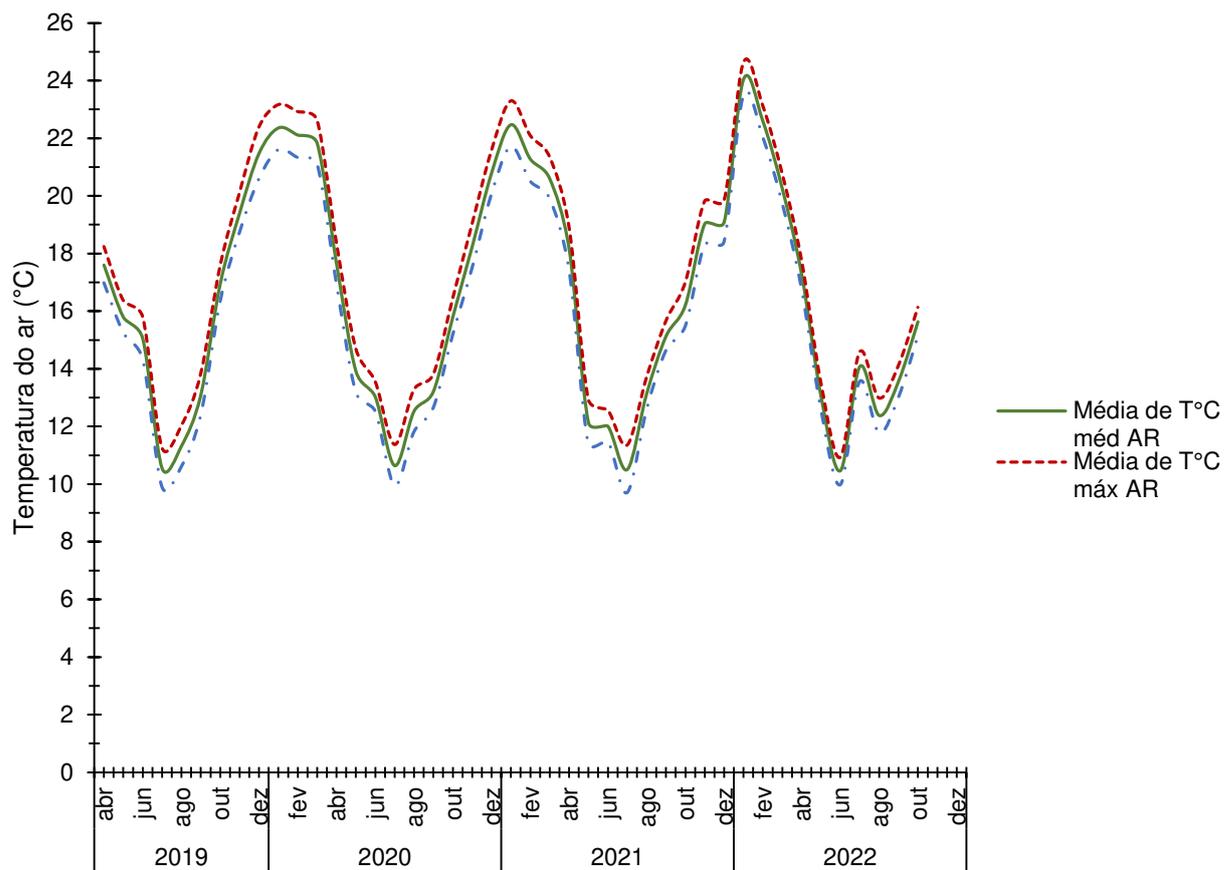


Figura 2. Informações da temperatura média e máxima (°C) nos anos de 2019 a 2022. Pelotas-RS. Fonte: Laboratório de agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado.

