

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



Dissertação

**DORMÊNCIA DA NOGUEIRA-PECÃ [*Carya illinoensis* (WANGENH) K.
KOCH] PELO MÉTODO BIOLÓGICO**

Claudia Farela Ribeiro Crosa

Pelotas, 2021

CLAUDIA FARELA RIBEIRO CROSA

**DORMÊNCIA DA NOGUEIRA-PECÃ [*Carya illinoensis* (WANGENH) K.
KOCH] PELO MÉTODO BIOLÓGICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (Área de Concentração: Fruticultura de Clima Temperado).

Orientador: Dr. Carlos Roberto Martins
Coorientadores: Prof. Dr. Flávio Gilberto Herter
Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

C949d Crosa, Claudia Farela Ribeiro

Dormência da noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] pelo método biológico / Claudia Farela Ribeiro Crosa ; Carlos Roberto Martins, orientador ; Flávio Gilberto Herter, Marcelo Barbosa Malgarim, coorientadores. – Pelotas, 2021.

90 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Pecan. 2. Nós isolados. 3. Dormência vegetativa. 4. Requerimento de frio. I. Martins, Carlos Roberto, orient. II. Herter, Flávio Gilberto, coorient. III. Malgarim, Marcelo Barbosa, coorient. IV. Título.

CDD : 634.51

CLAUDIA FARELA RIBEIRO CROSA

DORMÊNCIA DA NOGUEIRA-PECÃ [*Carya illinoensis* (WANGENH.) K.KOCH]
PELO MÉTODO BIOLÓGICO

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências (Área de concentração: Fruticultura de Clima Temperado), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 04 de Maio de 2021

Banca examinadora:



Dr. Carlos Roberto Martins
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

(Orientador)



Prof. Dra. Roseli de Mello Farias
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

(Examinadora)

GILBERTO LUIZ
PUTTI:89321138900

Assinado digitalmente por GILBERTO LUIZ PUTTI:89321138900
DN: CN=GILBERTO LUIZ PUTTI:89321138900, OU=Universidade Federal de Pelotas
SERIAL=DIGITAL, EMAIL=GILBERTO.LUIZ@UFPEL.BR, OU=UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Serial: 3221-05-01-00-00-01
Data: 2021.05.01 08:55:01
Post-Process: Versão: 0.0.0

Prof. Dr. Gilberto Luis Putti
Doutor em Physiologie Et Génétique Moleculaires pela Universidade Blaise Pascal

(Examinador)



Prof. Dra. Caroline Farias Barreto
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

(Examinadora)

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo privilégio da existência e poder realizar este grande desafio.

Aos meus pais, Jorge e Claudia, por todo o apoio e incentivo durante toda a minha trajetória acadêmica e de vida.

Ao Rudinei De Marco, por todo amor, carinho, companheirismo, força, incentivo e paciência durante todos os dias desta jornada.

Ao meu irmão Jorge e minha cunhada Aline, por todo apoio e incentivo.

À minha família, em especial Tia Ita, Tio Paulo, Cinthia, João e Lucas por todo incentivo, apoio e carinho.

Aos professores orientadores Carlos Roberto Martins, Flávio Gilberto Herter, Marcelo Barbosa Malgarim, Caroline Farias Barreto e Robson Ryu Yamamoto pela orientação, confiança, incentivo e apoio prestado no decorrer do Mestrado.

Aos professores do PPGA, pelos ensinamentos, orientação e amizade.

À Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Fruticultura de Clima Temperado (PPGA), pela oportunidade de cursar o ensino público de qualidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Clima Temperado/Estação Experimental Cascata, pela disponibilidade de realização dos trabalhos de pesquisa. Em especial, seu Artur, Alexandre, Guga, Rudi e demais colaboradores.

À Fazenda Mato Grande, ao seu Alípio pela disponibilidade da área para estudos.

Aos amigos, Rafaela, Cristiano, Davi, Guilherme, Jéssica, Michelle, Luciane e outros, pelo auxílio a realização dos trabalhos, pelas conversas, troca de ideias e aos momentos de descontração.

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

MUITO OBRIGADA

RESUMO

CROSA, Claudia Farela Ribeiro. **Dormência da noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] pelo método biológico.** 2021. 90f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Agronomia: Fruticultura de Clima Temperado. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

O clima corresponde um dos principais fatores que influenciam o desenvolvimento da noqueira-pecã, sendo que o frio durante o período de dormência é um dos motivos limitantes, uma vez que, segundo a literatura, a noqueira-pecã necessita de baixas temperaturas para que possa induzir e superar a dormência e então, iniciar um novo ciclo de crescimento. Os problemas relacionados à falta de frio apresentam-se com diferentes intensidades. Deste modo, o objetivo do estudo foi estimar a necessidade de horas de frio para a indução da brotação de gemas em diferentes cultivares de noqueira-pecã submetidas ao frio natural e avaliar a resposta das cultivares submetidas ao frio artificial, através do método biológico com estacas de nós isolados. Para que os objetivos fossem atendidos foram realizados três trabalhos. O primeiro consistiu em uma revisão bibliográfica que está focada em abordar a dormência na cultura. No segundo estudo, foi realizado um experimento para avaliar a necessidade de frio de sete cultivares (Farley, Success, Barton, Desirable, Jackson, Mohawk e Melhorada) de noqueira-pecã, submetidas ao frio natural, com coletas mensais realizadas de junho a setembro de 2019. No terceiro, foi avaliado a resposta de 12 cultivares (Success, Shoshoni, Farley, Elliott, Mohawk, Jackson, Desirable, Barton, Importada, Shawnee, Choctaw e Melhorada) expostas ao frio artificial, onde foram ofertadas 0, 250, 500, 750 e 1000 horas de frio, nos anos de 2017 e 2018. O requerimento de frio das cultivares de noqueira-pecã levantada nos estudos varia com abordagem e local desenvolvido, não apresentando um padrão consensual e definitivo. Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que a que a cultivar Mohawk é mais exigente em frio e a necessidade de frio das demais cultivares é variável entre os anos de avaliação, sendo necessário a condução de mais estudos. Além disso, foi possível concluir que o teste de estacas de nós isolados não seja o método mais adequado para determinar o requerimento de frio da noqueira-pecã.

Palavras-chave: Pecan; nós isolados; dormência vegetativa, requerimento de frio.

ABSTRACT

CROSA, Claudia Farela Ribeiro. **Dormancy of pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch]**. 2021. 90f. Dissertation (Master degree) - Graduate Program in Agronomy: Temperate Climate Fruits. University Federal of Pelotas, Pelotas, 2021.

The climate is one of the main factors influencing the development of the pecan tree, and the cold during the dormancy period is one of the limiting reasons, since, according to the literature, the pecan tree needs low temperatures to be able to induce and overcome dormancy and then start a new growth cycle. Problems related to lack of cold present themselves with different intensities. Thus, the objective of the study was to estimate the need for cold hours to induce bud sprouting in different pecan cultivars submitted to natural cold and to evaluate the response of cultivars subjected to artificial cold, using the biological method with cuttings of isolated nodes. For the objectives to be met, three studies were carried out. The first consists of a literature review that is focused on addressing dormancy in culture. In the second study, an experiment was carried out to evaluate the cooling requirement of seven pecan cultivars (Farley, Success, Barton, Desirable, Jackson, Mohawk and Melhorada) submitted to natural cold, with monthly collections carried out from June to September 2019. In the third, the response of 12 cultivars (Success, Shoshoni, Farley, Elliott, Mohawk, Jackson, Desirable, Barton, Importada, Shawnee, Choctaw and Melhorada) was evaluated, exposed to artificial cold, where 0, 250, 500, 750 and 1000 hours of cold, in the years 2017 and 2018. The chilling requirement of the pecan cultivars surveyed in the studies varies with the approach and in the developed location, not showing a consensual and definitive pattern. Based on the results obtained, it is possible to conclude that the cultivar Mohawk is more demanding in terms of cold and the need for cold of the other cultivars varies between the years of evaluation, making it necessary to conduct more studies. Furthermore, it was possible to conclude that perhaps the test of isolated knot cuttings is not the most adequate method to determine the chilling requirement of the pecan tree.

Keywords: Pecan; isolated nodes; vegetative dormancy; cold requirement.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 PROJETO DE PESQUISA	13
2.1 TÍTULO	13
2.2 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	13
2.3 QUALIFICAÇÃO DO PRINCIPAL PROBLEMA A SER ABORDADO	14
2.4 OBJETIVOS	15
2.4.1 Objetivo Geral	15
2.4.2 Objetivos Específicos	15
2.5 HIPÓTESES	16
2.6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.6.1 IMPORTÂNCIA SOCIO ECONOMICA DA NOGUEIRA-PECÃ NO BRASIL	16
2.6.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA, ORIGEM E CARACTERÍSTICAS DA PLANTA	18
2.6.3 DORMÊNCIA	18
2.6.4 SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DA NOGUEIRA-PECÃ	21
2.6.5 MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA DORMÊNCIA	21
2.7 MATERIAL E MÉTODOS	22
2.8 METAS	25
2.9 CRONOGRAMA	26
2.10 ORÇAMENTO	26
2.11 REFERÊNCIAS	26
3 RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO	30
4 ARTIGO 1	32
Dormência vegetativa da noqueira-pecã – Uma revisão	32
4.1 RESUMO	32
4.2 ABSTRACT	32
4.3 Introdução	33
4.4 Importância socio econômica da noqueira-pecã	33
4.5 Dormência	34
4.6 Dormência na noqueira-pecã	36
4.7 Métodos de avaliação da dormência	39
4.8 Métodos de cálculo de acúmulo de frio	40
4.9 Produtos utilizados para superação da dormência	41
4.10 Considerações finais	43

4.11 Referências.....	43
5 ARTIGO 2.....	49
DORMÊNCIA DA NOGUEIRA-PECÃ EXPOSTAS AO FRIO NATURAL EM CONDIÇÕES DE INVERNO AMENO.....	49
5.1 RESUMO:.....	49
5.2 INTRODUÇÃO.....	50
5.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	52
5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.5 CONCLUSÕES.....	64
5.6 REFERÊNCIAS.....	64
6 ARTIGO 3.....	69
BROTAÇÃO DE CULTIVARES DE NOGUEIRA-PECÃ SUBMETIDAS AO FRIO ARTIFICIAL.....	69
6.1 RESUMO:.....	69
6.2 INTRODUÇÃO.....	70
6.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	72
6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
6.5 CONCLUSÃO.....	84
6.6 REFERÊNCIAS.....	85
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88
8 REFERÊNCIAS.....	89

1 INTRODUÇÃO

A noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] pertence à família botânica Juglandaceae, conhecida como a família das nozes (MCWILLIAMS, 2013). Essa espécie frutífera ocorre naturalmente em extensas áreas nas regiões temperadas do hemisfério norte, mais precisamente no Sul dos Estados Unidos até o Norte do México (WELLS, 2017a).

O plantio comercial da cultura vem crescendo anualmente em vários países de todos os continentes, inclusive no Brasil, em que a área destinada ao cultivo da noqueira-pecã ultrapassa 8.000 ha (MARTINS et al., 2018). Comercialmente no Brasil, a cultura é implantada principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, sendo a cultivar Barton a mais implantada (CROSA et al., 2020), devido basicamente as condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura nessas regiões.

Embora a noqueira-pecã seja nativa do Hemisfério Norte, Ojeda-Barrios et al. (2009) destacam que tanto no Hemisfério Norte como no Hemisfério Sul, entre as latitudes 25° e 35°, tem potencial para o cultivo da noqueira-pecã. Contudo, como uma espécie característica de clima temperado, no final do outono ocorre à queda das folhas e a planta entra em dormência (PETRI et al., 2021).

Nesse contexto, a dormência pode ser considerada um mecanismo adaptativo que permite que plantas sobrevivam a períodos de estresse, como é o caso de baixas temperaturas hibernais (LANG et al., 1987). Essas baixas temperaturas na dormência atuam de duas formas, primeiramente contribuem para a paralisação do crescimento, proporcionando aclimação ao frio e indução à endodormência e, posteriormente, atuam na superação deste estado (PETRI et al., 2021). A quantidade de frio, caracterizada por temperaturas iguais ou inferiores a 7,2 °C, ocorrida desde a indução até a superação da endodormência é denominada requerimento em frio, sendo determinada para cada espécie e até mesmo cultivar (HAWERROTH et al., 2010).

A necessidade de horas de frio para noqueira-pecã difere de acordo com a cultivar. Segundo Sozzi (2008), o requerimento em horas de frio para a espécie varia entre 100 a 600 horas. Raseira (1990), descreve que a exigência das cultivares implantadas no Rio Grande do Sul são próximas a 400 horas, enquanto Fronza & Hamann (2016) relatam que tem conseguido boa produção em regiões no Norte do Estado com acúmulo em torno de 100 a 200 horas. Portanto, a necessidade de horas de frio das cultivares de noqueira-pecã

cultivadas no RS ainda não são conhecidas, dificultando a escolha de cultivares para implantação nas diferentes regiões do Estado.

A implantação de cultivares em regiões que não atendem as necessidades climáticas das plantas podem trazer perdas significativas de produção. De acordo com Wells (2017b), anos agrícolas com um total de horas de frio inferior ao mínimo exigido pela cultivar pode ocasionar alguns distúrbios fisiológicos, tais como a baixa porcentagem e irregularidade da brotação e conseqüentemente redução da produção. Nesse contexto, o conhecimento de exigência de frio para as cultivares são essenciais para o zoneamento climático da cultura, garantindo dessa forma, a implantação de cultivares mais adaptadas e logo possibilitando aumento produtivo para a cultura.

A determinação precisa do requerimento em frio de espécies frutíferas, em condições de campo, é dificultada pelo grande número de fatores que interagem conjuntamente na dormência e que não podem ser controlados (PETRI et al., 2021). Assim, estudos em condições controladas são necessários, sobretudo envolvendo temperatura do ar. Dessa forma, vários métodos biológicos têm sido utilizados com a finalidade de estimar a necessidade de frio de espécies de clima temperado. Entre esses métodos, pode-se utilizar plantas inteiras (em vasos ou ramos enxertados) ou apenas partes destas, tais como ramos destacados ou nós isolados (WAGNER JUNIOR et al., 2009; CHAVARRIA et al., 2009). Os métodos que usam plantas inteiras permitem avaliar interações entre as gemas e outros tecidos ou órgãos, mas demandam grandes espaços e elevam os custos da pesquisa, além de dificultar a aplicação de vários tratamentos (HAWERROTH et al., 2010). Em contrapartida, métodos que utilizam ramos destacados ou nós isolados possibilitam trabalhar com grande número de gemas em pequenos espaços, permitindo maior amplitude de resposta a diferentes condições térmicas. Contudo, a longevidade do material pode ser prejudicada, por desidratação dos tecidos vegetais, devendo ter maior cuidado com a umidade relativa nesse método (CITADIN et al., 1998).

Dessa forma, vários estudos utilizando a técnica de estacas de nós isolados têm sido utilizados com êxito em diversas culturas. O teste consiste na utilização de porções dos ramos contendo apenas um nó com gemas, eliminando assim, grande parte das inibições correlativas, submetendo-os às condições adequadas de crescimento (HAWERROTH et al., 2010). Com isso, é possível verificar quando o período de endodormência foi superado, visto que a única inibição para a gema brotar vem da própria

gema, pois as demais são eliminadas, não tendo inibição por outro órgão da planta (CHAMPAGNAT, 1983; DENNIS JUNIOR, 2003).

O sucesso do cultivo depende de vários fatores, entre eles, o conhecimento acerca das exigências climáticas, sendo a necessidade de frio um fator de grande importância para que espécies de clima temperado iniciem um novo ciclo de crescimento. Com isso, desenvolveu-se o presente trabalho para melhor compreender o entendimento da dormência e a exigência em frio de cultivares de noqueira-pecã.

2 PROJETO DE PESQUISA

2.1 TÍTULO

DORMÊNCIA DA NOGUEIRA-PECÃ PRODUZIDA NO SUL DO BRASIL

2.2 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] é uma frutífera cultivada, predominantemente, nas regiões temperadas do Hemisfério Norte (BRISON, 1974; SPARKS, 2005; WALKER et al., 2016). É uma espécie caducifólia, de porte alto e de grande longevidade produtiva. Na natureza, observa-se que os frutos fazem parte da dieta de muitas aves, raposas, esquilos, gambás, porcos selvagens e guaxinins, assim como também dos próprios seres humanos, em vista do seu valor nutricional (MARTINS et al., 2018).

A noqueira-pecã é cultivada de forma comercial nas regiões de origem dos Estados Unidos e México e também, em outros países como Austrália, África do Sul, Argentina, Israel e Peru, inclusive no Brasil (FRONZA; DE MARCO, 2019). A expansão de cultivo decorre do aumento da demanda do consumo de nozes, que podem ser consumidas de forma in natura ou industrializada (HAMANN, 2018).

No Brasil, a cultura da noqueira-pecã vem sendo considerada uma ótima alternativa para a diversificação produtiva de pequenas propriedades, principalmente aquelas em que seus proprietários fazem parte da agricultura familiar (DE MARCO et al., 2018). A colheita ocorre em períodos diferentes das demais culturas, é de fácil armazenamento de seus frutos. É uma espécie perene, com longevidade de produção e uma menor demanda de mão de obra, quando comparada às demais frutíferas, principalmente na sua fase adulta.

Com isso, vem aumentando o interesse dos produtores, respaldado pelo aumento do consumo e do preço de mercado. Alguns atrativos reforçam a ideia do cultivo, tais como, o baixo custo de implantação dos pomares, comparado ao de outras frutíferas, colheita fora da época tradicional de grãos, proporcionando não só a expansão do plantio de noqueira-pecã, como a recuperação dos pomares velhos sem os devidos cuidados que requerem a espécie e uma variação na renda desses mesmos produtores (MARTINS et al., 2018; FRONZA; HAMANN, 2016; POLETTTO et al., 2014; WALKER, 2016).

O Rio Grande do Sul se destaca pela área de cultivo, pela produção e inserção de agroindústrias responsáveis pelo processamento dos frutos e também pela produção de

mudas. O fato de o referido estado estar à frente na produção de noz em relação aos demais estados brasileiros é devido as suas condições climáticas, que são favoráveis à cultura. A pecanicultura está presente em todas as regiões gaúchas, sendo os dois principais polos de produção e industrialização os municípios de Anta Gorda e Cachoeira do Sul (MARTINS et al., 2019).

É uma cultura que se adapta com mais facilidade as regiões de clima temperado e de subtropical, que apresentam condições adequadas às horas de frio que são exigidas pela planta (MARTINS et al., 2017). No que diz respeito às exigências climáticas, a noqueira-pecã é uma frutífera de clima temperado, necessitando de acúmulo de horas de frio para produzir economicamente, variável com cada cultivar (WELLS, 2017). Segundo Wells (2017), a falta de frio causa alguns distúrbios fisiológicos, irregularidade na brotação e produção desuniforme em caso do frio ser inferior a 100 horas.

De acordo com Raseira (1990), a exigência em horas de frio das cultivares implantadas no Rio Grande do Sul satisfaz-se com 400 horas. Na região do RS tem-se observado que os produtores têm conseguido cultivar e obter boa produção em regiões do estado com acúmulo em torno de 100 a 200 horas (FRONZA et al., 2016).

As plantas, para sobreviverem a períodos de estresse, como é o caso de baixas temperaturas hibernais, desenvolvem uma estrutura adaptativa diferenciada pela aquisição da resistência ao frio e do controle do crescimento, denominado dormência. Problemas relacionados à brotação e floração desuniformes manifestam-se com maior frequência, repercutindo negativamente na produtividade e na qualidade das plantas. Frente aos problemas de adaptação observados em tais espécies quando em regiões com insuficiência de frio no período hibernar, os estudos sobre a dormência, visando à minimização destes problemas, têm sido intensificados (HAWERROTH et al., 2010)

No Brasil, as pesquisas com a noqueira-pecã são insipientes ficando muito aquém da demanda. Estudos que visem conhecer a dinâmica que envolve a dormência e a necessidade de horas de frio nesta cultura, podem auxiliar na adaptação às condições agroclimáticas, bem como identificar as exigências de frio das cultivares. Isso fará com que os produtores tenham mais certeza e confiança no momento de implantação de seus pomares.

2.3 QUALIFICAÇÃO DO PRINCIPAL PROBLEMA A SER ABORDADO

No Rio Grande do Sul, nos últimos anos, a cultura da noqueira-pecã se expandiu consideravelmente em área e produção. Corrobora-se um mercado promissor, devido ao

crescimento do consumo diário de nozes, estimulado pelos benefícios à saúde e aliado ao alto valor pago pelo fruto. Assim, encontra-se neste cultivo a possibilidade de uma promissora fonte de renda, tanto para grandes, quanto para pequenos agricultores (MARTINS et al., 2017).

Para tanto, o sucesso do cultivo depende de vários fatores, entre eles, o conhecimento acerca das exigências climáticas, sendo a necessidade de frio um fator de grande importância para que espécies de clima temperado que iniciam um novo ciclo de crescimento.

A cultura da noqueira-pecã ainda carece de estudos que possam aprimorar seu cultivo, dentre eles, a exigência em frio necessária para a superação da dormência. No entanto, pouco se conhece a respeito das exigências climáticas das cultivares de noqueira-pecã implantadas no Brasil. Afinal, de acordo com informações encontradas na literatura, as cultivares de noqueira-pecã plantadas nos Estados Unidos respondem a condições climáticas que diferem das brasileiras.

Não se conhece a exigência em frio das principais cultivares implantadas no Brasil, portanto, isso irá dificultar a escolha de cultivares mais bem adaptadas para cada região agroclimática. As práticas de manejo direcionadas no pomar, como a aplicação de produtos para a superação da dormência, dependem da necessidade de frio de cada cultivar.

A determinação das exigências em frio é uma ferramenta de grande importância para a realização de zoneamentos de regiões com maiores potencialidades para espécie. Dessa forma, é de fundamental importância o conhecimento de exigência de frio de cada cultivar de noqueira-pecã.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo Geral

Determinar a exigência em frio hibernal necessária para a superação da dormência, em diversas cultivares de noqueira-pecã.

2.4.2 Objetivos Específicos

Estimar a quantidade de horas de frio para a indução da brotação de gemas laterais e terminais em diferentes cultivares de pecaneira;

Conhecer os principais mecanismos fisiológicos envolvidos nas fases da ecodormência e endodormência das cultivares de noqueira-pecã;

Determinar o nível de profundidade da dormência das cultivares de noqueira-pecã, através do método biológico;

Quantificar a necessidade de horas de frio par cada cultivar na região da serra do Sudeste Pelotas-RS de noqueira-pecã.

2.5 HIPÓTESES

Cultivares de noqueira-pecã exigem diferentes quantidades de frio para superar o período de dormência.

A região da serra do Sudeste, no Rio Grande do Sul, possui condições que atendem às necessidades de desenvolvimento das cultivares de noqueira-pecã.

A saída da endodormência está relacionada com o metabolismo de carboidratos e conteúdo de água.

2.6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.6.1 IMPORTÂNCIA SOCIO ECONOMICA DA NOGUEIRA-PECÃ NO BRASIL

A noqueira-pecã (*Carya illinoensis* K.) ocorre de forma natural em extensas áreas nas regiões temperadas do hemisfério norte, mais precisamente no Sul dos Estados Unidos até o México, (GRIN, 2016).

Os Estados Unidos é o principal produtor mundial de noz-pecã, sendo também um dos principais consumidores. Nos seus pomares são cultivadas plantas nativas e plantas melhoradas. As principais cultivares exploradas são Cape Fear, Desirable, Elliott, Stuart, Pawnee e Sumner (FRONZA e HAMANN, 2016).

O México está ocupando a segunda posição no que diz respeito a produção mundial de noz-pecã, país este onde a pecan também é nativa. As principais cultivares exploradas de forma comercial são Western e Wichita, que somam cerca de 80% dos pomares. A maioria da produção se concentra nos estados de Chihuahua, Coahuila, Sonora, Durango e Nuevo Leon (FRONZA e HAMANN, 2016).

Na América do Sul, a Argentina possui cerca de 6000 ha, dentre eles 1500 ha encontram-se em plena produção. Na região do Peru há cerca de 3000 ha e o Uruguai conta com uma área de aproximadamente 600 ha. Já no Brasil, a área destinada ao cultivo da noqueira-pecã ultrapassa 8.000 ha (HAMANN, 2018; MARTINS et al., 2018).

No Brasil, a história da noqueira-pecã é remontada aos anos de 1865 a 1875 quando imigrantes vindos dos Estados Unidos chegaram ao país através de benefícios

concedidos pelo Imperador Dom Pedro II. Esses imigrantes trouxeram, além de outras culturas, a noqueira-pecã (WELLS, 2017; HAMANN, 2018).

Os primeiros plantios comerciais surgiram no Brasil por volta de 1915. Nas décadas de 60 e 70 houve um grande estímulo ao plantio de noqueiras aliado aos incentivos fiscais concedidos aos empreendimentos florestais de acordo com a Lei nº 5.106, de 2 de setembro de 1966 e posteriormente com o Decreto Lei nº 1.134 de 1970. Porém, por um longo período, a pecanicultura teve um desestímulo em decorrência das poucas pesquisas contemplando a forma de implantação e condução da cultura (ORTIZ e CAMARGO, 2005). A partir de 2010 a cultura voltou a ter visibilidade no mercado produtivo, devido ao investimento de empresas privadas na produção de mudas e no auxílio técnico na implantação dos pomares. O produto passou a ter maior valor agregado das nozes, a diversidade nas pequenas propriedades agrícolas para sua manutenção e as pesquisas científicas despontando nesta área de interesse (ROVANI, 2015).

No Brasil, é cultivada na Região Sul até o Estado de Minas Gerais. Os plantios comerciais, principalmente os com maiores extensões de área plantada, encontram-se nas regiões do Vale do Taquari, Rio Pardo e Central do Estado do Rio Grande do Sul (POLETTTO et al., 2015).

A noqueira-pecã é uma planta frutífera que possui fase vegetativa, reprodutiva e senescência, devendo necessariamente passar por um período denominado de dormência vegetativa (onde o crescimento do meristema é praticamente nulo). Período este que no Brasil é iniciado por volta do mês de maio e se estende até o mês de setembro (FRONZA; HAMANN, 2016). A brotação da noqueira-pecã pode ocorrer com muito pouco frio, porém, há uma variação significativa quando o número de HF é inferior a 100 horas. À medida que mais HF se acumulam no inverno, menor é o calor que será necessário na primavera para estimular uma brotação das flores de maneira mais uniforme. Essa adaptação permite que as plantas se desenvolvam sob uma ampla gama de condições climáticas (WELLS, 2017).

Na fase da paradormência ocorre a diferenciação floral. Em caso de temperaturas baixas insuficientes, a planta não entra na endodormência e como consequência altera o desenvolvimento, causando até mesmo abortamento floral, como consumo das reservas necessárias para brotar e florescer (HAWERROTH, 2010).

Para que a noqueira-pecã supere a endodormência fisiológica e inicie um novo ciclo de crescimento se faz necessário um número mínimo de HF para que ocorra a degradação do ácido abscísico que se formou na planta (WELLS, 2017).

2.6.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA, ORIGEM E CARACTERÍSTICAS DA PLANTA

A *C. illinoensis* pertence à família botânica Juglandaceae, que é conhecida como a família das nozes. O gênero *Carya* compreende mais de 20 espécies, dentre as quais 13 são nativas dos Estados Unidos, estando a noqueira-pecã como a única espécie com importância econômica a nível mundial (WILLIAMS, 2013).

De maneira geral, é uma planta caracterizada por ser de grande porte e caducifolia, ou seja, perde suas folhas em certa estação do ano, podendo ter uma altura de 60 metros. Além disso, a noqueira-pecã pode superar 200 anos de idade (BUENO et al., 2014; ORO, 2007; SCHIRMER et al., 2014).

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

Geralmente, os ramos da pecaneira são longos e possuem uma forte dominância apical. Possuem também nós dotados de gemas que ficam dispostas alternadamente na extensão deles. No que diz respeito às gemas, seu número pode ser variável, indo de acordo com cada cultivar, podendo haver gemas primárias, secundárias, terciárias e quaternárias no mesmo nó (FRONZA; HAMANN, 2016).

2.6.3 DORMÊNCIA

O desenvolvimento de diferentes estratégias adaptativas como a dormência, permitiu a sobrevivência das frutíferas de clima temperado, em suas regiões de origem, que são caracterizadas pelas baixas temperaturas durante o período de outono e inverno (HAWERROTH, 2010).

Lang et al. (1987), definiram a dormência como um processo de desenvolvimento que envolve a suspensão momentânea ou provisória do crescimento de alguma estrutura vegetal contendo um meristema, caracterizado pelo controle do crescimento e aquisição da resistência ao frio. A dormência não é um mecanismo que é adquirido rapidamente pelas plantas, mas sim um processo de desenvolvimento progressivo que tem início durante o outono, aumentando sua intensidade até alcançar a dormência profunda ou endodormência (RUIZ et al., 2007).

A intensidade e a forma com que a dormência se manifesta nas frutíferas de clima temperado, em diferenciados ambientes de cultivo, tem um forte impacto sobre o controle, à manutenção e a produção das mesmas espécies (FENNEL, 1999). O profundo estudo do comportamento fenológico das culturas, em principal o processo de dormência, são importantes para se adquirir produções satisfatórias e para determinar as mais adequadas técnicas agronômicas, para que assim a produção seja de fato maximizada (HAWERROTH, 2010).

Este fenômeno da dormência foi dividido por Lang et al. (1987) autores em três diferentes fases: para, endo e ecodormência.

A paradormência é a inibição correlativa, em que em determinado órgão impede o crescimento do outro, onde é possível a retomada imediata do crescimento com a supressão do inibidor. O crescimento de uma gema pode ser inibido por outras em estrato superior (HAWERROTH, 2010). A dominância apical, onde não é visualizado o desenvolvimento das gemas axilares, que ficam situadas abaixo das gemas terminais, é um exemplo respectivo de paradormência, visto que as gemas axilares permanecem em situação de dormência mesmo estando em condições favoráveis, e só retomam o crescimento se houver suspensão do fator inibição (LANG et al., 1985; HAWERROTH, 2010).

A endodormência é a paralisação do desenvolvimento da gema como uma forma de sobrevivência em condições ambientais desfavoráveis ao seu crescimento, como a temperatura e o déficit hídrico. Ainda de acordo com os mesmos autores, a origem da inibição situa-se no próprio meristema e o crescimento não ocorre de forma normal, mesmo que as condições ambientais sejam favoráveis e as inibições correlativas forem suprimidas. Quanto mais profunda essa etapa, maior será o número de horas de frio para superá-la. A quantidade de frio ocorrida desde a indução até a superação da endodormência é denominada requerimento em frio, sendo determinada para cada espécie e até mesmo cultivar (LANG et al., 1987).

Para iniciar a endodormência é necessário um processo de aclimação, o qual ocorre naturalmente em resposta à diminuição gradual de temperatura, horas de sol e disponibilidade de água (ARORA et al., 2003; ROWLAND et al., 2008). A aclimação é composta por múltiplos processos, que inclui a síntese de hormônios inibidores do crescimento, como o ácido abscísico (ABA) (TAMURA et al., 1993), desidratação da gema e acúmulo de moléculas crioprotetoras e osmoprotetoras. Além disso, há a diminuição de fito-hormônios indutores do crescimento (auxinas, giberelinas e

citocininas) e da respiração (PARADA et al., 2016). Durante a aclimação ocorre também à mobilização dos fotoassimilados, como reservas de carbono e nitrogênio, para os ramos e raízes, resultando na abscisão foliar. Neste estágio, o mantimento de baixas temperaturas é importante a fim de garantir a proteção dos meristemas em formação às condições ambientais durante o inverno.

Uma vez finalizadas as horas de frio necessárias, definidas pela genética da planta, e em resposta à reversão dos sinais ambientais externos (altas temperaturas, água disponível, incremento nas horas de sol) a planta vai iniciar o procedimento de desaclimação. Nesta etapa ocorre redução na síntese de ácido abscísico e aumento da síntese das auxinas e giberelinas. Esses, por sua vez, podem ativar a síntese de enzimas hidrolíticas permitindo o influxo da água e a consequente ativação de processos metabólicos e indução do crescimento, resultando no início da ecodormência (WOOD et al., 1983).

A ecodormência caracteriza-se pela não brotação das gemas, originária de fatores extrínsecos à planta limitantes do desenvolvimento, como por exemplo, as baixas temperaturas. No momento em que forem suspensos os fatores limitantes sobre a planta, vai ocorrer a brotação das gemas (LANG, et al., 1987; HAWERROTH et al., 2010). No caso em particular das frutíferas de clima temperado, é a última fase de repouso de inverno, após a superação da endodormência, as gemas continuam em repouso até que ocorra o acúmulo de calor suficiente para poder ocorrer a retomada do crescimento (HAWERROTH et al., 2010).

Durante o outono e o inverno, do início ao final da dormência, importantes processos metabólicos ocorrem, fazendo com que a planta sobreviva em baixas temperaturas. Antes da senescência das folhas, parte dos carboidratos, formados na fotossíntese, são translocados das folhas para tecidos como gemas, ramos e raízes. O armazenamento de carboidratos é necessário para sustentar o desenvolvimento das plantas em períodos de estresse, durante a dormência e no reinício do crescimento na primavera e frutificação (FAUST, 1989).

É no período que se refere ao outono, quando ocorre a queda das folhas, que o conteúdo de carboidratos nas plantas frutíferas atinge seus níveis máximos nos ramos, e vai diminuindo gradativamente até o momento da chegada do inverno. Trata-se de um mecanismo para que a planta consiga aclimatar-se ao frio, e decrescendo estes níveis de forma acentuada no início da primavera, quando estes carboidratos são consumidos e

direcionados para as gemas e depois para as folhas jovens (KRAMER; KOZLOWSKY, 1979; LARCHER, 2000).

A dinâmica e o conteúdo de água têm grande importância para a ocorrência destes eventos bioquímicos (LANG et al., 1987), visto que é através dela que há a mobilização dos carboidratos durante a fase de repouso hibernar (SIMÕES, 2011). A água transloca-se para os tecidos adjacentes durante o período do início do inverno, fazendo com que, as gemas se desidratem. Trata-se de um mecanismo de proteção ou tolerância às baixas temperaturas. Superando o período de dormência, é esperado que ocorra translocação da água dos ramos adjacentes para os primórdios das gemas, reidratando as mesmas. Concomitantemente ocorre o transporte dos açúcares solúveis (sacarose) originados da hidrólise do amido (carboidrato de reserva mais abundante). Esta condução da água é de ampla importância para a fisiologia das frutíferas de clima temperado, pois pode ser um indicador fisiológico para a retomada do crescimento (AMÉGLIO et al., 2001; SIMÕES, 2011).

2.6.4 SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DA NOGUEIRA-PECÃ

A pecaneira como todas as caducifólias, entra em dormência, e possui uma exigência em frio que parece ser satisfeita com as condições de frio do Rio Grande do Sul, onde existem regiões com acúmulo próximo às 600 horas (Serra Gaúcha) e regiões com acúmulo próximo a 100 horas (Região Norte, próximo ao Rio Uruguai). Assim que as suas necessidades em HF forem supridas, ocorrendo a degradação do ácido abscísico que se formou na planta, um novo ciclo de crescimento poderá ser iniciado (WELLS, 2017).

No Brasil, este período de dormência vegetativa, onde não acontece praticamente nenhum crescimento meristemático, se estende desde meados de maio até aproximadamente setembro (FRONZA; HAMANN, 2016).

Hamann (2018) afirma ainda que, pode haver alguns distúrbios fisiológicos, irregularidades na brotação, influência no padrão e período de florescimento, dentre outros sintomas quando o número de horas de frio for inferior a 100 horas.

2.6.5 MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA DORMÊNCIA

Estudos em condições controladas são necessários para determinar de uma forma mais precisa o requerimento de frio das frutíferas de clima temperado. Assim sendo, diversos métodos biológicos são utilizados com essa finalidade. Dentre eles, podem-se

utilizar plantas inteiras (em vasos ou ramos enxertados) e partes delas (ramos destacados ou nós isolados) (HERTER et al., 2000; CHAVARRIA et al., 2009).

Os métodos que utilizam plantas inteiras admitem aferir interações entre as gemas e outros tecidos ou órgãos, porém, necessitam de grandes espaços e elevam os custos da pesquisa, causando dificuldade na aplicação de vários tratamentos. Em compensação, métodos que utilizam ramos destacados ou nós isolados possibilitam trabalhar com grande número de gemas em espaços reduzidos, permitindo maior amplitude de resposta a diferentes condições térmicas. Entretanto, a longevidade do material pode ser comprometida, por desidratação dos tecidos vegetais, devendo ter maior cuidado com a umidade relativa nesse método (HAWERROTH et al., 2010).

2.7 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos serão conduzidos na Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Pelotas, RS, nas coordenadas geográficas 31°42'S 52° 24'O e está localizada a uma altitude de 57 m em relação ao nível do mar, com sete cultivares de nogueira-pecã que serão coletados ramos em dois pomares localizados no município de Canguçu, RS (Barton, Mohawk, Jackson, Success, Desirable e Farley - 31°28"S 52°56"O) (Melhorada - 31°28"S 52°41"O).

Serão conduzidos dois experimentos simultaneamente nos anos de 2019 e 2020 para determinar a necessidade de frio e a dinâmica da dormência das cultivares de nogueira-pecã, através do uso de teste biológico (ramos de nós isolados) e de avaliações físico-químicas.

Experimento I: Método biológico

Esse experimento consistirá na utilização dos ramos destacados da planta sob as condições de campo, ou seja, frio natural. Nele irá ser utilizado as sete cultivares que já foram mencionadas anteriormente. Os ramos serão coletados em períodos de 30 dias, iniciando no mês de junho até o mês de setembro, período que coincide com a queda das folhas e início da brotação.

Mensalmente serão coletados 60 ramos de um ano de idade e com 20 cm de comprimento de cada uma das sete cultivares, sendo que os mesmos serão separados para os dois experimentos: Determinação do nível de dormência e determinações físico-químicas dos ramos coletados.

1 - Determinação do nível de dormência. Dos 60 ramos coletados, 20 serão utilizados para esse experimento. Sendo que em cada data de coleta, os ramos serão

preparados e conduzidos à câmara de crescimento. Os ramos serão mantidos umedecidos (envolto com papel jornal umedecido e ensacados com sacos de plástico) desde a coleta até o período em que eles forem preparados para irem à câmara de crescimento.

Os 20 ramos de cada cultivar, serão cortados com aproximadamente 10 cm de comprimento, utilizando somente a porção mediana do ramo coletado a campo. Posteriormente a esse corte, será mantido somente uma gema a 2 cm abaixo do corte superior, eliminando as demais gemas. Para reduzir a desidratação dos ramos e, conseqüentemente da gema, a extremidade superior do ramo será protegida com plástico filme.

Em seguida ao preparo dos ramos, os mesmos serão dispostos em bandejas contendo vermiculita umedecida e mantidos em câmaras de crescimento, à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 16 horas até o final das avaliações.

O experimento será conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 20 repetições (cada ramo considerado uma repetição) em esquema fatorial (7 x 5), com as sete cultivares e as cinco datas de coleta.

A partir do seu conjunto (20 ramos) será avaliada a brotação através do método biológico que permite determinar a profundidade de dormência. Em avaliações realizadas três vezes por semana, será determinado o início da brotação observando as gemas com pontas verdes (PV) conforme escala BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt e Chemische Industrie) (HAN et al., 2018). Com base nesse dado, serão calculadas as seguintes variáveis: tempo médio para brotação (TMB), que representa o número médio de dias passados entre a instalação do experimento e a detecção do estágio PV; a taxa final de brotação (TF), que representa a porcentagem do total de gemas que atingiram PV; e índice de velocidade de brotação (IVB), que avalia a ocorrência de brotação das gemas em função do tempo para a brotação.