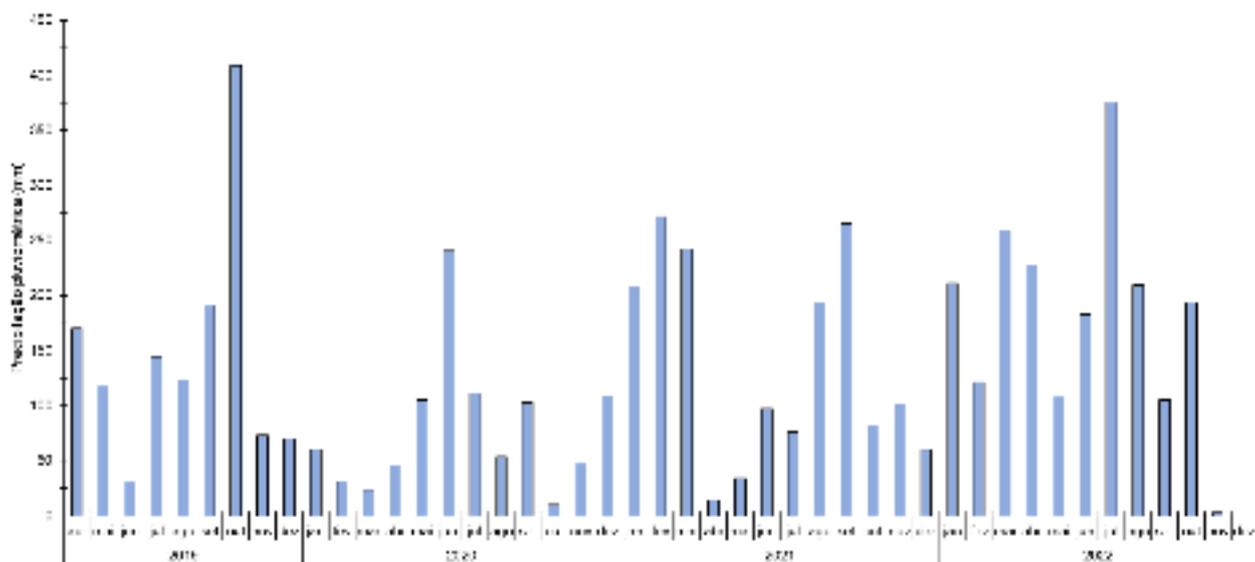


Figura 3. Precipitação pluviométrica em milímetros nos anos de 2019 a 2022. Pelotas-RS. Fonte: Laboratório de agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado.

## 5. Considerações finais

A importância desse estudo está relacionada principalmente ao conhecimento da variabilidade genética presente nos pomares de noqueira-pecã e também a caracterização morfológica das plantas, na qual esse material poderá contribuir para esclarecimento de dúvidas em relação a cultura e as diferentes cultivares. Durante o período de estudo, pude observar alguns aspectos em relação aos pomares implantados com a noqueira-pecã, primeiro sobre a identificação dos materiais presentes nos pomares, encontrando-se plantas sem identificação, sem origem, seleção de novos materiais (levando em consideração as características agrônômicas), duplicatas, cultivares, entre outras situações não adequadas de manejo da espécie. Essas diferenças e as dificuldades dos produtores em relatarem os materiais presentes em suas propriedades é algo frequente. Logo, a necessidade de começar a identificar a variabilidade das cultivares da espécie na região foi tornando-se necessário para responder alguns dúvidas iniciais sobre a cultura em expansão.

Atualmente, existem alguns estudos na área de biologia molecular que utilizam técnicas que analisam o DNA das plantas de noqueira-pecã ajudando na identificação de diversos genótipos presentes nos pomares. Esses estudos além de auxiliar na identificação de materiais, também poderá reconhecer o nível de similaridade genética entre as plantas. Pensando, em um futuro programa de melhoramento genético da cultura no país e possíveis problemas fitossanitários, é importante ter uma elevada variabilidade genética para manter a espécie. O presente estudo, junto aos demais já realizados e/ou em andamento, ajudam nesse processo de construção e evolução da cultura nessa área. No futuro, poderá surgir os bancos de germoplasma da cultura e o desenvolvimento de um programa de melhoramento da noqueira-pecã no país, além do surgimento de materiais promissores e adaptados as diferentes condições climáticas encontradas pelo Brasil.

No início do doutorado tive que estudar muito sobre a noqueira-pecã, uma frutífera que até então pouco conhecia, mas percebia esse crescimento do interesse de produtores, consumidores, pesquisadores sobre a cultura a cada ano. Tinha inúmeras demandas e dúvidas sobre a noqueira-pecã que nós da

pesquisa precisávamos tentar responder esses questionamentos, com isso a necessidade de realização de diferentes estudos eram necessários. Lembro que observava meus colegas que já trabalhavam com a cultura se dedicando e explorando vários aspectos sobre a espécie, como característica fenológica, produtividade, intensidade de poda, entre outros. Contudo, ainda precisava de mais estudos para conhecer e saber o comportamento e adaptação das plantas de noqueira-pecã em sistemas alternativos de produção na região.