Experimento II: Método físico-químico

– Determinações físico-químicas. Os 40 ramos restantes, dos 60 coletados em cada data, serão utilizados para a determinação do conteúdo de carboidratos (método do fenol-ácido sulfúrico), açúcares solúveis totais (pelo método de Antrona 0,15% H₂SO₄), sacarose (método de Handel) e amido (método de McCready) das gemas, casca e lenho dos ramos em cada data de coleta (MCCREADY et al., 1950; DISCHE, 1962; HANDEL, 1968). Serão utilizados aproximadamente 300 mg de massa seca, que serão moídas em moinho tipo Willey para a determinação dos conteúdos.

1- Teores de açúcares solúveis, sacarose, amido e prolina: As coletas para a realização das respectivas análises vão ser feita a cada 30 dias, que vão coincidir com as datas de coleta do experimento 2.1. Para tanto, 20 ramos contendo 6 gemas das 7 cultivares estudadas serão coletados, envoltos em papel alumínio e colocados imediatamente numa caixa de isopor com gelo para o transporte até o laboratório onde serão colocados em ultrafreezer (-80°C).

Tanto os ramos quanto as gemas serão levados a secar numa estufa com ventilação forçada por 72 horas a 60° C de temperatura. Após a secagem, os ramos e gemas irão ser moídos por separado com auxílio de um moinho marca Willye, dos quais aproximadamente 300 mg serão utilizados para a extração dos carboidratos e aminoácidos (ambos através da utilização de gema, casca e lenho).

Para a extração, as amostras serão maceradas em almofariz sobre placa de gelo, homogeneizados com 8 ml de MCW (metanol: clorofórmio: água milli-Q na proporção de 12:5:3) e deixados por 24 horas no escuro. Após esse período, serão adicionados 2 mL de solução MCW e centrifugados a 3000 rpm por 30 minutos. Irão ser coletados 8 mL de sobrenadante e adicionados 2 mL de clorofórmio e 3 mL de água milli-Q. A nova solução será centrifugada por 30 min a 3000 rpm até formar três fases. A primeira fase é coletada e levada a banho-maria a 30° C por 24 horas até evaporar a metade do volume. Deste extrato serão quantificados açúcares solúveis totais, aminoácidos solúveis totais e prolina.

Logo, o pellet da segunda centrifugação será ressuspensão em 10 ml de ácido perclórico (PCA) 30%, a solução foi agitada num orbital por 30 minutos e depois centrifugada a 2000 rpm por 30 minutos. O sobrenadante (extrato 3) coletado foi utilizado para quantificar amido.

2- Fitormônios: serão coletadas as primeiras setes gemas, a cada 30 dias (coincidindo com a data das demais coletas) e imediatamente envoltos em papel alumínio, colocadas em caixa de isopor com gelo e logo depois armazenadas em ultrafreezer (-80°C) até o momento da quantificação dos seguintes hormônios vegetais: ácido abscísico (ABA), ácido indol-3-acético (AIA) e ácido giberélico (GA3).

A extração será realizada no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Pelotas.

A extração seguirá metodologia descrita por Pan et al. (2008) com algumas modificações.

Para tanto, 300 mg do tecido vegetal liofilizado terão de ser pesados e transferidos para microtubos Eppendorf e em seguida adicionados 650 µL da solução extratora

composta por 1-propanol, água ultrapura e HCl concentrado na proporção de 2:1:0,002, respectivamente. As amostras serão submetidas à agitação por 30 minutos, seguido da adição de 1300 µL de diclorometano e agitação por 30 minutos. O material será centrifugado a temperatura ambiente por 10 minutos a 10000 rpm. A fração apolar será separada e concentrada com fluxo de gás nitrogênio (N₂). O resíduo seco contendo os hormônios será ressuspensionado em 200 µL de solução de água ultrapura e acetonitrila na proporção de 1:1. A solução final irá ser centrifugada e filtrada através de membrana de nylon 0,22 µM (AllCrom, St. Louis, Mo, EUA), para ser posteriormente analisada por cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massa (LC-MS).

A identificação dos fitormônios ABA, AIA e GA3 será realizada por comparação com padrões externos (Sigma Aldrich) e curvas de calibração serão utilizadas para quantificação. A partir dos dados obtidos se calcularam as relações das concentrações dos hormônios indutores e inibidores do crescimento, a saber $[(AIA+GA3) / ABA]$ e $GA3/ABA$.

Durante o período de coleta dos ramos serão obtidos os dados climáticos da Estação Meteorológica - Canguçu-A811 (INMET). Esse estudo também será conduzido por dois anos, implantados em 2019 e repetido em 2020.

Os dados coletados serão submetidos à análise de variância, posteriormente comparados pelo Teste Tukey ao nível de 5% probabilidade de erro, utilizado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2016).

2.8 METAS

Identificar as respostas fisiológicas da dormência da noqueira-pecã e determinar a necessidade de frio das cultivares Barton, Mohawk, Jackson, Success, Desirable, Farley e Melhorada em dois anos.

Compreender a dinâmica da dormência de cultivares de noqueira-pecã nos próximos dois anos.

Confeccionar uma revisão bibliográfica sobre a Exigência de frio e superação da dormência da noqueira-pecã para publicar junto à dissertação.

2.9 CRONOGRAMA

Atividades	2019											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Revisão Bibliográfica			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Instalação dos experimentos I e II				x	x	x	x	x	x	x		
Coleta dos dados dos experimentos I e II					x	x	x	x	x	x		
Relatório das atividades						x	x	x	x	x		
Análise dos dados do experimento I									x	x	x	x
Análise dos dados do experimento II										x	x	x
Atividades	2020											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Revisão Bibliográfica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Instalação dos experimentos I e II				x	x	x	x	x	x	x		
Coleta dos dados dos experimentos I e II					x	x	x	x	x	x		
Relatório das atividades			x	x	x	x	x	x	x	x		
Análise dos dados do experimento I	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Análise dos dados do experimento II	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Escrita e publicação dos dados									x	x	x	x

2.10 ORÇAMENTO

Descrição	Quantid.	Preço unit. R\$	Valor R\$
Materiais bibliográficos	5	130	650,00
Vermiculita	1	95,00	95,00
Tesoura de Poda	1	275	275,00
Bandejas	14	35	490,00
Papel alumínio	6	3	18,00
Papel filme	1	4	4,00
Borrifador	2	9,95	19,90
Caixa térmica	1	38,5	38,50
Combustível para deslocamento	4,75	150	712,50
Materiais de laboratório	1	1000	1.000,00
Material de escritório	200	1	200,00
Custo publicação em periódicos	1	1000	1.000,00
Sub-total			4.502,90
Imprevistos (10% do sub-total)			385,29
Total			4.888,19

2.11 REFERÊNCIAS

ADAMS, J. C.; THIELGES, B.A. **Seed treatment for optimum pecan germination.** Tree Planters' Notes, v.29, n.3, p.1213, 1978.

AMÉGLIO, T.; LACOINTE, A.; COCHARD, H.; ALVES, G.; BODET, C.; VANDAME, M.; VALENTIN, V.; SAINT-JOANIS, B.; PLOQUIN, S.; CRUIZIAT, P.; JULIEN, J.L.; GUILLIOT, A.; PETEL, G. Water relations in walnut during winter. **Acta Horticulturae**, v.544, p.239-246, 2001.

ARORA, R. et al. Induction and release of bud dormancy in woody perennials: a science comes of age. **HortScience**, v. 38, n. 5, p. 911-921, 2003.

BARACUHY, J. B. C. **Determinação do período de floração e viabilidade do pólen de diferentes cultivares de noqueira-pecã *Carya illinoensis* (WANG) K. KOCH**. 1980. 53 f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) - Universidade Federal de Pelotas, 1980.

BRISON, F. R. **Pecan Culture**. Austin, Texas: Capital Printing, 1974. 300 p.

BUENO, F. S.; SOLANE, R. B.; TIER, M. A. D. Projeto de uma descascadora de nozes. In.: XXVI Congresso Regional de Iniciação Científica & Tecnológica em Engenharia - CRICTE, Alegrete, 2014. Anais. Alegrete, 2014.

CHAVARRIA, G.; HERTER, F. G.; RASEIRA, M. C. B. Effect of mild temperatures on bud breaking dormancy in low and medium chill peaches. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2016-2021, 2009.

DE MARCO, R.; LIMA, A. D. V.; MARTINS, C. R. **Cultura da noz-pecã para a agricultura familiar: alternativa de diversificação de renda**. P. 25 a 30. -Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 63 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840; 467).

EMATER/RS. **Levantamento da pecanicultura comercial do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017**. (Comunicação verbal Antônio Conte).

FAUST, M. **Physiology of temperate zone fruit trees**. New York: J. Wiley, 338p. 1989.

FENNELL, A. Systems and approaches to studying dormancy: introduction to the workshop. **HortScience**, Alexandria, v. 34, p. 1172-1173, 1999.

FENNELL, A.; MATHIASON, K.; LUBY, J. Genetic segregation for indicators of photoperiod control of dormancy induction in *Vitis* species. **Acta Horticulturae**, v. 689, p.533-540, 2005.

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

FRONZA, D.; DE MARCO, R. **A cultura da noqueira-pecã**. Apostila. Santa Maria: Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, 2019. 243p.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Técnicas para o cultivo da noqueira-pecã**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Politécnico da UFSM, 2016. 424 p.

FRONZA, D.; POLETTO, T.; HAMANN, J. J. **O cultivo da noqueira-pecã**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Politécnico da UFSM, 2015.301 p.

FRONZA, D.; POLETTO, T.; HAMANN, J. J. **O cultivo da noqueira-pecã**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Núcleo de Fruticultura Irrigada, 2013.

GIOTTO, K.; ADAMCZUK, G.; DONIZETTI, J. **ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE NOZ-PECÃ EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS**. XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2016.

GRIN (U.S National Plant Germplasm System). Disponível em: [HTTP://www.arsgrin.gov](http://www.arsgrin.gov).

HAMANN, J. J. ; BILHARVA, M. G.; BARROS, J. ; DE MARCO, R.; MARTINS, C. R. **Cultivares de noqueira-pecã no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 43 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840; 478).

HAMANN, J. J. **Determinação do período de receptividade do estigma e liberação de pólen em cultivares de noqueira-pecã (*Carya illinoensis* K.) cultivadas em Cachoeira do Sul e Santa Maria (RS)**. 2018. 56 p. Dissertação (mestrado em

Agronomia)- Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2018.

HAN M.; Peng, F.; Marshall, P. Pecan phenology in Southeastern China. *Annals of Applied Biology*, v.172, p.160–169, 2018.

HAWERROTH, F. J.; HERTER, F. G.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; PEREIRA, J. F. M. **Dormência em frutíferas de clima temperado**. (Documentos - 310), Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010. 56 p.

HERTER, F. G.; CITADIN, I.; SILVEIRA, C.A.P. Necessidade de calor para a antese em pessegueiro avaliada pelo método de ramos destacados. **Agropecuária Clima Temperado**, v.3, n.2, p.253-259, 2000.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKY, T. T. **Physiology of woody plants** London: Academic Press, p.258-274, 1979.

LANG, G. A.; EARLY, J. D.; MARTIN, G. C.; DARNELL, R. L. **Endo-, para- and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research**. *Hortscience*, v. 22, p.371-377, 1987.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, SP. Ed. Rima. 531 p. 2000.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Registro Nacional de Cultivares – RNC, 2017.

MARTIN, G. C.; STUTTE, G. W. **Dormancy: toward a reduced universal terminology**. *HortScience*, Alexandria, v.20, p. 809-811, 1985.

MARTINS, C. R.; CONTE, A.; FRONZA, D.; FILIPPINI ALBA, J. M.; HAMANN, J. J.; BILHARVA, M. G.; MALGARIM, M. B.; FARIAS, R. de M.; DE MARCO, R. ; REIS, T. **Situação e perspectiva da noqueira-pecã no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 31p.

MARTINS, C. R.; FRONZA, D.; MALGARIM, M. B.; BILHARVA, M. G.; DE MARCO, R.; HAMANN, J. J. **Cultura da noz-pecã para a agricultura familiar**. 17p. EM: WOLFF, L. F.; MEDEIROS, C. A. B. (Ed) Alternativas para diversificação da agricultura familiar de base ecológica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. (Documento/ Embrapa Clima Temperado, 443).

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

ORTIZ, E. R. N.; CAMARGO, L. E. A. **Doenças da noqueira pecan**. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L.; RESEND, J. A. M; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 501-505.

PAN, X. et al. Simultaneous **quantification of major phytohormones and related compounds in crude plant extracts by liquid chromatography–electrospray tandem mass spectrometry**. *Phytochemistry*, v. 69, n. 8, p. 1773-1781, 2008.

PARADA, F. et al. Differences in respiration between dormant and non-dormant buds suggest the involvement of ABA in the development of endodormancy in grapevines. *Journal of Plant Physiology*, v. 201, p. 71-78, 2016.

POLETTO, T.; LAZAROTTO, M.; BAGGIOTTO, C.; MUNIZ, M. F. B.; POLETTO, I.; HAMANN, J. J.; MACIEL, C. G.; WALKER, C. **Análise de características dos frutos de cultivares de noqueira-pecã cultivadas no Rio Grande do Sul**. In.: SEPE – Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão, Santa Maria, 2012.

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

- POLETTO, T.; MUNIZ, M. F. B.; POLETTO, I.; BAGGIOTTO, C. **Métodos de superação de dormência da semente de noqueira-pecã *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch**. Rev. Árvore. 2015, vol.39, n.6.
- RASEIRA, A. A **cultura da noqueira-pecã (*Carya illinoensis*)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1990. 3 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 63).
- ROVANI, F. F. M.; WOLLMANN, C. A.; MONTEIRO, A. **Exigências bioclimáticas e riscos climáticos ao cultivo da noqueira pecã (*Carya illinoensis*) no Rio Grande do Sul, Brasil**. In: X Congresso da Geografia Portuguesa, 2015, Lisboa. Valores da Geografia. Atas do X Congresso da Geografia Portuguesa. Lisboa: Associação Portuguesa de Geógrafos, 2015. p. 834-839.
- ROWLAND, Lisa J., et al. Cold tolerance of blueberry genotypes throughout the dormant period from acclimation to deacclimation. **HortScience**, v. 43, n. 7, p. 1970-1974, 2008.
- RUIZ, D.; CAMPOY, J. A.; EGEA, J. Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. **Environmental and Experimental Botany**, v.61, p. 254-263, 2007.
- SCHIRMER, J.; LUCCHESI, O. A.; SMANIOTTO, J.; STELLA, A. L. S.; GARCIA, E.; BOTTON, R. P. Avaliação de implantação de noqueira pecã (*Carya illinoensis* K.) em diferentes densidades de plantio. In.: Salão do Conhecimento Unijuí, XIX Jornada de Pesquisa, Ijuí, 2014.
- SIMÕES, F. **Parâmetros hídricos em angiospermas lenhosas de clima temperado durante estádios de repouso e crescimento**, 2011. 73p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS. 2011.
- SPARKS, D. **Adaptability of pecan as a species**. HortScience, v. 40, n. 5, p. 1175–1189, 2005.
- TAMURA, F. et al. Relationship between intensity of bud dormancy and level of ABA in Japanese pear 'Nijisseiki'. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 62, n. 1, p. 75-91, 1993.
- WALKER, C. **Identificação de espécies de *Cladosporium* e a reação de cultivares de noqueira-pecã**. 2016. 57 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Concentração em Silvicultura, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.
- WELLS, L. **Pecan: america's native nut tree**. Tuscaloosa: The University of Alabama Press, 2017a. 264 p.
- WELLS, L. **Southeastern Pecans Growers' Handbook**. University of Georgia, 2017b. 236 p.
- WILLIAMNS, J. M. C. **The pecan: A History of America's Native Nut**. Editora: University of Texas Press. 2013. 192p.
- WOOD, B. W. Changes in indoleacetic acid, abscisic acid, gibberellins and cytokinins during budbreak in pecan. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.**, v. 108, p. 333-338, 1983.

3 RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

No período de realização do mestrado, foram conduzidos experimentos com a cultura da noqueira-pecã, referentes ao período de dormência e a necessidade de frio das cultivares. O início dos trabalhos ocorreu em junho de 2019. Os experimentos propostos no projeto de mestrado foram realizados, porém, com algumas alterações. A seguir serão descritas as atividades realizadas na condução dos experimentos.

O experimento foi realizado em dois pomares comerciais, localizados no município de Canguçu, RS. No primeiro pomar foram coletados ramos de seis cultivares de noqueira-pecã: Farley, Barton, Jackson, Mohawk, Desirable e Success. No segundo pomar foi coletado o material da cultivar Melhorada (Pitol 1). As plantas do primeiro pomar foram implantadas no ano de 2011, e as plantas do segundo pomar foram implantadas no ano de 2010.

A coleta do material utilizado foi iniciada no mês de junho e se estendeu até o mês de setembro, totalizando quatro períodos de coleta. Mensalmente eram coletados 40 ramos (de aproximadamente 30 cm) das plantas de noqueira-pecã, dos quais 20 eram envoltos em papel jornal umedecido até a próxima etapa de instalação do experimento, e os outros 20 eram acondicionados em papel alumínio e posteriormente levados ao ultrafreezer.

Logo após as coletas dos materiais, os ramos prosseguiram para a próxima fase de preparação na Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental da Cascata. Os ramos foram preparados, deixando apenas uma gema e colocando plástico filme na ponta das estacas, para evitar desidratação, colocadas em bandeja com vermiculita e seguiam para a câmara de crescimento, localizada na Embrapa Clima Temperado (Sede), localizada no município de Pelotas, RS. O tempo de permanência das estacas na câmara de crescimento era determinado pelo tempo que elas levavam para iniciar a brotação. Esse procedimento foi feito mensalmente, até o mês de setembro.

Ocorreram duas alterações em relação à proposta do projeto. A primeira é que não foi possível repetir o experimento no ano de 2020 devido a pandemia do Coronavírus. As coletas e preparação do material envolveriam mais pessoas, algumas nos grupos considerados de risco, incluindo proprietários dos pomares. A segunda mudança, foi a não realização dos experimentos físico-químicos com o restante do material que era coletado (20 ramos restantes do ultrafreezer). Isto também ocorreu devido ao Covid-19, pois os laboratórios da Embrapa Sede e da UFPel, Campus Capão do Leão ficaram

impossibilitados ou com pessoal reduzido. Logo, o material das coletas que estava armazenado em ultrafreezer foi descartado.

4 ARTIGO 1

Dormência vegetativa da noqueira-pecã – Uma revisão

Artigo aceito na Revista Agropecuária Catarinense

4.1 RESUMO

A noqueira-pecã é uma frutífera que necessita de baixas temperaturas no período hibernal, para que assim possa induzir e superar a dormência e restabelecer um novo ciclo de desenvolvimento produtivo. Através desta revisão, o produtor poderá ter informações confiáveis da exigência climática da cultura, a fim de respaldar sua tomada de decisão sobre práticas de gestão que reduzam os danos causados por esses fenômenos e servem para otimizar o sistema de produção, melhorando seus lucros. Em vista disso, torna-se propício adaptar informações sobre a cultura com foco na exigência em frio hibernal necessária para a superação da dormência das cultivares de noqueira-pecã. Pôde constatar-se a divergência entre os autores em relação à necessidade de frio para a noqueira-pecã e a necessidade de mais trabalhos no que se refere aos produtos utilizados para induzir a brotação na noqueira-pecã.

Termos para indexação: *Pecan*; *Carya illinoensis*; dormência; horas de frio; requerimento de frio.

4.2 ABSTRACT

Pecan is a fruit tree that needs low temperatures in the winter, so that it can induce and overcome dormancy and reestablish a new cycle of productive development. Through this review, the producer will be able to have reliable information on the climatic requirement of the crop, in order to support his decision making on management practices that reduce the damage caused by these phenomena and serve to optimize the production system, improving his profits. In view of this, it becomes propitious to adapt information about the crop with a focus on the requirement for winter cold necessary to overcome the dormancy of pecan cultivars. It was possible to verify the divergence between the authors in relation to the need for cold for pecan and the need for more work about the products used to induce sprouting in pecan.

Index terms: Pecan; Carya illinoensis; Dormancy; Cold hours; Cold requirement.

4.3 Introdução

A noqueira-pecã *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch pertence à família botânica Juglandaceae, conhecida como a família das nozes (MCWILLIAMS, 2013). Ocorre de forma natural em extensas áreas nas regiões temperadas do hemisfério norte, mais precisamente no Sul dos Estados Unidos até o Norte do México (WELLS, 2017a).

4.4 Importância socio econômica da noqueira-pecã

O plantio comercial da cultura vem crescendo anualmente em todos os continentes, porém os países de origem, México e Estados Unidos, continuam sendo os maiores produtores mundiais do fruto (BILHARVA et al., 2018). O México atualmente alcançou a primeira posição no que diz respeito à produção mundial de noqueira-pecã, ou seja, é o principal produtor da cultura (145,5 mil toneladas). Os Estados Unidos ocupam a segunda posição (126,5 mil toneladas), sendo também um dos principais consumidores. As estimativas atuais indicam que o México está produzindo mais de 50 % do total global de nozes (COMENUEZ, 2020).

Na América do Sul, o Peru conta com cerca de 3.000ha, e o Uruguai com uma área de aproximadamente 600ha. A Argentina possui cerca de 6.000 ha, sendo 1.500 ha em plena produção. No Brasil, a área destinada ao cultivo da noqueira-pecã ultrapassa os 8.000ha (MARTINS et al., 2018). No Brasil a noqueira-pecã é cultivada da Região Sul do país até o Estado de Minas Gerais. Os plantios comerciais, principalmente com maiores extensões de área,

encontram-se nas regiões do Vale do Taquari, Rio Pardo e Central do Estado do Rio Grande do Sul (POLETTTO et al., 2016).

4.5 Dormência

A dormência é o mecanismo que as árvores frutíferas caducifólias usam para proteger o tecido sensível de condições desfavoráveis durante o inverno (PETRI et al., 2021). Fatores como condições ambientais desfavoráveis, temperaturas ou fotoperíodo, geralmente induzem inatividade do meristema (CASALES et al., 2018). O desenvolvimento de diferentes estratégias adaptativas permitiu a sobrevivência das frutíferas de clima temperado, em suas regiões de origem, que são caracterizadas pelas baixas temperaturas durante o período de outono e inverno (HAWERROTH et al., 2010a).

Lang et al. (1987) verificaram que a dormência é um processo de desenvolvimento que envolve a suspensão provisória do crescimento de alguma estrutura vegetal contendo um meristema, caracterizado pelo controle do crescimento e obtenção da resistência ao frio. Não é um mecanismo que é adquirido rapidamente pelas plantas, mas sim um processo de desenvolvimento progressivo que tem início durante o outono, aumentando sua intensidade até alcançar a dormência profunda ou endodormência (PETRI et al., 2021). Este fenômeno da dormência foi dividido por Lang et al. (1987) em três diferentes fases: paradormência, endodormência e ecodormência.

A paradormência é a inibição correlativa, onde um determinado órgão impede o crescimento do outro, onde é possível a retomada imediata do crescimento com a eliminação do inibidor. A dominância apical, onde o desenvolvimento das gemas axilares, que ficam situadas abaixo das gemas

terminais não é visualizado, é um exemplo respectivo de paradormência, visto que as gemas axilares permanecem em situação de dormência mesmo estando em condições favoráveis, e somente retomam o crescimento se houver interrupção do fator inibição (LANG et al., 1987).

A endodormência é a paralisação do desenvolvimento da gema como uma forma de sobrevivência em condições ambientais desfavoráveis ao seu crescimento, como a temperatura e o déficit hídrico. A origem da inibição situa-se no próprio meristema e o crescimento não ocorre de forma normal, mesmo que as condições ambientais sejam favoráveis e as inibições correlativas forem suprimidas. Quanto mais profunda essa etapa, maior será o número de horas de frio para superá-la. A quantidade de frio ocorrida desde a indução até a superação da endodormência é denominada requerimento em frio, sendo determinada para cada espécie e até mesmo cultivar (LANG et al., 1987).

Ainda em relação a endodormência, Faust et al. (1997) mencionam que ela pode ser dividida em duas fases, dormência profunda (d-endodormência) e s-endodormência (dormência superficial). A primeira é caracterizada pela incapacidade de induzir gemas ao crescimento, exceto em condições ambientais favoráveis. Já na segunda, com os tratamentos adequados, a dormência pode ser rompida .

A ecodormência caracteriza-se pela não brotação das gemas, procedente de fatores extrínsecos à planta e limitantes do desenvolvimento, como por exemplo, as baixas temperaturas (LANG, et al., 1987; HAWERROTH et al., 2010a). No caso particular das frutíferas de clima temperado, é a última fase de repouso de inverno, após a superação da endodormência, as gemas continuam

em repouso até que ocorra o acúmulo de calor suficiente para poder ocorrer a retomada do crescimento (HAWERROTH et al., 2010a).

4.6 Dormência na noqueira-pecã

A noqueira-pecã é uma planta frutífera que possui fase vegetativa, reprodutiva e senescência, devendo necessariamente passar por um período que é denominado de dormência. No Brasil é iniciado em meados de maio e se estende até o mês de setembro (FRONZA et al., 2018).

Ao se desenvolver em seu habitat natural, raramente é danificada pelo frio, pois em sua evolução desenvolveu mecanismos com adaptações fisiológicas que permitem que ela permaneça dormente e sobreviva, mesmo em invernos muito rigorosos (GRAGEDA et al., 2016). Segundo esses mesmos autores, quando a espécie é cultivada em regiões com deficiência de frio, onde ele não é fornecido adequadamente, acarretará uma brotação e floração irregulares e, por longo período, foliação atrofiada, com pouca ramificação e, por consequência, os rendimentos tendem a ser bem abaixo do potencial.

As temperaturas extremamente baixas não contribuem para a superação da dormência da noqueira-pecã. Existem temperaturas ótimas para o acúmulo de frio durante o inverno. O requisito de frio para a cultura pode variar de acordo com as condições do outono (KUDEN et al., 2013). Se as árvores forem expostas a temperaturas de outono mais frias ($<1^{\circ}\text{C}$), o número de horas de resfriamento necessárias para a saída da dormência e a abertura da gema aumenta (MELKE, 2015).

A intensidade e a duração do repouso de uma gema são dadas individualmente. A necessidade de uma gema ou órgão de ser exposto a baixas

temperaturas por um período mínimo para terminar seu estado de repouso, é chamado de requerimento ou necessidade de frio. É importante reiterar que o principal fator para terminar o repouso são as baixas temperaturas, pois sem estas não haveria brotação adequada e uniforme (GRAGEDA et al., 2016).

Na região de Adana, na Turquia, Kuden et al. (2013), relatam que embora se saiba que a noqueira-pecã é de baixo requerimento em frio (cerca de 400 horas), as necessidades de frio de todas as cultivares comerciais ainda não são conhecidas.

No Brasil, existem alguns relatos sobre a necessidade de horas frio da noqueira-pecã. Raseira (1990) descreve que a noqueira-pecã satisfaz-se com 400 horas de frio abaixo de 7,2 °C para a superação da dormência e esses valores variam de acordo com a cultivar, tipos de gema, parte da planta. Fronza et al. (2018), mencionam que no Rio Grande do Sul tem-se observado bom desempenho produtivo das cultivares utilizadas em regiões com acúmulo em torno de 100 a 200 horas. Porém, são dados gerais e baseados em parâmetros de observações de desenvolvimento e produção da planta, não levando em consideração aspectos intrínsecos da fisiologia da dormência e nem distinguindo diferentes cultivares.

O número de horas de frio necessário para a abertura das gemas da noqueira-pecã varia de acordo com a cultivar. Alguns estudos (em plantas) expuseram que 300 a 500 horas de frio foram necessárias para 'Desirable', 'Mahan', 'Success' e 'Schley', enquanto 'Stuart' requeria de 600 a mais de 1000 horas (GRAGEDA et al., 2016). Entretanto, a abertura da gema poderá ocorrer com menos de 100 horas de frio, mas isso pode levar à brotação desigual das gemas e subsequentes problemas de polinização (WELLS, 2017a).

Todavia, para alguns autores essa espécie não requer frio no inverno. Contudo, existem autores que em pesquisas anteriores afirmavam a necessidade de frio e em ensaios mais recentes concluíram o contrário. Lemus (2004) e Grageda (2020), afirmam que a noqueira-pecã não requer de frio no inverno. De acordo com eles, as gemas floríferas e vegetativas respondem a temperaturas superiores aos 10 °C que ocorrem no início da primavera, independentemente do acúmulo de frio durante o período invernal.

Melke (2015) assegura que a gema da noqueira-pecã pode vir a brotar com menos de 100 horas de frio, contudo, isso pode levar a uma abertura desigual e problemas subsequentes com polinização. A falta de horas de frio não irá impedir o desenvolvimento das noqueiras, mas pode vir a afetar a brotação rápida e completa (ROVANI e WOLLMANN, 2018). Já Wells (2017b), afirma que a noqueira-pecã não possui um período crítico de necessidade de frio, ao invés disso, possui uma combinação de frio e aquecimento. Lemus (2004) e Grageda et al. (2020), propuseram que a brotação fosse regulada mais por um requisito de calor do que por um requerimento de frio.

Ao que tudo indica, as unidades de calor na primavera, em vez de unidades de frio no inverno, são as mais limitantes para o crescimento da noqueira-pecã. Sob condições de alto frio, um calor mínimo é necessário para a abertura das gemas na primavera, permitindo que elas comecem a crescer o mais rápido possível. Isso aumenta a probabilidade de que o ciclo de frutificação seja concluído em um período relativamente curto (WELLS, 2017a). De modo geral, temperaturas mais elevadas no final do mês de agosto e início de setembro (período que compreende o início de um novo ciclo de

desenvolvimento) podem proporcionar melhor brotação e desenvolvimento da cultura.

4.7 Métodos de avaliação da dormência

Estudos em condições controladas são necessários para determinar de uma forma mais precisa o requerimento de frio das frutíferas de clima temperado. Sendo assim, diversos métodos biológicos são utilizados com essa finalidade.

Encontram-se muitas variações dos métodos biológicos, podendo-se utilizar plantas inteiras ou apenas partes destas, sendo a diferença entre os métodos determinada pelos objetivos específicos de pesquisa. Este método é utilizado para verificar quando o período de endodormência foi superado, visto que a única inibição para esta gema brotar vem da própria gema, pois as demais são eliminadas, não tendo inibição por outro órgão da planta (HAWERROTH et al., 2010a).

O método biológico mais utilizado é o uso de ramos destacados, no qual se utilizam ramos com aproximadamente 15 cm. Após a exposição às condições experimentais, submete-se o material vegetal a condições ideais (fotoperíodo e temperatura) ao desenvolvimento das gemas, quantificando a brotação (HAWERROTH et al., 2010a). De acordo com os autores, ainda existe o teste de estacas de nós isolados, que utiliza porções dos ramos contendo apenas um nó com gemas, eliminando, assim, grande parte das inibições correlativas, submetendo-os às condições adequadas de crescimento, e obtendo a profundidade de dormência das gemas, expressa pelo tempo médio para brotação.

Os métodos que utilizam ramos destacados ou nós isolados possibilitam trabalhar com grande número de gemas em espaços reduzidos, permitindo maior amplitude de resposta a diferentes condições térmicas. Entretanto, a longevidade do material pode ser comprometida, por desidratação dos tecidos vegetais, devendo-se ter maior cuidado com a umidade relativa (HAWERROTH et al., 2010a). Ainda assim, mesmo com algumas desvantagens, é o único teste capaz de avaliar a profundidade de dormência intrínseca à gema, em razão de eliminar grande parte das inibições correlativas que atuam sobre ela, embora não consiga eliminar a inibição existente no eixo da gema que a une ao ramo.

4.8 Métodos de cálculo de acúmulo de frio

A modelagem de previsão do início do ciclo vegetativo anual em frutíferas caducifólias, por meio da quantificação de horas de frio é de extrema importância para a tomada de decisão quanto à necessidade ou não, de aplicação de produtos químicos para a superação da dormência.

Para mensurar a quantidade de frio necessária para superar a dormência das gemas, o modelo mais utilizado é a soma diária das horas, HF (horas de frio), com temperaturas iguais ou inferiores a 7,2° C, durante o período de maio a setembro (CARDOSO et al., 2015; SANTOS et al., 2017). Contudo, este modelo não tem sido muito satisfatório, uma vez que o número de horas requeridas para a superação da dormência não é o mesmo em anos com regimes diferentes de temperatura, além de não considerar qualquer acúmulo de frio para temperaturas acima de 7,2° C. Para isso, existem outros modelos que tem sido empregados para essa finalidade, que levam em consideração

Unidades de frio, como Utah, Utah Modificado e Carolina do Norte, entre outros (RICHARDSON et al., 1974; SHALTOUT & UNRATH, 1983).

4.9 Produtos utilizados para superação da dormência

Com o intuito de poder minimizar algumas anomalias (florescimento irregular, baixa taxa de brotação e florescimento), é utilizado produtos químicos para a indução da brotação. Contudo, sua eficiência está relacionada à época de aplicação, isso significa que as gemas necessitam estarem em processo de crescimento, ou seja, com a endodormência superada (LEITE, 2020).

Em meio as diversas opções que se encontram disponíveis no mercado, a cianamida hidrogenada é a principal substância utilizada para que ocorra a indução da brotação de diversas espécies de frutíferas de clima temperado (PETRI et al., 2016). Apesar de ser um tratamento eficaz para induzir a brotação, ela é prejudicial ao homem e ao meio ambiente, o que seria um entrave para a sua utilização (HAWERROTH et al., 2010a). Outra limitação em relação ao uso da cianamida hidrogenada é a restrição de seu uso em alguns países, podendo prejudicar as exportações brasileiras futuramente (UBER et al., 2017).

Ainda dentre os produtos disponíveis, está o Erger®, um composto à base de nitrogênio que simultaneamente com nitrato de cálcio, tem se mostrado promissores como indutor da brotação de gemas em macieira (PETRI et al., 2008; HAWERROTH et al., 2010b). De acordo com os mesmos autores, tem-se disponível uma alternativa, que é a mistura de Erger® com óleo mineral, mais viável economicamente para o produtor. Uber et al. (2017), concluíram em seus ensaios que Erger® de 2% a 5% associado ao Nitrato de Cálcio 3% e Assist (óleo mineral) 3,5%+ Erger® 1% mostraram-se eficiente na indução da brotação

da macieira, comparando-se ao tratamento padrão de óleo mineral e Cianamida Hidrogenada (Dormex®), e que, a mistura Assist® 3,5%+ Erger® 1% tem menor custo que o tratamento padrão.

Embora existam muitas substâncias eficazes que são utilizadas na indução da brotação, poucas delas são aceitas e usadas comercialmente. O custo elevado e a alta toxicidade dos compostos são os principais fatores restritivos ao seu uso (PETRI et al., 2016). Apesar de existir muita informação a respeito de produtos utilizados para superar a dormência em algumas frutíferas de clima temperado, para a noqueira-pecã a pesquisa ainda é incipiente.

Keske et al., (2020) constataram que os tratamentos realizados com cianamida hidrogenada (nome comercial no Brasil: Dormex®) são eficazes para adiantar a brotação de pecaneiras e obtiveram melhor efeito sobre as cultivares 'Melhorada', 'Imperial' e 'Importada' na concentração de 1%, devido à uniformidade de distribuição das gemas nos estádios fenológicos. Os autores ainda apuraram que na cultivar Barton o uso de cianamida hidrogenada 1% e 2% mais 2% de óleo mineral e extrato oleoso de alho, mais 2% de óleo mineral, foram significativamente mais eficientes na redução de gemas dormentes.

Existe ainda a possibilidade da utilização do thidiazuron (TDZ) para que seja feita a indução da brotação para a noqueira-pecã. Morales (2006), obteve resultados preliminares que indicam que o uso provocou um aumento na brotação apical e lateral, além de um maior desenvolvimento vegetativo do que reprodutivo.

Outra opção disponível é o Nitrato de potássio, comumente utilizado como fertilizante (fornece nitrogênio e potássio), que também atua na brotação. Deve ser aplicado em plena dormência para promover principalmente as gemas

floríferas na concentração de 5 a 7%, permitindo também a combinação com óleo mineral, desde que inferior a 5% (INTAGRI, 2017).

Um potencial alternativo é a utilização de extrato de alho, pois tem em sua composição substâncias promotoras de crescimento como giberelinas e citocininas. Keske et al. (2020), realizaram ensaios com a noqueira-pecã e constataram que os tratamentos com extrato de alho tiveram um leve efeito na indução da brotação. Ainda de acordo com esses ensaios, os autores averiguaram que o extrato de alho industrial se mostrou mais eficaz do que o extrato de alho artesanal. Concluíram que para a cultivar Barton se obteve um melhor efeito com o tratamento contendo extrato de alho industrial devido à uniformidade, em relação aos tratamentos com cianamida hidrogenada.

4.10 Considerações finais

Os autores divergem quanto à necessidade de frio para a noqueira-pecã, portanto, mais estudos necessitam ser realizados.

A literatura é muito ampla, variando de 50 a mais de 550 HF .

Existem muitos produtos disponíveis para serem usados como indutores de brotação, porém é necessário realizar mais ensaios para a cultura da noqueira-pecã.

4.11 Referências

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**. 1-16, p. 16. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.9734/JEAI/2018/41899>
CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; BOSCO, L. C.; DE PAULA, V. A.; NACHTIGAL, G. R. Unidades de frio para macieiras na região de Vacaria – RS,

Brasil. **Rev. Bras. Frutic.**, v.37, n.2, 289-295, p.7. 2015. DOI:
<https://doi.org/10.1590/0100-2945-136/14>

CASALES, F. G.; VAN DER WATT, E.; COETZER, G. M. Propagação de Pecan (*Carya illinoensis*): Uma revisão. **African Journal of Biotechnology**, 586-605, p. 19. 2018.

COMENUEZ. Comité Mexicano del Sistema Producto Nuez. 2020. Disponível em: <http://www.comenez.com/info-del-mercado.html>. Acesso em: 20 Dezembro 2020.

FAUST, M.; EREZ, A.; ROWLAND, L.J.; WANG, S.Y.; NORMAN, H.A. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. **HortScience**, v. 32, n. 4, 623–629, p. 7. 1997. Disponível em:
<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/32/4/article-p623.xml>
Acesso em: 13 Junho 2020.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J.; AMBOS, V.; ANESE, R. de O.; MEYER, E. A. Pecan cultivation: general aspects. **Cienc. Rural** v.48, n.2, 170-179, p.9. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170179>

GRAGEDA, J. G.; CORRAL, J. A. R.; ROMERO, G. E. G.; MORENO, J. H. N.; LAGARDA, J. V.; ÁLVAREZ, O. R.; LAGUNES, A. J. Efecto del cambio en la acumulación de horas de frío en la región nogalera de Hermosillo, Sonora. **Revista Mexicana de Ciências Agrícolas**. n. 13, 2487-2495, p. 9. 2016. Disponível em:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342016000902487&lng=pt&nrm=iso Acesso em: 10 Novembro 2020.

GRAGEDA, J. G.; CASTILLO, A. A. F.; MORENO, J. H. N. Efecto de la temperatura en la acumulación de frío y la producción del nogal pecanero. **Revista Pacana**- Año 5, n. 21, 10-13, p.4. 2019. Disponível em:
<http://comenez.com/assets/ene-feb-digital-pacana-2019.pdf> Acesso em: 13 Junho 2020.

GRAGEDA, J. G.; SANCHÉZ, N. C.; LAGUNES, A. J. ; MORENO, H. N.; CASTILLO, A. A. F. Relación de la acumulación de frío y producción de nogal pecanero em Hermosillo, Sonora. **Revista Pacana**- Año 5, n. 28, 32-34, p. 4. 2020. Disponível em: <http://www.comenez.com/assets/sep-oct-digital-pacana-2020.pdf> Acesso em: 09 Junho 2020.