Com isso, o trabalho realizado com a observação do desenvolvimento inicial de algumas cultivares de noqueira-pecã implantadas em sistema de produção orgânico e nas condições climáticas da região poderá ajudar nas informações iniciais sobre a cultura neste sistema. A produção orgânica de alimentos vem ganhando espaço nos últimos anos, com a demanda por alimentos produzidos de maneira a otimizar a produção e equilibrar os aspectos sociais, econômicos e ambientais, junto a exigência do consumidor que busca um alimento livre de agrotóxicos. Logo, o presente estudo torna-se necessário para avaliar o comportamento de algumas cultivares de noqueira-pecã que poderão apresentar melhor adaptação e produção de qualidade de nozes-pecã.

Com as avaliações realizadas até o presente momento pode-se verificar variação entre as plantas. Algumas cultivares demonstraram maior tolerância ao ataque de sarna, uma das principais doenças que pode causar prejuízos significativos na cultura da noqueira-pecã. Já, outras foram altamente suscetíveis, mostrando que para esse sistema poderiam não ser uma boa escolha para serem implantadas em uma área de produção agroecológica, essa que muitas vezes utilizam como estratégia o uso de cultivares resistentes e/ou tolerantes ao ataque de doenças e pragas.

Com certeza precisa-se de mais anos de avaliação para determinar quais as cultivares que seriam mais adequadas para o sistema de produção de base agroecológica. Mas, essas informações adquiridas durante os anos de avaliação desse trabalho irão fazer parte desse longo processo de avaliação. Portanto, é extremamente importante e necessário a continuação das avaliações, já que as plantas logo começarão a produzir frutos.

## 6.Referências

- BILHARVA, M. G. **Sistemas de cultivo da noqueira-pecã**. 2019. 145 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, RS. 2019.
- BILHARVA, M. G.; MARTINS, C. R.; HAMANN, J. J.; FRONZA, D.; DE MARCO, R.; MALGARIM, M.B. Pecan: from Research to the Brazilian Reality. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 23, n.6, p. 1-16, 2018.
- BITTENCOURT, L. **Contribuições para a embriogênese somática indireta em *Eugenia involucrata* e para a caracterização molecular de indivíduos de *Carya illinoensis*** . 2017. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria, 2017.
- DE MARCO, R.; MARTINS, C. R.; HERTER, F. G.; CROSA, C. F. R.; NAVA, G.A. Ciclo de desenvolvimento da noqueira-pecã – Escala fenológica. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.20, n.4,p. 260-2070. 2021.
- FENG, J.; KONG F. Enzyme inhibitory activities of phenolic compounds in pecan and the effect on starch digestion. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 220, n. 1, p. 117-123, 2022.
- FERRARI, V.; GIL, G.; HEINZEN, H.; ZOPPOLO, R.; IBÁÑEZ F. Influence of cultivar on Nutritional composition and nutraceutical potential of oecan growing in Uruguay. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 1-13, 2022.
- FERREIRA, M.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. ed. Brasília: EMBRAPA- CENARGEN, 1996. 220 p.
- GRAUKE, L. J.; IQBAL, M. J.; REDDY, A. S.; THOMPSON, T. E. Developing Microsatellite DNA Markers in Pecan. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v.128, n.3, p. 374-380, 2003.
- GREEN, R.; SUTHERLAND, J.; DANGOUR, A. D.; SHANKAR, B.; WEBB, P. Global dietary quality, undernutrition and non-communicable disease: a longitudinal modelling study. *BMJ Open*, 2016;5:e009331. 9p.
- LAZAROTTO, M.; BOVOLINI, M. P.; MUNIZ, M. F. B.; HARAKAVA, R.; REINIGER, L. R. S.; SANTOS, A. F. Identification and characterization of pathogenic Pestalotiopsis species to pecan tree in Brazil. **Pesquisa**

**Agropecuária Brasileira**, v.49, n.6, p.440-448. 2014.

LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M. F. B.; MARTINS, C. R. **Podridão de raízes em mudas de nogueira-pecã: diagnóstico e manejo**. Embrapa Clima Temperado (Documento 369), 2019. 6p.