HAWERROTH, F. J.; HERTER, F. G.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; PEREIRA, J. F. M. Dormência em frutíferas de clima temperado. (Documentos - 310), **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, 1-57, p.57. 2010a. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44317/1/documento-310.pdf> Acesso em: 11 Maio 2020.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; HERTER, F. G. Brotação de gemas em macieiras 'Imperial Gala' e 'Fuji Suprema' pelo uso de Erger® e nitrato de cálcio. **Rev. Bras. de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, 343-350, p. 8. 2010 b. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v32n2/aop07810.pdf> Acesso em: 11 Maio 2020.

INTAGRI. Los Compensadores de Horas Frío en Frutales. **Serie Frutales** Núm. 31. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 1-4, p. 4. 2017. Disponível em: <https://www.intagri.com/articulos/frutales/los-compensadores-de-horas-frio-en-frutales> Acesso em: 11 Maio 2020.

KESKE, C.; VIEIRA, J. A.; FRANZÃO, M.; PADILHA, L H. P.; FOSTER, M. Efeito de cianamida hidrogenada e extrato de alho na quebra de dormência de cultivares de noqueira pecã no alto vale do Itajaí. **Resultados Econômicos e de Sustentabilidade nos Sistemas nas Ciências Agrárias**. Editora Atena. Capítulo 9. 102-109, 9p. 2020. Disponível em: <https://www.finersistemas.com/atenaeditora/index.php/admin/api/artigoPDF/37374> Acesso em: 11 Novembro 2020.

KUDEN, A. B.; TUZCU, O.; BAYAZIT, S.; YILDIRIM, B.; IMRAK, B. Studies on the chilling requirements of pecan nut (*Carya illionensis* Koch) cultivars. **African Journal of Agricultural Research**. V.8, 3159-3165, p. 7. 2013. Disponível em: https://academicjournals.org/article/article1380890377_Kuden%20et%20al.pdf Acesso em: 11 Maio 2020.

LANG, G. A.; EARLY, J. D.; MARTIN, G. C.; DARNELL, R. L. Endo-, para- and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. **Hortscience**, v. 22, 371-377, p. 7. 1987. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:FDPLKFHKS8sJ:https://www.scienceopen.com/document%3Fvid%3D72cb57c5-ade2-4529-b2ff-f7987d4b215e+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br> Acesso em: 11 Novembro 2020.

LEITE, G. B. A origem da heterogeneidade da brotação em regiões de inverno ameno. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.33, n.1, 20-23, p. 4. 2020.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/341372326_A_origem_da_heterogeneidade_da_brotacao_em_regioes_de_inverno_ameno Acesso em: 13 Junho 2020.

LEMUS, G. El Cultivo del Pecano (*Carya illinoensis*). **INIA Chile**. 22 p. Chile, 2004. Disponível em:

<https://bibliocapp.jimdo.com/app/download/9332614252/Cultivo+Pecan.pdf?t=1394713693> Acesso em: 11 Outubro 2020.

MARTINS, C. R.; CONTE, A.; FRONZA, D.; FILIPPINI ALBA, J. M.; HAMANN, J. J.; BILHARVA, M. G.; MALGARIM, M. B.; FARIAS, R. de M.; DE MARCO, R.; REIS, T. Situação e perspectiva da nogueira-pecã no Brasil. Pelotas:

Embrapa Clima Temperado, 1-33, p. 33. 2018. Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187187/1/documento-462.pdf> Acesso em: 13 Julho 2020.

MELKE, A. The Physiology of Chilling Temperature Requirements for Dormancy Release and Bud-break in Temperate Fruit Trees Grown at Mild Winter Tropical Climate. **Journal of Plant Studies**, Vol. 4, n. 2, 110-156, p. 47. 2015. DOI: 10.5539 / jps.v4n2p110 Acesso em: 11 Junho 2020.

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

MORALES, M. del C. M. Efecto del thidiazuron en el desarrollo y producción del nogal pecanero. **Agrofaz**. Vol. 6, n. 2, 171-178, p. 8. 2006. Disponível em :

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2303546> Acesso em: 19 Agosto 2020.

OJEDA-BARRIOS, D. L. et al. Evolución de los sistemas de producción de nuez em México. **Tecnociencia**, Chihuahua, v. 3, n. 3, 115-120, p. 5. 2009.

Disponível em:

http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v3n3/data/Evolucion_de_los_sistemas_de_produccion_de_nuez_en_Mexico_ Acesso em: 11 Maio 2020.

PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; POLA, A. C. Dormência e indução a brotação em macieira. In: **EPAGRI**. A cultura da macieira. Florianópolis, 261-297, p. 36. 2006.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; PUTTI, G. L. Apple tree bud-break promoters in mild winter conditions. **Acta Horticulturae**, Seoul, v. 774, 291- 296, p. 6. 2008. DOI: 10.17660 / ActaHortic.2008.774.39

PETRI, J.L.; HAWERROTH, F.J.; LEITE, G.B.; SEZERINO, A.A.; COUTO, M.; Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado. 1ª Edição. Florianópolis: **Epagri**, 1-145, p.145. 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1067694/1/LIVRORegulador esdecrescimentoparafrutiferasdeclimatemperadocorrigidoOKneu.pdf> Acesso em: 11 Maio 2020.

PETRI, J.L.; SEZERINO, A.A; HAWERROTH, F. J.; PALLADINI, L.A.; LEITE, G.B.; DE MARTIN, M.S. Dormência e indução à brotação de árvores frutíferas de clima temperado. Florianópolis: **Epagri**, p.153. 2021.

POLETTO, T.; MUNIZ, M. F. B.; POLETTO, I.; STEFENON, V. M.; MACIEL, C. G.; RABUSQUE, J. E. Superação de dormência e qualidade de mudas de noqueira-pecã em viveiro. **Cienc. Rural**, vol.46, n.11. 1980-1985, p.6. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150835>. Acesso em: 19 Agosto 2020.

RASEIRA, A. A cultura da noqueira-pecã (*Carya illinoensis*). Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, p.3. 1990. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 63). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/743219> Acesso em: 23 Novembro 2020.

RICHARDSON, E.A.; SEELEY, S.D.; WALKER, D.R. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. **HortScience**, Alexandria, v.9, n.4, 331-332, p. 2. 1974.

ROVANI, F. F. M.; WOLLMANN, C. A. Análise sazonal e anual dos requisitos climáticos do cultivo da noqueira pecã (*Carya illinoensis*) no Rio Grande do Sul. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 22, n. 1, 191-209, p. 19. 2018. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2018.122043>

RUIZ, D.; CAMPOY, J. A.; EGEEA, J. Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. **Environmental and Experimental Botany**, v.61, p. 254-263, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.06.008>

SANTOS, D. F.; LEITE, R. R. M.; MARTINS, F. B. Avaliação de métodos de estimativa de número de horas frio para o Sul e sudoeste do Paraná. **Revista**

Brasileira de Climatologia, v.21. 401-416, p.16. 2017.

<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v21i0.52382>

SHALTOUT, A.D.; UNRATH, C.R. Rest completion prediction model for 'Starkrimson Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.6, 957-961, p. 5. 1983.

UBER, S. C; PETRI, J. L.; FAGUNDES, E.; COUTO, M.; FRANCESCATTO, P.; ESPERANÇA, C. F. Eficiência do Erger® como indutor de brotação em alternativa a cianamida hidrogenada. **Revista da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa**. Urcamp, p.16. 2017. Disponível em

<http://revista.urcamp.tche.br/index.php/rcjppg/article/view/823/519> Acesso em: 11 Maio 2020.

WELLS, L. Pecan: America's native nut tree. **Tuscaloosa: The University of Alabama Press**, 264 p. 2017 a.

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

5 ARTIGO 2

DORMÊNCIA DA NOGUEIRA-PECÃ EXPOSTAS AO FRIO NATURAL EM CONDIÇÕES DE INVERNO AMENO

Artigo a ser submetido na Revista Comunicata Scientiae

5.1 RESUMO:

A noqueira-pecã é uma frutífera que passa por um período de repouso, denominado dormência, para depois restabelecer um novo ciclo de desenvolvimento produtivo. Deste modo, o objetivo desse trabalho foi determinar a exigência em frio para superação da endodormência da noqueira-pecã, pelo método biológico de estacas de nós isolados, empregando a estratégia de exposição ao frio natural (campo). O experimento foi conduzido com sete cultivares de noqueira-pecã, Barton, Mohawk, Jackson, Success, Desirable, Farley e Melhorada (Pitol 1), implantadas em pomares no município de Canguçu, Rio Grande do Sul, Brasil. Foram coletadas estacas de cada cultivar nos meses de junho, julho, agosto e setembro, sendo esterilizadas e encaminhadas ao fitotron para acompanhamento da brotação. Avaliou-se o tempo médio para início da brotação de cada cultivar, tempo para atingir 50% da brotação e a taxa final de brotação. O requerimento em frio das cultivares de noqueira-pecã variou de 167 a 369 horas de frio para atingir o DD50. A época de coleta do material vegetal teve pouca influência no tempo médio e na taxa final de brotação. A cultivar Mohawk indicou ser a mais exigente em acúmulo de frio natural.

Palavras-chave: *Carya illinoensis*; horas de frio; pecan; método biológico.

DORMANCY OF THE PECAN EXPOSED TO THE NATURAL COLD IN MINE WINTER CONDITIONS

ABSTRACT: The pecan tree is a fruit tree that goes through a period of rest, called dormancy, and then re-establishes a new cycle of productive development. *In this way, the objective of this work was to determine the cold requirement to overcome the endodormancy of pecan nuts, by the biological method of cuttings of isolated nodes, using the strategy of exposure to natural cold (field). The experiment was conducted with nine pecan cultivars, Barton, Mohawk, Jackson, Success, Desirable, Farley and Melhorada (Pitol 1), implanted in orchards in the municipality of Canguçu, Rio Grande do Sul, Brazil. Cuttings were collected from each cultivar in the months of June, July, August and September, being sterilized and sent to the phytotron to monitor sprouting. The average time to start sprouting for each cultivar was evaluated, time to reach 50% of sprouting and the final sprouting rate. The cold requirement of pecan cultivars ranged from 167 to 369 hours of cold to reach DD50. The time of collection of plant material had little influence on the average time and on the final sprouting rate. Mohawk indicated that it was the most demanding in the accumulation of natural cold.*

Keywords: *Carya illinoensis*; cold hours; pecan; biological method.

5.2 INTRODUÇÃO

Para a produção comercial de espécies frutíferas de clima temperado, o frio é um dos fatores limitantes para o cultivo, pois as espécies necessitam de um período de dormência (PETRI et al., 2021). Então, é necessário conhecer a necessidade de frio de cada espécie, bem como de cada cultivar para que se obtenha êxito na produção. No entanto, quando essa exigência em frio não é satisfeita para as plantas, várias gemas permanecem dormentes, mesmo que as condições ambientais sejam favoráveis ao seu crescimento (GRAGEDA et al., 2019).

Atualmente, o cultivo da noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) Koch] é explorado comercialmente em todos os continentes (BILHARVA et al., 2018). Por ser uma planta frutífera nativa da América do Norte e cultivada, predominantemente, nas regiões temperadas do Hemisfério Norte (WALKER et al., 2016), é uma espécie exigente em frio (KAUR et al., 2020). Segundo Wells (2017a), quando cultivada em locais onde o requerimento em frio não é plenamente satisfeito, pode apresentar uma série de anormalidades como brotação e floração prolongadas e deficientes.

A exigência em horas de frio para a noqueira-pecã ainda não é bem elucidada, sendo reportado na literatura necessidades que variam de 50 a 1.000 horas, com temperaturas abaixo de 7,2°C, dependendo da cultivar (OJEDA-BARRIOS et al., 2009; FRUSSO & BRUNO, 2012; KUDEN et al., 2013; WELLS, 2017a). Para a superação da dormência não são necessárias temperaturas extremamente baixas, mas sim a regularidade com que elas ocorrem (GRAGEDA et al., 2019).

Existem técnicas de estudo dos mecanismos envolvidos na dormência, entre elas aquela que se fundamenta na evolução do tempo necessário para brotação de gemas isoladas submetidas a uma temperatura padrão, técnica chamada de método biológico (CARVALHO & BIASI, 2012). Este método é utilizado em frutíferas de clima temperado para verificar quando o período de endodormência foi superado, visto que a única inibição para esta gema brotar vem da própria gema (CARVALHO & BIASI, 2012; ANZANELLO et al., 2014;

ANZANELLO et al., 2020). Lamela et al. (2020), relatam que adicionalmente ao método, que o índice conhecido como DD50, possibilita estimar a superação da endodormência quando 50% das gemas acabam brotando após serem submetidas ao acúmulo de frio.

O DD50 é um método simples para estimar a conclusão da endodormência do teste de nó único, onde esta fase é considerada concluída quando 50 % das gemas (amostradas em uma determinada data / acúmulo de frio) atingiram o estágio de ponta verde (LAMELA et al., 2020).

Nesse contexto, o comportamento da brotação das cultivares em determinada região podem expressar uma noção aproximada da sua necessidade de frio. Assim, o objetivo desse trabalho foi determinar o requerimento em frio em condições de campo (frio natural) para superação da endodormência de diferentes cultivares de noqueira-pecã na região Sul do Brasil.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal utilizado no experimento foi coletado em dois pomares comerciais do município de Canguçu, Rio Grande do Sul (RS). As plantas das cultivares Barton, Mohawk, Jackson, Success, Desirable e Farley possuem oito anos de idade e foram implantadas com espaçamento 9 x 6 m (31°28"S 52°56"O) e a cultivar Melhorada (Pitol 1)

com nove anos de idade, cultivada em espaçamento 10 x 10 m (31°28'S 52°41'O).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 7x4 (7cultivares e 4 períodos de coletas), com 5 repetições, sendo cada uma composta por quatro estacas. Ramos das cultivares de nogueira-pecã foram coletados a cada 30 dias entre junho e setembro de 2019, compreendendo quatro períodos de coletas dos ramos. No início das coletas dos ramos, 50% das folhas das plantas haviam caído, correspondendo ao estágio fenológico 97 da escala Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie (BBCH) (HAN et al., 2018).

Em cada coleta (11/06; 17/07; 14/08; 24/09) foram retirados 20 ramos de um ano de idade, com 20 cm de comprimento de cada cultivar. Acompanhou-se a quantidade de horas de frio natural que o pomar teve até o momento da coleta dos ramos de acordo com os dados da Estação Meteorológica - Canguçu-A811, INMET (**Tabela 1**).

Tabela 1. Número de horas de frio ($\leq 7,2$ °C) no município de Canguçu, RS, no ano de 2019.

Mês	INMET Canguçu	Horas de Frio Acumuladas
Até 11/06	51	51
12/06 a 17/07	116	167
18/07 a 14/08	66	233
15/08 a 24/09	136	369
Acumulado do ano	369	

Fonte: INMET (2019).

Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima da região estudada é Cfa, classificado como subtropical úmido, onde o verão é morno e abafado e o inverno é fresco (ALVARES et al., 2013).

Após as coletas, o material vegetal foi transportado do pomar para a Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Os ramos foram mantidos umedecidos, envoltos com papel umedecido e ensacados com sacos plásticos, desde a coleta até o período em que foram preparados para irem à câmara BOD (Biochemical Oxygen Demand). Os ramos foram cortados com aproximadamente 10 cm de comprimento, utilizando somente a porção mediana. Posteriormente a esse corte, foi mantido somente uma gema de 2 cm abaixo do corte superior, eliminando as demais gemas. Para reduzir a desidratação dos ramos e, conseqüentemente da gema, a extremidade superior do ramo foi protegida com plástico filme. Em seguida, os ramos foram dispostos em bandejas contendo vermiculita umedecida e mantidos em câmaras de crescimento, à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 16 horas por 30 dias.

As avaliações foram realizadas a cada dois dias, sendo considerados o início da brotação quando se observava as gemas com as pontas verdes, de acordo com o estágio BBCH 07 (HAN et al., 2018). Com base nesses dados foram calculados o tempo médio para início da brotação de cada cultivar (TMB), que representa o número médio de dias passados entre a instalação do experimento e a detecção do estágio ponta verde; tempo para atingir 50% de gemas brotadas (DD50),

estimado conforme metodologia de Lamela et al. (2020); a taxa final de brotação (TF), que representa a porcentagem de estacas com gemas que atingiram ponta verde.

Duas abordagens foram utilizadas para analisar os dados. Primeiramente, os dados de tempo médio para brotação e porcentagem de brotação total em cada data de amostragem foram comparados por meio de análise de variância (ANOVA), e quando houve efeito significativo do tratamento, os dados foram submetidos à comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em uma segunda abordagem, a análise de regressão sigmoide de três parâmetros foi realizada, usando os dados cumulativos de brotamento (%) como variável de resposta (y) e o tempo na câmara de crescimento como variável preditiva (x):

$$y = a/(1+\exp^{-(x-x_0)/b})$$

onde: y é a porcentagem de brotação; x é o tempo expresso em dias; a representa a diferença entre os pontos máximo e mínimo da variável; b é a inclinação da curva; e $x_0 = DD50$. A partir dessa análise, foram obtidas equações de regressão sigmoide ajustadas com base no quadrado médio do erro e pelo critério de informação de Akaike (AIC).

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância revelou interação significativa ($p \leq 0,05$) entre as cultivares de noqueira-pecã e períodos de coletas (**Tabela 2 e**

4). A época de coleta das estacas não influenciou de modo significativo o tempo médio de brotação (TMB) das cultivares Success, Jackson e Melhorada. Porém, para a cultivar Farley o menor tempo médio de brotação foi observado na época de coleta de setembro (com 369 HF) e para a cultivar Mohawk em julho (167 HF). O menor tempo de brotação para as cultivares Desirable e Barton, oscilou entre as épocas de coleta das estacas (**Tabela 2**). Segundo Mauget e Rageau (1988) e Hawerorth (2009), o decréscimo do TMB está associado a superação da endodormência. E, quando esses valores são estabilizados, corresponde a fase da ecodormência. Desse modo, é importante destacar que, embora a diferença no tempo médio de brotação não tenha ficado tão evidente entre as épocas de avaliação, a partir de julho (167 HF), houve uma pequena redução no tempo médio de brotação em relação a época anterior de coleta (Junho – 51 HF).

Tabela 2. Tempo médio de brotação (TMB) (em dias) das cultivares de noqueira-pecã sob diferentes épocas de coleta das estacas, no município de Canguçu, RS, no ano de 2019.

Cultivar	TMB (dias)				Média da cultivar
	Junho (51 HF)	Julho (167 HF)	Agosto (233 HF)	Setembro (369 HF)	
Farley	15,00 bA	14,40 bA	14,80 bcA	13,20 bB	14,35
Success	15,00 bA	14,00 bA	13,60 cA	15,20 abA	14,50
Jackson	17,00 bA	14,00 bA	14,80 bcA	15,20 abA	15,30
Mohawk	22,20 aA	16,00 abB	18,40 aA	17,60 aA	18,60
Desirable	18,00 abA	16,00 abB	19,60 aA	16,80 abAB	17,60
Melhorada	15,00 bA	14,00 bA	13,00 cA	16,00 abA	14,50
Barton	15,00 bAB	17,00 aA	13,00 cB	16,40 abAB	15,40
Média mensal	16,7	15,1	15,3	15,8	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Valores entre parênteses significam as horas de frio - HF ($\leq 7,2$ C) acumuladas durante as épocas de coleta das estacas.

O tempo médio da brotação constatado para cada cultivar não sofreu grandes variações entre as épocas avaliadas, ou seja, embora foi possível de ser observado pequenas variações no tempo médio de brotação em cada época de coleta, aparentemente as cultivares obtiveram respostas semelhantes (**Tabela 2**). Segundo Fowler et al. (2018), o maior tempo médio de brotação pode ser caracterizado como o período de maior profundidade da endodormência das cultivares. Nesse contexto, é possível afirmar que as cultivares estudadas apresentam características semelhantes, porém, as cultivares Mohawk e Desirable indicam apresentar levemente endodormência mais profunda que as demais cultivares.

Conforme relatado, houve oscilação do tempo médio de brotação, tanto para as datas de coleta como para as cultivares estudadas. Fowler et al. (2018) afirmam que é possível ocorrer diferenças entre o tempo médio de brotação conforme a exigência em frio de cada cultivar, sendo possível observar oscilações em decorrência da variação de temperatura durante o período. Além disso, Hawerth et al., (2010) e Anzanello & Lampugnani (2020), relatam que determinar de forma precisa o requerimento de frio em condições de campo é dificultada pelo número de fatores que interagem simultaneamente com a dormência, tais como, as variações diurnas da temperatura, fotoperíodo, a radiação solar e outros fatores que não podem ser controlados. Petri et al.(2021) afirmam que determinar a necessidade de frio de uma espécie ou cultivar, é muito difícil em nível de campo, pois as condições

ambientais em que as plantas são submetidas pode gerar diferentes respostas das plantas. Os autores ressaltam ainda que, deve-se levar em consideração que a dormência se localiza nas gemas, o que faz com que as exigências variem dentro de uma mesma planta em função de onde a gema está localizada e do estado nutricional da planta.

Na **Figura 1**, nota-se que as temperaturas não se mantiveram constantes, nota-se que a amplitude em todos os meses do ensaio foi, em média, de 29,64 °C. Segundo Cardoso et al. (2015), é habitual que venham ocorrer altas temperaturas durante o período hibernar, o que irá resultar em um efeito negativo sobre o frio que acumulado. Petri et al. (2021), relatam que o efeito negativo das temperaturas altas vai depender do tempo que elas permanecem e da sua intensidade.

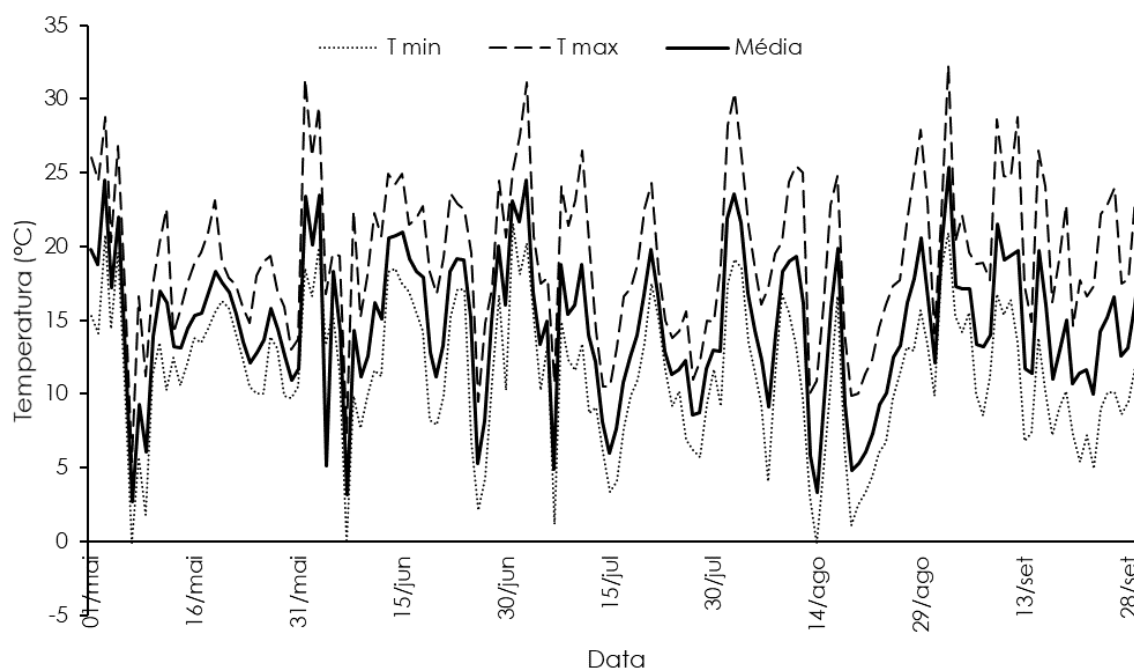


Figura 1. Temperaturas diárias Mínima, Máxima e a Média durante os quatro meses de realização do ensaio, no município de Canguçu, RS.

Na **Tabela 3**, constam o número de dias em que as cultivares ficaram na câmara de crescimento até atingirem 50% de gemas brotadas, denominado DD50. Observa-se que as cultivares levaram entre 12 e 17 dias para saírem mais rápido da endodormência, porém, o acúmulo de horas de frio para que acontecesse foi o que diferiu. As cultivares Jackson, Mohawk e Farley levaram cerca de 16 dias para atingir o DD50 mais rápido, contudo a primeira com a coleta realizada em julho (167 HF) e as outras duas durante a última coleta (setembro – 369 HF). O DD50 é um parâmetro utilizado para estabelecer o momento em que as cultivares superaram a endodormência (LAMELA et al., 2020).

Ainda no que diz respeito ao DD50 (Tabela 3), nas sete cultivares avaliadas, a Jackson e Desirable atingiram o percentual de 50 % de gemas brotadas mais rápido no período de julho, enquanto que as cultivares Success, Melhorada e Barton alcançaram o DD50 mais rápido no período de coleta realizado em agosto (233 HF). Por fim, as cultivares Farley e Mohawk atingiram o DD50 mais rápido no último período de coleta. Segundo Rovani & Wollmann (2018), as diferentes cultivares de noqueira-pecã podem apresentar exigências diferentes quanto ao acúmulo de frio. Nesse contexto, os resultados do presente estudo corroboram com os autores, onde a exigência demonstrada pelo DD50 apresenta diferença entre as cultivares.

Tabela 3. Equações de regressão ajustadas para o tempo em dias para atingir 50 % de brotação (DD50) de acordo com a data de coleta.

Cultivar	Época	a	b	DD50	R ²	p valor
Farley	Junho (51 HF)	106,05	4,31	22,68	0,73	<0,0001
	Julho(167 HF)	92,02	4,30	22,77	0,65	<0,0001
	Agosto (233 HF)	79,47	4,02	17,40	0,63	<0,0001
	Setembro (369 HF)	63,01	4,14	16,74	0,68	<0,0001
Success	Junho (51 HF)	83,88	3,75	18,55	0,71	<0,0001
	Julho(167 HF)	99,48	3,01	16,21	0,89	<0,0001
	Agosto (233 HF)	78,97	81,00	14,39	0,77	<0,0001
	Setembro (369 HF)	47,06	4,04	26,17	0,62	<0,0002
Jackson	Junho (51 HF)	100,64	2,09	18,70	0,98	<0,0001
	Julho(167 HF)	82,08	3,00	16,65	0,98	<0,0001
	Agosto (233 HF)	137,41	4,20	25,28	0,91	<0,0001
	Setembro (369 HF)	92,20	5,52	21,12	0,71	<0,0002
Mohawk	Junho (51 HF)	72,01	2,61	20,84	0,73	<0,0001
	Julho(167 HF)	59,58	3,24	19,57	0,56	<0,0002
	Agosto (233 HF)	138,35	5,22	27,27	0,76	<0,0001
	Setembro (369 HF)	55,48	3,85	16,09	0,86	<0,0001
Desirable	Junho (51 HF)	94,23	0,64	17,96	0,88	<0,0001
	Julho(167 HF)	93,20	3,39	17,10	0,79	<0,0001
	Agosto (233 HF)	427,76	5,94	37,17	0,83	<0,0001
	Setembro (369 HF)	46,13	4,24	17,49	0,66	<0,0001
Melhorada	Junho (51 HF)	100,12	3,37	13,18	0,79	<0,0001
	Julho(167 HF)	99,70	3,87	18,95	0,89	<0,0001
	Agosto (233 HF)	96,74	0,95	12,57	0,95	<0,0001
	Setembro (369 HF)	80,02	0,74	15,98	0,99	<0,0001
Barton	Junho (51 HF)	100,118	2,45	13,60	0,93	<0,0001
	Julho(167 HF)	97,85	3,07	19,84	0,89	<0,0001
	Agosto (233 HF)	96,41	2,09	13,46	0,83	<0,0001
	Setembro (369 HF)	57,99	3,98	20,62	0,58	<0,0002

A Taxa Final de Brotação variou entre a época de coleta das estacas e entre as cultivares de noqueira-pecã (**Tabela 4**). Em relação ao primeiro período de coleta (junho - 51 HF), a cultivar Mohawk obteve a menor taxa final de brotação, 75 % das suas gemas brotadas. As demais cultivares não apresentaram diferença significativa. Quando se observa a segunda época de coleta (julho - 167 HF), a 'Mohawk' novamente obteve a menor porcentagem final de brotação, não diferindo da

cultivar Farley. Na terceira coleta, que foi realizada no mês de agosto com acúmulo de 233 HF, não houve diferença significativa na taxa final de brotação entre as cultivares. No mês de setembro (última coleta - 369 HF), houve as menores taxas finais de brotação, sendo a única época de coleta das estacas em que nenhuma das setes cultivares apresentou 100 % de gemas brotadas, o que não era esperado uma vez que se obteve maior acúmulo de horas de frio em todo o período do estudo.

Tabela 4. Taxa final de brotação (%) das cultivares de noqueira-pecã sob diferentes épocas de coleta das estacas, no município de Canguçu, RS, no ano de 2019.

Cultivar	Taxa final de brotação (%)				Média da cultivar
	Junho (51 HF)	Julho (167 HF)	Agosto (233 HF)	Setembro (369 HF)	
Farley	85 aA	65 cbA	80 aA	70 abA	75
Success	85 aA	100 aA	100 aA	50 bB	84
Jackson	100 aA	80 bA	100 aA	85 aA	91
Mohawk	75 bAB	55 cB	90 aA	55 bB	69
Desirable	100 aA	90 abA	100 aA	55 bB	86
Melhorada	100 aA	95 aA	100 aA	85 aA	95
Barton	100 aA	95 aA	100 aA	65 abB	90
Média mensal	92	83	96	66	

As médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância. Valores entre parênteses significam os meses que as coletas foram realizadas.

Contudo, no momento da coleta do material do último tratamento (setembro), as gemas já estavam iniciando a brotação, com isso, quando os ramos foram destacados da planta essa brotação cessou e na câmara de crescimento só brotaram as gemas que ainda não haviam iniciado esse processo. Então, é possível que a utilização do método

biológico com o uso de ramos destacados no último mês de coleta não seja mais possível de ser realizado. Hawerth et al. (2010), citam que um dos principais problemas que limitam o uso dos ramos destacados está relacionado à limitação do tempo de avaliação devido a curta longevidade do material. Desse modo, é possível que o método biológico para avaliar as gemas nesse estágio de desenvolvimento não seja adequado, indicando que o momento de coleta dos ramos é um importante parâmetro que deve ser considerado.

É importante destacar ainda a respeito da taxa final de brotação que as cultivares Barton, Melhorada, Desirable e Jackson obtiveram 100 % das gemas brotadas já no primeiro mês de avaliação (junho – 51 HF). Isso pode significar que as cultivares ainda não entraram na endodormência e no momento que foram expostas em câmara de crescimento brotaram (**Tabela 4**). HAWERROTH et al. (2010a) afirmam que em caso de temperaturas baixas insuficientes, a planta não entra na endodormência e como consequência altera o desenvolvimento, causando até mesmo abortamento floral, como consumo das reservas necessárias para brotar e florescer. Melke (2015) assegura que a gema da noqueira-pecã pode vir a brotar com menos de 100 horas de frio, contudo, isso pode levar a uma abertura desigual e problemas subsequentes com polinização.

As três primeiras épocas de coleta das estacas (junho, julho e agosto) não influenciaram a taxa final de brotação, exceto para a cultivar Mohawk em que a maior taxa final de brotação foi conseguida

na terceira época de coleta (agosto – 233 HF). A última época de coleta das estacas (setembro 369 HF), a taxa final de brotação das cultivares Farley, Jackson e Melhorada não diferiram das épocas anteriores. Embora tenha reduzido a taxa final de brotação para a maioria das cultivares em relação a coleta anterior (agosto – 233 HF) (**Tabela 4**). Ojeda-Barrios et al. (2009) constataram que a cultura possui uma excelente adaptação em condições climáticas de invernos amenos, com 50 a 600 horas de frio. Porém, Wells (2017b) afirma que a noqueira-pecã deve ter, no mínimo, 100 horas de frio abaixo de 7,2 °C. Desse modo, é possível observar no presente estudo que foi possível obter uma percentagem final de brotação superior a 50 % em todas as cultivares e épocas de avaliação. Porém, de modo geral, a terceira época de coleta das estacas (agosto – 233 HF) obteve os melhores percentuais de gemas brotadas, com média de 96%.

Grande parte dos autores que estuda ou trabalha com a noqueira-pecã (LEMUS, 2004; GRAGEDA et al., 2013) salientam que a cultura necessita de um acúmulo de mais de 400 HF para que possa superar a endodormência. Contudo, outros autores afirmam que a mesma pode ser cultivada em regiões com o acúmulo entre 250 e 550 HF (MADERO, 2003; FRUSSO e BRUNO, 2012) e ainda, com um acúmulo de 50 a 100 HF (OJEDA-BARRIOS et al., 2009; WELLS, 2017a). Nesse contexto, a literatura é muito ampla, variando de 50 a mais de 550 HF e, como visto nesse estudo, a brotação da noqueira-pecã é conseguida com diferentes quantidades de acúmulo de horas de frio, sendo necessário mais estudos que

abordem esse assunto, inclusive com mais anos de avaliação para melhor elucidar esse tema.

5.5 CONCLUSÕES

Das cultivares estudadas, a Mohawk indicou ser a mais exigente em acúmulo de frio natural.

O requerimento em frio das cultivares de noqueira-pecã variou de 167 a 369 horas de frio para atingir o DD50.

A época de coleta do material vegetal teve pouca influência no tempo médio e na taxa final de brotação de gemas de cultivares de noqueira-pecã.

5.6 REFERÊNCIAS

- ANZANELLO, R., FIALHO, F.B., SANTOS, H.P., BERGAMASCHI, H., MARODIN, G.A.B. 2014. Métodos biológicos para avaliar a brotação de gemas em macieira para modelagem da dormência. *Semina: Ciências Agrárias*, v.35, n.3, p.1163-1176. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n3p1163
- ANZANELLO, R., SANTOS, H.P. dos, FIALHO, F.B. 2020. Influência das gemas laterais sobre a brotação da gema apical em ramos de macieira. *Applied Research & Agrotechnology*, Guarapuava-PR, v.13: e6422. DOI: 10.5935/PAeT.V13.e6422
- ANZANELLO, R., LAMPUGNANI, C.S. 2020. Requerimento de frio de cultivares de pessegueiro e recomendação de cultivo no Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v.26, n.1, p. 18-28. <https://doi.org/10.36812/pag.202026118-28>

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M., SPAROVEK, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologisches Zeitschrift*, 22(6): 711-728. 10.1127/0941-2948/2013/0507

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

BRIGHENTI, L. M. 2012. Determinação da exigência de horas de frio para a superação da dormência em diferentes cultivares de pereira. 57f. (Dissertação de Mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC – Lages, Brasil.

CARVALHO, R.I.N., BIASI, L.A. 2012. Índice para avaliação da intensidade de dormência de gemas de fruteiras de clima temperado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 34, n. 3, p. 936-940.

CHAVARRIA, G. 2009. Efeito de temperaturas de 10°C e 15°C na floração e brotação de pessegueiro avaliado através de enxerto de ramos produtivos no outono. 56f. (Dissertação de Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil.

FERREIRA, D.F. 2016. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.6. Lavras-MG:UFLA.

FOWLER, J.G., MARGOTI, G., BIASI, L. 2018. Comportamento de gemas dormentes de videira 'bordô' em Pinhais, Paraná. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 65, n. 2, p. 210-215. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201865020014>.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J.; AMBOS, V.; ANESE, R. de O.; MEYER, E. A. 2018. Pecan cultivation: general aspects. *Cienc. Rural*. vol.48 no.2 Santa Maria.

FRUSSO, E.A., BRUNO, N.R. 2012. Desarrollo del cultivo de la nuez pecan em la Argentina. Buenos Aires: PreCan/Procadis/Inta/Ministerio de Agricultura, Ganadería Y Pesca.

GRAGEDA, J. G.; CASTILLO, A. A. F.; GASCÓN, B. V; MORENO, J. H. N; PALMA, R. S; GARCIA, E. U. 2013. El clima y la producción de nogal pecanero. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE NOGAL PECANEIRO, 14.,

2013, México. Anais. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. p. 55-66.

GRAGEDA, J. G., CORRAL, J.A.R., ROMERO, G.E.G., MORENO, J.H.N., LAGARDA, J.V., ÁLVAREZ, O.R., LAGUNES, A.J. 2016. Efecto del cambio en la acumulación de horas de frío en la región nogalera de Hermosillo, Sonora. Revista Mexicana de Ciências Agrícolas. N 13. 9 p. Mexico.

GRAGEDA, J. G., CASTILLO, A.A.F., MORENO, J.H.N. 2019. Efecto de la temperatura en la acumulación de frío y la producción del nogal pecanero. Revista Pacana- Año 5, Numero 21. Mexico. 4 p.

HAN, M., PENG, F., MARSHALL, P. 2018. Pecan phenology in Southeastern China. Annals of Applied Biology. 172, 160–169.

HAWERROTH, F. J. Dormência de gemas sob influência da temperatura durante o período hibernal e resposta produtiva da macieira pelo uso de indutores de brotação. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS. 2009, 123f.

HAWERROTH, F.J., HERTER, F.G., PETRI, J.L., LEITE, G.B., PEREIRA, J.F.M. 2010. Dormência em frutíferas de clima temperado. (Documentos - 310), Embrapa Clima Temperado, Pelotas. 56 p.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. 2019. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. <Acesso em 10 Out.2019>

KAUR, A., FERGUSON, L., MANESS, N., CARROLL, B., REID, W., ZHANG, L. 2020. Spring Freeze Damage of Pecan Bloom: A Review. Horticulturae. V. 6, n.4, p.:1-19. <https://doi.org/10.3390/horticulturae6040082>

KUDEN, A.B., TUZCU, O., BAYAZIT, S., YILDIRIM, B., IMRAK, B. 2013. Studies on the chilling requirements of pecan nut (*Carya illinoensis* Koch) cultivars. African Journal of Agricultural Research. 8p, 3159–3165.

LANG, G.A., EARLY, J.D., MARTIN, G.C., DARNELL, R.L. 1987. Endo-, para- and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. Hortscience, v. 22, p.371-377.

LEMUS, G. 2004. El Cultivo del Pecano (*Carya illinoensis*). INIA Chile. 22 p. Chile.

LAMELA, C.S.P., REZEMINI, F., BACINOB, M.F., MALGARIM, M.B., HERTER, F.G., PASA, M. da S. 2020. Dormancy dynamics of 'Tannat' grapes in warm-winter climate conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*. 8p.

MADERO, E. R. 2003. La nuez pecán. *Idia XXI*, Buenos Aires, v. 3, n. 5, p. 78-82.

MARTINS, C.R., FRONZA, D., MALGARIM, M.B., BILHARVA, M.G., DE MARCO, R., HAMANN, J.J. 2017. Cultura da noz-pecã para a agricultura familiar. 17p. EM: WOLFF, L. F.; MEDEIROS, C. A. B. (Ed). Alternativas para diversificação da agricultura familiar de base ecológica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. (Documento/ Embrapa Clima Temperado, 443).

MAUGET, J.C. RAGEAU. 1988.R. Bud dormancy and adaptation of apple tree to mild winter climates. *Acta Horticulturae*, Florianopolis, v. 232, p.101-108.

MELKE, A. 2015. The Physiology of Chilling Temperature Requirements for Dormancy Release and Bud-break in Temperate fruit trees grown at mild winter Tropical climate. *Journal of Plant Studies*, Vol. 4, No. 2.

OJEDA-BARRIOS, D.L., HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, O.A., LÓPEZ-OCHOA, G.R., MARTÍNEZ-TÉLLEZ, J.J. 2009. Evolución de los sistemas de producción de nuez em México. *Tecnociencia*, Chihuahua, v. 3, n. 3, p. 115-120, set./dez.

PETRI, J.L.; SEZERINO, A.A; HAWERROTH, F. J.; PALLADINI, L.A.; LEITE, G.B.; DE MARTIN, M.S. 2021. Dormência e indução à brotação de árvores frutíferas de clima temperado. Florianópolis: Epagri, p.153.