MILLER, V.; WEBB, P.; CUDHEA, F. et al. A qualidade alimentar global em 185 países de 1990 a 2018 mostra grandes diferenças por nação, idade, educação e urbanidade. **Nat Food**, v.3, p.694–702, 2022.

NAVA, D. E.; SCHEUNEMANN, T.; BERNARDI, D.; MARTINS, C. R. **Guia para identificação de insetos-praga da nogueira-pecã**. Embrapa Clima Temperado (Documento 508), 2021. 24p.

NETO, CASTRO, N.; DENUZI, V. S. S.; RINALDI, R. N.; STADUTO, J. A. R. Produção orgânica: uma potencialidade estratégica para a agricultura familiar. **Revista Percursos- NEMO**. Maringá, v. 2, n. 2 , p. 73-95, 2010.

OLIVEIRA, M. G. C. et al. **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. 2.ed. Brasília: Embrapa, 2018. 61p.

POLETTO, T.; MUNIZ, M .F. B.; BAGGIOTO, C.; CECONI, D.E.; POLETTO, I. Fungos associados às flores de nogueira-pecã . **Revistas de ciências ambientais**, v.8, n.1,p. 5-13, 2014.

POLETTO, T.; MUNIZ, M. F. B.; FANTINEL, V. S.; POLETTO, I.; MARTINS, C. R. **Mancha foliar marrom da nogueira-pecã: identificação e manejo da doença nos pomares do sul do Brasil**. Embrapa Clima Temperado, Documento 373, 2019. 6p.

POLETTO, T.; MUNIZ, M. F. B.; FANTINEL, V. S.; POLETTO, I.; MARTINS, C. R. **Antracnose da nogueira-pecã**. Embrapa Clima Temperado, Documento 498, 2021. 13p.

POLETTO, T.; MUNIZ, M. F. B.; POLETTO, I.; STEFENON, V. **Nogueira-pecã: Identificação e manejo de doenças**. Ed. UFSM, 2022. 112p.

RADIOGRAFIA DA AGROPECUÁRIA GAÚCHA, 2022. **Departamento de Políticas Agrícolas e Desenvolvimento Rural**, 38p.

WALKER, C.; MUNIZ, M. F. B.; LAZAROTTO, M.; RABUSKE, J. E.; MARTINS, C. R. **Identificação e prevenção da sarna da nogueira-pecã na região sul do Brasil**. Embrapa Clima Temperado (Comunicado técnico, 372) . 2019. 7p.

## 7.Anexo

- Análise de solo da área com noqueira-pecã.

Registro	Identificação da Amostra	Matricula	Área (ha)	Cultura	Profundidade	Latitude	Longitude
1296	0-20	--X--	--X--	--X--	--X--	--X--	--X--
1297	20-40	--X--	--X--	--X--	--X--	--X--	--X--

Diagnóstico para acidez do solo e calagem

"pH em água 1:1; Ca, Mg, Al, e Mn trocáveis extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e CTC a pH 7,0."

Registro	pH água 1:1	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC <sub>efetivo</sub>	Saturação (%)		Índice SMP
		cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>					Al	Bases	
1296	5,0	3,7	2,0	0,1	3,9	6,2	1,6	61	6,1
1297	5,5	4,5	2,2	0,1	2,5	7,1	1,4	74	6,5

Diagnóstico para macronutrientes e recomendação de adubação NPK-S

"Argila determinada pelo método do densímetro; MO por digestão úmida e P, K, Na, Zn e Cu determinados pelo método de Mehlich 1."

Registro	% MO	% Argila	Classe de Argila	B	P-Mehlich	K	CTC <sub>pH7</sub>	K
	m/v			mg/dm <sup>3</sup>				
1296	1,38	25	3	--X--	16,1	66	10,0	0,17
1297	1,52	19	4	--X--	47,2	81	9,5	0,21

Diagnóstico para micronutrientes e relações molares

"S-SO<sub>4</sub> extraído com CaHPO<sub>4</sub> 500 mg L<sup>-1</sup> de P e B extraído com água quente."

Registro	Cu	Zn	B	Mn	Na	% Fe	Relações Molares		
	mg/dm <sup>3</sup>						Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
1296	4,1	3,7	--X--	25	51	0,14	1,85	21,76	11,76
1297	4,9	1,8	--X--	20	32	0,16	2,05	21,43	10,48