ROVANI, F.F.M., WOLLMANN, C.A. 2018. Análise sazonal e anual dos requisitos climáticos do cultivo da noqueira pecã (*Carya illinoensis*) no Rio Grande do Sul. *Geosp – Espaço e Tempo (Online)*, v. 22, n. 1, p. 191-209, jun.

SPARKS, D. 2005. Adaptabilidade da noz-pecã como espécie. *Hortscience*, v.40, n.5, p.1175-1189.

WALKER, C., MUNIZ, M.F.B., MARTINS, R.R.O., MEZZOMO, R., ROLIM, J.M., BLUME, E. 2016. 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.

WELLS, L. 2017 a. *Pecan: America's native nut tree*. Tuscaloosa: The University of Alabama Press. 264 p.

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

6 ARTIGO 3

BROTAÇÃO DE CULTIVARES DE NOGUEIRA-PECÃ SUBMETIDAS AO FRIO ARTIFICIAL

Artigo a ser submetido na Revista Comunicata Scientiae

6.1 RESUMO:

O frio é um dos fatores limitantes para a produção de frutíferas de clima temperado devido ao mecanismo de dormência. O conhecimento da necessidade de frio de cada cultivar é importante para que se obtenha êxito na produção. Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta de diferentes cultivares de noqueira-pecã submetidas ao frio artificial. Ramos de noqueira-pecã foram coletados das seguintes cultivares: Success, Shoshoni, Farley, Elliott, Mohawk, Jackson, Desirable, Barton, Importada, Shawnee, Choctaw e Melhorada, com 9 anos de idade, localizados em dois pomares no município de Canguçu, RS, nos anos de 2017 e 2018. Os tratamentos de frio artificial consistiram na exposição dos ramos, em diferentes horas de frio com 0, 250, 500, 750 e 1000 em câmara fria. Avaliou-se a taxa final de brotação de cada cultivar e o tempo para atingirem 50% de gemas brotadas. A necessidade de frio para as cultivares brotarem variaram entre os anos de avaliação, sendo que no ano de 2017 a Taxa Final de brotação e DD50 foi mais elevada do que em 2018. Devido à grande variação da Taxa Final de Brotação e DD50, não foi possível determinar, com clareza, a necessidade de horas de frio para as cultivares de noqueira-pecã.

Palavras-chave: Método biológico; Pecan; *Carya illinoensis*; dormência; nozes.

BROTHING OF CULTIVARS OF PECAN SUBMITTED TO THE ARTIFICIAL COLD

ABSTRACT: Cold is a limiting factor for commercial production of temperate fruit due to their dormancy mechanism. Thus, the knowledge of the need for cold of each cultivar is important for successful production. The objective of this work was to evaluate the response of different pecan

cultivars submitted to artificial cold. Pecan branches were collected from the following cultivars: Success, Shoshoni, Farley, Elliott, Mohawk, Jackson, Desirable, Barton, Importada, Shawnee, Choctaw and Melhorada, aged 9, located in two orchards in the municipality of Canguçu, Rio Grande do Sul. The artificial cold treatments consisted of the exposure of the branches, in different hours of cold with 0, 250, 500, 750 and 1000 in a cold chamber. The final sprouting rate of each cultivar and the time to reach 50 % of sprouted buds were evaluated. The need for cold for the cultivars to sprout varied between the years of evaluation, and in 2017 the Final Sprout Rate and DD50 was higher than in 2018. Due to the great variation of the Final Sprout Rate and DD50, it was not possible to clearly determine the need for cold hours for pecan cultivars.

Key words: *Biological method; Pecan; Carya illinoensis; Dormancy; Nuts.*

6.2 INTRODUÇÃO

A noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] é uma importante frutífera nativa e cultivada comercialmente nas regiões temperadas do Hemisfério Norte (SPARKS, 2005; WALKER et al., 2016; HAN et al., 2018). Contudo, ultrapassou as fronteiras de sua origem e atualmente é cultivada comercialmente em todos os continentes (BILHARVA et al., 2018). É uma espécie de porte alto, de grande longevidade produtiva e caducifólia, que passa por um período de dormência vegetativa durante o inverno, característica adaptativa da espécie para sobreviver as baixas temperaturas do inverno em sua região de origem (MARTINS et al., 2017).

As baixas temperaturas na dormência vegetativa das plantas atuam de duas formas, primeiramente contribuem para a paralisação do crescimento, proporcionando aclimatação ao frio e indução à endodormência e, posteriormente, atuam na superação deste estado (PETRI et al., 2021). A quantidade de frio ocorrida desde a indução até a superação da endodormência é denominada requerimento em frio, sendo determinada para cada espécie e até mesmo cultivar (LANG et al., 1987). Desse modo, para a superação da dormência é necessário acumular frio, sendo que muitos lugares de cultivo não fornecem naturalmente a exigência necessária para as cultivares. Portanto, o acúmulo de frio se torna um dos fatores limitantes para a produção, pois quando não é fornecido adequadamente, acarretará uma brotação desuniforme, foliação atrofiada, com pouca ramificação, muitas gemas vegetativas e floríferas permanecem dormentes e por consequência, os rendimentos tendem a ser abaixo do potencial (GRAGEDA et al., 2013; WELLS, 2017b; GRAGEDA et al, 2019). Com isso, o conhecimento da necessidade de frio de cada espécie e cultivar é de extrema importância para que se obtenha êxito na produção.

Embora, a cultura tem se adaptado a várias regiões de cultivo, a exigência em horas de frio para a noqueira-pecã ainda não está bem elucidada e pode ser um dos principais limitadores ambientais para altas produções. A necessidade de acúmulo de frio para a noqueira-pecã encontradas na literatura variam de 50 a 1.000 horas com temperaturas abaixo de 7,2°C (OJEDA-BARRIOS et al., 2009; FRUSSO e BRUNO, 2012;

WELLS, 2017a). Valores esses muito amplos e não específicos para muitas cultivares.

Nesse âmbito, torna-se primordial o conhecimento da exigência em frio e do comportamento da brotação das cultivares implantadas em determinada região. Para que esse propósito seja atendido, existem diversas técnicas de estudo dos mecanismos envolvidos na dormência, dentre os quais aquele que se baseia na evolução do tempo necessário para brotação de gemas isoladas que são submetidas a uma temperatura padrão, técnica nomeada de método biológico (DOLE, 2001). Este método é utilizado para verificar quando o período de endodormência foi superado, uma vez que a única inibição para esta gema brotar vem da própria gema, pois as demais são retiradas, não tendo inibição por outro órgão da planta (HAWERROTH et al., 2010).

Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta de diferentes cultivares de noqueira-pecã submetidas ao frio artificial.

6.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos anos de 2017 e 2018, em que o material vegetal foi coletado de dois pomares localizados no Município de Canguçu, Rio Grande do Sul (RS), Brasil. Ramos de noqueira-pecã foram coletados das seguintes cultivares: Success, Shoshoni, Farley, Elliott, Mohawk, Jackson, Desirable, Barton, Importada, Shawnee, Choctaw (31°28'S 52°56'O) e Melhorada (31°28'S 52°41'O). As plantas foram

implantadas no ano de 2009 tendo 8 e 9 anos no momento de coleta do material, com espaçamento de 9 x 6 m e 10 x 10 m e não possuem sistemas de irrigação.

Os ramos de aproximadamente 30 cm foram coletados em junho de 2017 e em maio de 2018. No primeiro ano, antes da data de coleta houve naturalmente o acúmulo de 34 horas de frio abaixo dos 7,2°C, enquanto no segundo ano houve 18 horas. Os dados foram obtidos na Estação Meteorológica - Canguçu-A811, INMET. No momento da coleta dos ramos, as plantas estavam com aproximadamente 50% das folhas caídas, correspondendo ao Estádio fenológico 97 da escala BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie) (HAN et al., 2018).

Após a coleta, os ramos foram transportados para a Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata (EEC), no município de Pelotas, RS, para a realização dos tratamentos. Os ramos foram dispostos em água com hipoclorito de sódio (1:1000 v/v) por 5 minutos. Posteriormente enrolados em papel jornal úmido e acondicionados em sacos plásticos (polietileno atóxico) em câmara fria ($4,0 \pm 0,5$ °C) para simular a acumulação de horas de frio.

Os tratamentos consistiram na exposição dos ramos em diferentes horas de frio com 0, 250, 500, 750 e 1000 horas. Após atingir a necessidade de horas de frio determinada para cada tratamento, o teste biológico para avaliação da dormência foi realizado separadamente com gemas laterais, com ramos de 10 cm de comprimento. Utilizou-se somente a

parte intermediária dos ramos coletados, deixando uma gema a 2 cm abaixo do corte superior, eliminando-se as demais gemas. Para reduzir a desidratação dos ramos e das gemas, a extremidade superior do ramo foi protegida com parafina. Os ramos foram colocados em bandejas com vermiculita umedecida e mantida em câmara de germinação tipo BOD (Biochemical Oxygen Demand) com temperatura de $25 \pm 0,5$ °C e fotoperíodo de 16 horas de luminosidade até o final das avaliações de cada tratamento/coleta. O tratamento de zero (0) horas de frio, os ramos não passaram pela câmara fria.

A intensidade de dormência foi avaliada pelo teste biológico de estacas de nós isolados. As avaliações foram realizadas a cada dois dias, sendo considerados o início da brotação as gemas em que se observava as pontas verdes, de acordo com o estágio BBCH 07 (HAN et al., 2018). Com base nesses dados foram calculados a taxa final de brotação (TF), que representa a percentagem de estacas com gemas que atingiram ponta verde; DD50, que é o número de dias para atingir 50% da brotação, calculado por meio de equações conforme Lamela et al. (2020).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados, com 4 repetições, sendo cada repetição composta por cinco estacas. Duas abordagens foram utilizadas para analisar os dados. Primeiramente, para a taxa de brotação foi utilizado o esquema bifatorial 12 x 5 (doze cultivares x cinco tratamentos com horas de frio artificial), quando o efeito foi significativo, realizou-se o teste de Tukey a 5% de

probabilidade. Em uma segunda abordagem, a análise de regressão sigmoide de três parâmetros foi realizada, usando os dados cumulativos de brotamento (%) como variável de resposta (y) e o tempo na câmara de crescimento como variável preditiva (x): $y = a/(1+\exp^{-(x-x_0)/b})$; onde: y é a porcentagem de brotação; x é o tempo expresso em dias; a representa a diferença entre os pontos máximo e mínimo da variável; b é a inclinação da curva; e $x_0 = DD50$. A partir dessa análise, foram obtidas equações de regressão sigmoideal ajustadas com base no quadrado médio do erro e pelo critério de informação de Akaike (AIC).

6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância revelou interação significativa ($p \leq 0,05$) entre as cultivares de noqueira-pecã e os tratamentos de horas de frio em ambos os anos de avaliação (**Tabela 1**). Ou seja, foram encontradas distintas respostas tanto entre os anos de avaliação quanto as cultivares e dentre os tratamentos de horas de frio.

A taxa final de brotação das cultivares (**Tabela 1**), quando não foram submetidas ao frio artificial (0 horas de frio) apresentaram os menores valores de forma geral. Entretanto, a máxima taxa de brotação da cultivar Jackson foi observada entre 250 e 500 horas de frio nos anos de 2017 e 2018, enquanto as cultivares Success, Shoshoni, Melhorada, Importada, Shawnee foi observado a máxima brotação entre 500 e 750 horas de frio. As cultivares Mohawk, Barton e Choctaw foram as mais

exigentes, necessitando entre 750 e 1.000 horas de frio. Para as cultivares Farley, Elliott e Desirable a variação da taxa de brotação foi muito ampla entre os dois anos de estudo, não sendo possível determinar com clareza seu requerimento de frio aproximado. Grageda et al. (2016), afirmaram que existem estudos que reportam a necessidade de frio estabelecida de 500 horas para a cultivar Desirable. Porém, em outros estudos relatam que o requerimento de frio entre 300 a 400 horas para as cultivares Success e Desirable.

Com isso, se observa que as pesquisas em relação ao requerimento de frio das cultivares ainda não são conclusivas e podem variar em relação ao requerimento de frio de cada cultivar de noqueira-pecã. Em vista disso, fica cada vez mais evidente a necessidade de mais estudos e nesse âmbito, a fim de elucidar o requerimento de frio das cultivares. Dessa forma, por mais que as plantas estivessem no mesmo estágio fenológico (aproximadamente 50 % das folhas caídas) no momento da coleta do material à campo, é plausível que as cultivares estivessem em diferentes fases de dormência.

Nesse cenário, é possível que as cultivares ainda não estavam em dormência profunda e quando foram expostas em câmara de crescimento brotaram. Além do mais, esse resultado sugere que as cultivares necessitam maior acúmulo de frio para a entrada da dormência profunda quando comparado as demais cultivares em que as menores taxas finais de brotação foram observadas no tratamento com zero horas de frio. Assim sendo, LANG et al. (1987), relatam que as

baixas temperaturas na dormência atuam de duas formas, primeiramente contribuem para a paralisação do crescimento, proporcionando aclimatação ao frio e indução à endodormência e, posteriormente, atuam na superação deste estado.

Tabela 1: Taxa final (%) de brotação de cultivares de noqueira-pecã, submetidas a distintas temperaturas de frio artificial no ano de 2017 e 2018.

Horas de frio - 2017							M.cv
Cultivar	0	250	500	750	1000		
Success	75 eC	95 bB	100 aA	100 aA	95 bB	93	
Shoshoni	90 cC	95 bB	100 aA	90 bC	95 bB	94	
Farley	75 eC	85 cA	80 cB	80 cB	80 eB	80	
Elliott	100 aA	95 bB	100 aA	100 aA	100 aA	99	
Mohawk	60 gE	70 eC	65 eD	80 cB	85 dA	72	
Jackson	95 bB	100 aA	100 aA	100 aA	100 aA	99	
Desirable	95 bB	100 aA	90 bC	100 aA	100 aA	97	
Barton	80 dC	85 cB	75 dD	100 aA	85 dB	85	
Melhorada	90 cB	75 dC	100 aA	100 aA	100 aA	93	
Importada	95 bB	95 bB	100 aA	100 aA	90 cB	96	
Shawnee	90 cB	95 bB	100 aA	100 aA	95 bB	96	
Choctaw	70 fC	85 cB	65 fD	90 bA	90 cA	80	
M.t	85	90	90	95	93		

Horas de frio - 2018							M. cv
Cultivar	0	250	500	750	1000		
Success	60 dC	60 eC	95 aA	95 bA	85 cB	79	
Shoshoni	55 eC	50 fD	80 cA	60 gB	55 hC	60	
Farley	65 cD	70 cC	75 dB	75 eB	90 bA	75	
Elliott	60 dC	45 gD	90 bA	85 dB	80 dC	72	
Mohawk	55 eC	50 fD	55 fC	60 gB	65 gA	57	
Jackson	50 fC	80 aB	90 bA	90 cA	90 bA	80	
Desirable	65 cB	65 dB	60 eC	60 gC	70 fA	64	
Barton	55 eE	45 gF	70 dC	65 fD	75 eA	62	
Melhorada	80 bB	75 bC	90 bA	85 dB	95 aA	85	
Importada	45 gC	50 fC	80 cB	100 aA	75 eB	70	
Shawnee	85 aC	75 bD	90 bB	95 bA	90 bB	87	
Choctaw	45 gD	45 gD	50 fC	85 dB	95 aA	64	
M.t	60	59	77	80	80		

Onde: M.t = média do tratamento; M.cv = média da cultivar. As médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância.

Em geral, é possível observar que tanto no ano de 2017 como em 2018, se obteve maior média da taxa final de brotação com acúmulo de horas de frio com 750 horas. Embora, para algumas cultivares tem se observado que a máxima taxa final de brotação ocorreu com acúmulo igual ou inferior a 750 horas de frio acumuladas. Logo, é possível observar que no ano de 2017 a taxa final de brotação foi mais elevada que 2018 em todos os tratamentos de horas de frio. Essa diferença entre os anos de avaliação pode ser devido ao momento de coleta dos materiais do campo, onde havia sido acumulado naturalmente 34 e 18 horas de frio abaixo dos 7,2°C, respectivamente para os anos de 2017 e 2018. Ademais, pode ser devido à estiagem ocorrida no verão de 2017/2018 (ocorrida no período de novembro de 2017 a março de 2018) (SEMA-RS, 2018), comprometendo o desenvolvimento das plantas e por consequência o acúmulo de reserva para o ano seguinte.

Nesse cenário, fica evidente que a taxa final de brotação é complexa e pode ser influenciada por outros fatores além do acúmulo de horas de frio. Assim sendo, trabalhos que correlacionem além das horas de frio no inverno, demais variáveis climáticas do ciclo anterior para melhor elucidar a diferença de brotação entre os ciclos de desenvolvimento.

Na literatura são encontrados trabalhos cuja necessidade de frio para a noqueira-pecã é muito ampla, pois variam de 50 a 1.000 horas (OJEDA-BARRIOS et al., 2009; FRUSSO & BRUNO, 2012; WELLS, 2017a). Todavia, para este ensaio também é possível observar isso, onde

cultivares tiveram 100% de brotação com 250 horas ou inferior, com 500 e outras com 750 horas de frio. Nesse contexto, Melke (2015) assegura que a gema da noqueira-pecã pode vir a brotar com menos de 100 horas de frio, contudo, isso pode levar a uma abertura desigual e problemas subsequentes com polinização. Então, estudos com plantas inteiras ou acompanhamento de plantas no campo são necessários para avaliar os efeitos das horas de frio no desenvolvimento vegetativo e reprodutiva da cultura e por fim, obter dados mais conclusivos.

O tempo em dias para atingir 50 % da brotação (DD50) foi amplo entre os tratamentos e anos de avaliação (**Tabela 2 e 3**). Conforme as equações de regressão ajustadas para o ano de 2017 (**Tabela 2**), as cultivares, Melhorada e Choctaw atingiram o DD50 no tratamento com 0 HF. As cultivares Success, Farley, Elliott, Mohawk, Jackson e Shawnee atingiram 50 % de gemas brotadas (DD50) mais rápido no tratamento em que lhe foi ofertada 250 HF. Foi necessário para as cultivares Barton 500 HF, Shoshoni e Desirable 750 HF e Importada 1000 horas de frio para que o DD50 fosse atingido.

Ao analisar a Tabela 3, nota-se no ano de 2018 uma mudança em relação ao tempo necessário para que o DD50 fosse atingido. Das 12 cultivares que foram objetos do presente ensaio, Elliott, Desirable, Barton, Melhorada e Importada alcançaram 50 % de gemas brotadas mais rápido com o tratamento de quando foram ofertadas 750 horas. As cultivares Success, Shoshoni, Farley, Mohawk, Jackson, Shawnee e Choctaw com 1000 horas de frio. Nesse âmbito, é possível observar que

o DD50 nos anos de 2017 e 2018 apresentou grande amplitude, sendo que no segundo ano as cultivares necessitaram mais horas de frio para que esse parâmetro fosse atingido. Segundo LAMELA et al. (2020), o DD50 é um parâmetro simples utilizado para estimar a conclusão da endodormência. Isso significa, que ao atingir essa porcentagem (de 50 % de gemas brotadas) essa fase foi concluída. Nesse contexto, do mesmo modo que foi observado para a taxa final de brotação (Tabela 1), o DD50 também foi alcançado com menor acúmulo de frio no ano de 2017 em relação ao ano de 2018.

Tabela 2 - Equações de regressão ajustadas para o tempo em dias para atingir 50 % de brotação (DD50) de acordo com os tratamentos ofertados, 2017.

Cultivar	Horas	a	b	DD50	R ²
		2017			
Success	0	95,0355	0,6922	11,5323	0,97
	250	95,1888	2,1096	8,3088	0,92
	500	98,6031	1,6898	10,4175	0,97
	750	101,3627	2,1620	8,3953	0,94
	1000	70,0023	0,5179	11,6728	0,90
Shoshoni	0	88,8417	2,2095	10,5303	0,87
	250	94,0317	2,5305	8,9378	0,90
	500	99,3548	1,6198	10,6795	0,97
	750	88,7722	1,6012	7,2985	0,94
	1000	90,1594	0,8288	12,004	0,93
Farley	0	74,1207	2,6262	14,5190	0,84
	250	79,9312	2,5730	11,3323	0,91
	500	82,0320	2,0604	13,8808	0,92
	750	80,0851	2,0045	12,2982	0,91
	1000	81,1581	1,3571	13,2397	0,92
Elliott	0	97,5548	2,2612	6,8554	0,93
	250	87,3926	1,1831	5,3710	0,88
	500	98,6127	1,3148	5,9250	0,96
	750	98,2807	1,0566	5,6023	0,95
	1000	100,2373	2,6700	9,2583	0,93
Mohawk	0	62,5884	2,0823	15,9514	0,93

	250	69,7365	2,2065	9,2386	0,88
	500	65,0063	0,5434	11,6535	0,93
	750	79,3147	2,9740	11,5370	0,88
	1000	82,9645	1,1671	12,2605	0,93
Jackson	0	92,0912	2,5627	9,0711	0,86
	250	99,7284	1,5069	6,0201	0,94
	500	100,8808	2,1376	8,8030	0,93
	750	99,2767	2,3425	10,1523	0,95
	1000	100,9162	2,362	9,638	0,92
Desirable	0	96,3941	2,7078	8,9625	0,91
	250	98,9877	2,6651	10,1416	0,94
	500	91,7234	2,4165	9,1079	0,90
	750	100,0382	1,2967	8,3562	0,98
	1000	100,1808	1,6434	8,3969	0,95
Barton	0	82,9470	3,3454	9,8735	0,8466
	250	86,6008	3,1587	9,1398	0,86
	500	71,9938	1,1309	6,1458	0,83
	750	99,0746	0,9859	7,7024	0,98
	1000	84,4158	1,1247	7,8531	0,95
Melhorada	0	87,6850	1,7146	6,4619	0,90
	250	73,1874	2,5727	7,2712	0,77
	500	96,8796	0,9360	6,5685	0,96
	750	94,1667	0,1454	6,9820	0,95
	1000	99,6262	2,0646	8,1035	0,94
Importada	0	96,2375	2,5933	9,0749	0,92
	250	96,2919	2,7002	8,7454	0,92
	500	100,0221	1,6776	8,6960	0,95
	750	99,8242	2,2680	9,4412	0,94
	1000	85,8191	2,3781	8,0202	0,88
Shawnee	0	95,5619	2,1707	8,6773	0,92
	250	94,1670	0,4590	5,9779	0,96
	500	97,5000	0,1355	6,8369	0,98
	750	99,2146	0,7675	6,3312	0,95
	1000	95,0429	0,7422	6,5998	0,94
Choctaw	0	69,0114	1,6086	6,1927	0,87
	250	84,7173	1,3339	6,4487	0,92
	500	58,9045	1,2774	7,0191	0,81
	750	88,9454	1,2969	6,3983	0,92
	1000	89,3510	1,9180	6,8476	0,92

p valor<0,0001.

Outro fator que pode ser observado, é o número de dias para atingir o DD50. No ano de 2017 (**Tabela 2**), as cultivares levaram entre 5 a 11 dias para atingir 50 % de gemas brotadas, enquanto no ano de 2018

(Tabela 3) necessitou entre 10 e 15 dias. Com isso, as gemas que estavam acondicionadas na câmara de crescimento levaram um número maior de dias para saírem da endodormência, em relação ao ano anterior.

Tabela 3 - Equações de regressão ajustadas para o tempo em dias para atingir 50 % de brotação (DD50) de acordo com os tratamentos ofertados, 2018.

Cultivar	Horas	2018			
		a	b	DD50	R ²
Success	0	50,0309	0,6314	19,7480	0,78
	250	109,5031	4,9917	30,3409	0,81
	500	94,2495	1,4919	16,71	0,94
	750	95,9037	1,4434	16,7429	0,93
	1000	84,1001	0,7119	13,1359	0,81
Shoshoni	0	51,6885	2,5742	24,0681	0,73
	250	52,6968	2,1181	23,8726	0,80
	500	71,1464	1,4299	15,8501	0,84
	750	57,6516	0,6892	16,4583	0,76
	1000	53,0713	0,6953	12,8312	0,78
Farley	0	67,5619	2,6938	22,8657	0,90
	250	72,8507	2,5679	16,9662	0,83
	500	72,0888	2,2513	15,0728	0,88
	750	75,0337	0,8977	14,6243	0,84
	1000	88,7528	1,5354	12,7646	0,92
Elliott	0	57,4931	1,3665	19,0127	0,76
	250	46,7259	1,7591	14,7729	0,84
	500	88,7626	2,3212	16,9989	0,90
	750	84,2158	0,8117	13,2768	0,91
	1000	81,3970	3,5385	14,7402	0,81
Mohawk	0	63,3833	3,1722	25,1821	0,80
	250	51,4213	2,3774	17,9754	0,83
	500	52,4149	1,6734	16,5600	0,65
	750	60,0441	0,9661	14,6738	0,74
	1000	60,5832	1,0648	13,0389	0,9
Jackson	0	59,4977	4,1036	24,3084	0,80
	250	82,2562	1,8862	19,1909	0,89
	500	90,7704	1,2409	17,1916	0,96
	750	90,0001	0,2388	14,0533	0,91
	1000	91,0347	1,5703	12,7836	0,95
Desirable	0	66,3731	2,0170	21,3208	0,85
	250	64,7719	1,8603	18,1035	0,88
	500	56,9327	1,0749	18,6309	0,92

	750	58,8328	0,7396	15,7350	0,73
	1000				
Barton	0	81,5904	4,6391	26,3289	0,86
	250	57,1393	4,6613	24,3171	0,78
	500	78,9660	3,7751	21,8035	0,90
	750	64,8519	1,6867	14,1287	0,80
	1000	74,9238	2,0114	15,6182	0,83
Melhorada	0	80,0887	2,6555	21,4386	0,90
	250	74,5213	1,4176	17,4588	0,85
	500	89,7921	1,5329	16,3801	0,90
	750	81,0577	1,1768	13,2852	0,95
	1000	94,2106	1,8816	14,8683	0,96
Importada	0	38,5014	1,7115	20,6510	0,83
	250	52,9788	2,4511	24,2071	0,78
	500	77,5115	2,0881	17,5160	0,91
	750	100,00	0,2361	13,7406	0,99
	1000	75,4040	1,7910	14,6358	0,95
Shawnee	0	78,7175	1,6388	19,2711	0,85
	250	77,1619	2,2758	19,3433	0,81
	500	87,7493	1,4646	17,7720	0,91
	750	94,6513	0,9545	13,7028	0,97
	1000	88,5012	1,9479	10,2203	0,89
Choctaw	0	47,7895	2,9040	21,4517	0,76
	250	43,3757	1,3329	16,6213	0,58
	500	49,9406	1,4026	17,7674	0,70
	750	85,0410	1,5334	17,8532	0,94
	1000	95,0075	2,4247	12,7122	0,96

p valor <0,0001.

É importante ressaltar que além dos aspectos do momento de coleta do material vegetal para o estudo e demais dados climáticos de cada ano abordados, outros fatores como alternância de produção podem ter contribuído nos resultados de cada ano. Thompson et al. (2019), afirmam que a alternância de produção é um grande desafio para os produtores e indústria da cultura. A alternância refere-se à tendência de que se tenha grandes flutuações de estação para estação, consistindo em grandes safras seguidas de pouca ou nenhuma

safra. É uma tendência das árvores frutíferas, mas é especialmente severa na noqueira-pecã. Ainda de acordo com os autores, isso é mais conhecido como ano 'on' (ligado) e ano 'off' (desligado). A intensidade em que esse mecanismo vai ocorrer, em cultivares e em determinadas regiões, vai depender da severidade das condições ambientais nas fases fenológicas mais sensíveis e o manejo adotado.

Nessa situação, é possível que em ano 'on', com boa produção e conseqüentemente maior desgaste energético da planta, quando comparado a um ano 'off', pode influenciar a brotação e vigor de desenvolvimento da planta, podendo ser um fator que auxilia na explicação da grande diferença entre os anos de 2017 e 2018. Sendo que 2017 foi um ano 'on' e 2018 foi 'off'.

Além da diferença que se observou entre os anos de 2017 e 2018, que provavelmente tenham sido influenciados pelos anos 'on' e 'off', outras variáveis ambientais não estudadas e fatores como manejo podem exercer significativas contribuições na brotação. Dessa forma, estudos com diferentes técnicas e com maior tempo de avaliação são necessários para melhor compreender o mecanismo de dormência de diferentes cultivares de noqueira-pecã. Além disso, estudos que correlacionem outras variáveis ambientais devem ser considerados relevantes para melhor elucidar os resultados.

6.5 CONCLUSÃO

A necessidade de frio para as cultivares brotarem variaram entre os anos de avaliação, sendo que no ano de 2017 a Taxa Final de brotação e DD50 foi mais elevada do que em 2018.

Devido à grande variação da Taxa Final de Brotação e DD50, não foi possível determinar, com clareza, a necessidade de horas de frio para as cultivares de noqueira-pecã, estudadas através do método biológico.

6.6 REFERÊNCIAS

- ALBA, J. M. F.; WREGGE, M. S.; ALMEIDA, I. R. da ; MARTINS, C. R.; ZEMNICAHAK, S.; DE SOUZA, T. G. Zoneamento Edafoclimático da Nogueira-pecã para a Região Sul do Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2020. 65 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, 492).
- 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**. 1-16, p. 16, 2018.
- DÍAZ, J. B.; OJEDA-BARRIOS, D. L. La alternância em frutales: Um fenómeno natural de supervivência. **Revista Nogaleros**, Año 13, ed.54, 2019.
- DOLE, J. Standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in bulbs, corms, and tubers. **HortScience**, v. 38, n. 3, p. 341-346, 2001.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Versão 5.6. Lavras-MG:UFLA. 2016.
- FRONZA, D.; HAMANN, J. J. Técnicas para o cultivo da noqueira-pecã. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: **Colégio Politécnico da UFSM**, 2016. 424 p.
- FRONZA, D.; HAMANN, J. J.; AMBOS, V.; ANESE, R. de O.; MEYER, E. A. Pecan cultivation: general aspects. **Cienc. Rural**. vol.48 no.2 Santa Maria, 2018.

FRUSSO, E. A.; BRUNO, N. R. Desarrollo del cultivo de la nuez pecan en la Argentina. Buenos Aires: PreCan/Procadis/Inta/Ministerio de Agricultura, Ganadería Y Pesca, 2012.

GIUFFRÉ, L.; ROMANIUK, R.; RÍOS, R.P.; ZUBILLAGA, M.M.; RASTRELLI, L. Sustainable management in pecan cultivation in Argentina. **Emirates Journal of Food & Agriculture**, 23, 243–248. 2011.

GRAGEDA, J. G.; CASTILLO, A. A. F.; GASCÓN, B. V.; MORENO, J. H. N.; PALMA, R. S.; GARCIA, E. U. El clima y la producción de nogal pecanero. In: **SIMPOSIO INTERNACIONAL DE NOGAL PECANEIRO**, 14., 2013, México. Anais. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2013. p. 55-66.

GRAGEDA, J. G.; CASTILLO, A. A. F.; MORENO, J. H. N. Efecto de la temperatura en la acumulación de frío y la producción del nogal pecanero. **Revista Pacana**- Año 5, Numero 21. Mexico, 2019. 4 p.

HAN, M.; PENG, F.; MARSHALL, P. Pecan phenology in Southeastern China. **Annals of Applied Biology**. 172, 160–169. 2018.

HAWERROTH, F. J.; HERTER, F. G.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; PEREIRA, J. F. M. Dormência em frutíferas de clima temperado. (Documentos - 310), Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010. 56 p.

LAMELA, C. S. P.; REZEMINI, F.; BACINO, M. F.; MALGARIM, M. B.; HERTER, F. G.; PASA, M. da S. Dormancy dynamics of 'Tannat' grapes in warm-winter climate conditions. **Agricultural and Forest Meteorology**. 8p. 2020.

MARTINS, C. R.; FRONZA, D.; MALGARIM, M. B.; BILHARVA, M. G.; DE MARCO, R.; HAMANN, J. J. Cultura da noz-pecã para a agricultura familiar. 17p. EM: WOLFF, L. F.; MEDEIROS, C. A. B. (Ed) **Alternativas para diversificação da agricultura familiar de base ecológica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. (Documento/ Embrapa Clima Temperado, 443).

OJEDA-BARRIOS, D. L. et al. Evolución de los sistemas de producción de nuez en México. *Tecnociencia*, Chihuahua, v. 3, n. 3, p. 115-120, set./dez. 2009.

PETRI, J.L.; SEZERINO, A.A; HAWERROTH, F. J.; PALLADINI, L.A.; LEITE, G.B.; DE MARTIN, M.S. 2021. Dormência e indução à brotação de árvores frutíferas de clima temperado. Florianópolis: Epagri, p.153.

SPARKS, D. Adaptabilidade da noz-pecã como espécie. **Hortscience**, v.40, n.5, p.1175-1189, 2005.

SEMA-RS. Uma análise da estiagem ocorrida no Sul do Rio Grande do Sul ao longo do verão 2017/18. Cemaden, Boletim especial, 12p. 2018. Acesso em: 21 de Mai. De 2021. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201804/16144217-boletim-especial-rs-final-10-04-3.pdf>

THOMPSON, M. Y.; RANDALL, J.; HEEREMA, R. J.; VANLEEUEWEN, D. Exogenous Plant Growth Regulators for Management of Alternate Bearing in Pecan. **Hortscience**, v. 54, p. 1204-1207, 2019.

VARELA, V.; TAKATA, V.; CAMUSSI, G.; ZOPPOLO, R. Pecan: Viability of a New Crop in Uruguay. **Acta Horticulturae**, 2015.

WAKELING, L.T.; MASON, R.L.; D'ARCY, B.R.; CAFFIN, N.A. Australian pecan nut production and processing. **Food Australia**, 2000. 52, 574–578.

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.

WELLS, L. Pecan: America's native nut tree. **Tuscaloosa: The University of Alabama Press**, 2017. 264 p. a.

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

WOOD, B. W.; CONNER, P. J.; WORLEY, R. E. Relationship of Alternative Bearing Intensity in Pecan to Fruit and Canopy Characteristics. **Hortscience**, vol.38, p. 361-366, 2003.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos e as condições deste experimento, é possível concluir que a necessidade de frio das cultivares de noqueira-pecã variou entre os anos estudados e entre frio natural e frio artificial. Deste modo, a fim de se obter dados mais sólidos, é importante repetir esse tipo de estudo por mais tempo.

O modelo Horas de Frio para cálculo do acúmulo é comumente utilizado em estudos para determinar a necessidade de horas de frio em frutíferas de clima temperado. Porém, é um modelo limitado, não considerando temperaturas acima de 7,2 °C eficientes para a superação da dormência. Nesse contexto, em estudos futuros, é interessante a utilização de outros modelos de estimativas do acúmulo de frio, por apresentarem maior abrangência de temperaturas efetivas e incorporarem efeitos negativos em situações de temperaturas mais elevadas durante a condução dos estudos.

Entre os métodos de determinação do requerimento de frio de espécies frutíferas, o método biológico vem sendo utilizado principalmente pela maior facilidade de trabalhar com grande número de gemas em pequenos espaços, permitindo maior amplitude de resposta, mostrando-se eficaz. Porém, para a noqueira-pecã, carece de mais estudos, não somente com estacas de nós isolados, mas também com a utilização de plantas inteiras. Além disso, outros métodos que avaliem o requerimento em frio da cultura. Soma-se a isso, estudos que considerem além da brotação aspectos físico-químicos também devem ser considerados de modo a melhor elucidar e compreender o mecanismo da dormência da noqueira-pecã.

É importante o momento da coleta do material vegetal para a condução desse tipo de estudo. Pois, se coletado precocemente, a planta pode ainda não ter entrado em dormência ou se muito tarde, devido ao metabolismo já estar ativo, acaba comprometendo a brotação, podendo influenciar no resultado. Deste modo, estudos que avaliem o momento de coleta deste método são necessários e devem ser realizados.

Para tanto, as pesquisas realizadas e apresentadas neste trabalho buscam trazer informações que auxiliem no entendimento da dormência e da influência do acúmulo de frio na brotação de cultivares de noqueira-pecã. Entretanto, é um assunto que carece ainda de estudos a fim de esclarecer e melhorar o entendimento do tema.

8 REFERÊNCIAS

- BALANDIER, P. **Étude dynamique de la croissance et du développement des bourgeons de quelques cultivars de pêcher cultivés à diverses altitudes sous le climat tropical de l'île de la Réunion.** 1992. 82f, Thèse (Doctorat Physiologie Végétale) - Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand, 1992.
- CHAMPAGNAT, P. Bud dormancy, correlation between organs, and morphogenesis in woody plants. **Fiziologiya Rastenii**, v.30, n.30, 1983.
- CHAVARRIA, G.; HERTER, F. G.; RASEIRA, M. C. B. Effect of mild temperatures on bud breaking dormancy in low and medium chill peaches. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2016-2021, 2009.
- CITADIN, I.; RASEIRA, M. C. B.; HERTER, F. G.; SILVA, J. B. Heat requirement for blooming and leafing in peach. **Hortscience**, v. 36, n. 2, p. 305–307, 2001.
- CITADIN, I.; RASEIRA, M. C. B.; QUEZADA, A. C. Substrato para conservação de ramos destacados de pessegueiro, (*Prunus persica* L. Batsch.). **Agropecuária Clima Temperado**, v.1, n.1, p.61-66, 1998.
- CROSA, C. F. R.; DE MARCO, R.; SOUZA, R. S.; MARTINS, C. R. Tecnologia de produção de noz-pecã no Sul do Brasil. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 2, p. 249-262, 2020.
- DENNIS JUNIOR, F. G. Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. **HortScience**, v.38, n.3, p. 347-350, 2003.
- FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Técnicas para o cultivo da noqueira-pecã.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Politécnico da UFSM, 2016. 424 p.
- HAWERROTH, F. J.; HERTER, F. G.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; PEREIRA, J. F. M. **Dormência em frutíferas de clima temperado.** (Documentos - 310), Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2010. 56 p.
- HERTER, F. G.; CITADIN, I.; SILVEIRA, C.A.P. Necessidade de calor para a antese em pessegueiro avaliada pelo método de ramos destacados. **Agropecuária Clima Temperado**, v.3, n.2, p.253-259, 2000.
- LANG, G. A.; EARLY, J. D.; MARTIN, G. C.; DARNELL, R. L. **Endo-, para- and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research.** **Hortscience**, v. 22, p.371-377, 1987.

- MARTINS, C. R.; CONTE, A.; FRONZA, D.; FILIPPINI ALBA, J. M.; HAMANN, J. J.; BILHARVA, M. G.; MALGARIM, M. B.; FARIAS, R. de M.; DE MARCO, R.; REIS, T. **Situação e perspectiva da noqueira-pecã no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 31p.
- MCWILLIAMS, J. The pecan: A history of America's native nut. **Austin: Hardcover**, 2013. 178 p.
- OJEDA-BARRIOS, D. L.; HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, O. A.; LÓPEZ-OCHOA, G.R.; MARTÍNEZ-TÉLLEZ, J. J. Evolución de los sistemas de producción de nuez em México. **Tecnociencia**, v. 3, n. 3, p. 115-120, 2009.
- RASEIRA, A. A **cultura da noqueira-pecã (*Carya illinoensis*)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1990. 3 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 63).
- SOZZI, G. O. **Árboles frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. 1ª reimpressão**. Buenos Aires: Facultad de Agronomía. 2008. p. 53.
- WAGNER JÚNIOR, A.; BRUCKNER, C. H.; SALOMÃO, L. C. C.; PIMENTEL, L. D.; SILVA, J. O. C.; SANTOS, C. E. M. Avaliação da necessidade de frio de pessegueiro por meio de ramos enxertados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.4, p.1054-1059, 2009.
- WELLS, L. **Pecan: america's native nut tree**. Tuscaloosa: The University of Alabama Press, 2017a. 264 p.
- WELLS, L. **Southeastern Pecans Growers' Handbook**. University of Georgia, 2017. 236 p. b.