

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



**Dissertação**

**Estratégias para promover o crescimento de porta-enxerto de noqueira-  
pecã (*Carya illinoensis*)**

**Guilherme Ferreira da Silva**

**Pelotas, 2021**

**Guilherme Ferreira da Silva**

**Estratégias para promover o crescimento de porta-enxerto de noqueira-pecã  
(*Carya illinoensis*)**

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 conhecimento: Fruticultura de Clima Temperado).

Orientador: Prof. Dr. Paulo Celso de Mello Farias

Coorientador: Dr. Carlos Roberto Martins

Pelotas, 2021

**Guilherme Ferreira da Silva**

Estratégias para promover o crescimento do sistema radicular e da parte aérea de porta-enxertos de noqueira-pecã (*Carya illinoensis*)

Data de defesa: 24 de março de 2021, às 14:00 horas

Banca examinadora:

---

Prof. Dra. Elisane Schwartz

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas, Brasil.

---

Prof. Dr. Ernestino de Souza Gomes Guarino

Doutor em Botânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

---

Prof. Dra. Marines Batalha Moreno Kirinus

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas, Brasil.

---

Dr. Rudinei De Marco

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas, Brasil.



## Agradecimentos

Aos meus pais, Carmen Maria e Antônio Carlos Ferreira da Silva, pela confiança, apoio e amor que me foi transmitido em toda minha vida.

A minha namorada Sue Ellen Florentino Motta, pelo amor, parceria e apoio que me transmite diariamente.

Ao Dr. Paulo Celso de Mello Farias pela orientação, oportunidade profissional, pelos ensinamentos e confiança concedidos a mim desde meados da graduação acadêmica.

Ao meu coorientador Dr. Carlos Roberto Martins pela orientação, paciência, apoio e conhecimentos transmitidos nestes anos de convivência.

A todos os demais professores da pós-graduação em Agronomia pelos ensinamentos transmitidos.

A todos meus colegas de pós-graduação pela amizade e o convívio diariamente, em especial aos meus colegas de trabalho na Estação Experimental Cascata Cristiano Helwig, Claudia Crosa, Davi Vaz Lima, Mauricio Bilharva, Priscila Lucio, Rafaela Schmidt e Rudinei De Marco.

A minha colega Caroline Farias, pela enorme ajuda que me deu na conclusão desta dissertação.

Ao Grupo de Fruticultura da Universidade Federal de Pelotas e da Cascata Clima Temperado pela ajuda e contribuição para a realização desta pesquisa.

A Embrapa Clima Temperado e seus pesquisadores pela oportunidade e ensinamentos que me foram transmitidos

A todos os funcionários e também amigos da Universidade Federal de Pelotas e da Estação Experimental Cascata pela amizade, apoio e ajuda em todas as atividades desenvolvidas na pós-graduação. Sem esta contribuição os trabalhos não seriam realizados.

## Resumo

SILVA, Guilherme Ferreira da. **Estratégias para promover o crescimento de porta-enxerto de noqueira-pecã (*Carya illinoensis*)**. 2021. 98f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2021.

A noqueira-pecã é uma árvore frutífera, nativa de países da América do Norte, seu produto principal é seu fruto, a noz-pecã. Nas últimas duas décadas no sul do Brasil vêm ocorrendo o desenvolvimento da cadeia da pecanicultura. A produção de mudas de qualidade é um fator primordial para o sucesso de um pomar rentável. Este trabalho teve como objetivo avaliar tecnologias para melhorar o desenvolvimento de porta-enxertos de noqueira-pecã. Para tanto os ensaios realizados são apresentados em três artigos, a seguir descritos. O artigo 1 intitulado “Crescimento de porta-enxertos de noqueira-pecã com o uso de húmus líquido” teve como objetivo avaliar o efeito de distintas frequências de aplicações de húmus líquido no crescimento e desenvolvimento radicular de porta-enxertos de noqueira-pecã em sistema orgânico. Verificou-se que a aplicação de húmus líquido a cada 7 dias é eficiente no crescimento de raízes secundárias de noqueira-pecã, mas a frequência de aplicação não interfere no desenvolvimento da parte aérea, em altura e diâmetro do porta-enxerto. O artigo 2, “Poda de raízes e diferentes recipientes sobre crescimento de porta-enxerto de noqueira-pecã em cultivo orgânico” teve como objetivo avaliar o crescimento vegetativo e radicular do porta-enxerto em função da poda de raiz e de diferentes recipientes para a produção de muda de noqueira-pecã em sistema orgânico. Constataram-se os recipientes e a poda de raiz não afetam o diâmetro do tronco parâmetro importante para a determinação da enxertia. No entanto, as mudas com sistema radicular não podado e cultivados em saco plástico desenvolvem maior raiz principal e parte aérea. O artigo 3, “Substratos para o cultivo de porta-enxerto de noqueira-pecã” teve como objetivo testar diferentes substratos, de fácil acesso e baixo custo para pequenos produtores, que possam ser utilizados na formação de porta-enxertos de noqueira-pecã. Verificou-se que substrato Ecocitrus® e o vermicomposto demonstraram resultados promissores na produção de porta-enxertos de noqueira-pecã. Como conclusão geral foi visto que tecnologias de baixo custo como a utilização de húmus líquido, recipiente e substrato adequados e a poda de raiz resultam em porta-enxertos de qualidade de noqueira-pecã.

**Palavras-chave:** húmus líquido; poda de raiz; recipiente; sistema orgânico; substrato.

## Abstract

SILVA, Guilherme Ferreira da. **Strategies to promote the growth of pecan rootstocks (*Carya illinoensis*)**. 2021. 98f. Dissertation (Masters) - Graduate Program in Agronomy. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The pecan tree is a fruit tree; native to North American countries, its main product is its fruit, the pecan tree. In the last two decades in southern Brazil, the livestock chain has been developing. The production of quality seedlings is a major factor for the success of a profitable orchard. This work aimed to evaluate technologies to improve the development of pecan rootstocks. For this purpose, the tests performed are presented in three articles, described below. Article 1 entitled "Growth of pecan rootstocks with the use of liquid humus" aimed to evaluate the effect of different frequencies of applications of liquid humus on the growth and root development of pecan rootstocks in a system organic. It was found that the application of liquid humus every 7 days is efficient in the growth of secondary pecan roots, but the frequency of application doesn't interfere with the development of the aerial part, in height and diameter of the rootstock. Article 2, "Pruning of roots and different containers on the growth of pecan rootstock in organic cultivation" aimed to assess the vegetative and root growth of the rootstock as a function of root pruning and different containers for the production of pecan seedlings in organic system. The containers and root pruning were found not to affect the trunk diameter, an important parameter for determining grafting. However, seedlings with a pruned root system and grown in a plastic bag develop a larger main root and shoot. Article 3, "Substrates for the cultivation of pecan rootstock" aimed to test different substrates, easily accessible and low cost for small producers that can be used in the formation of pecan rootstocks. It was found that Ecocitrus® substrate showed interesting results in the production of pecan rootstocks.

**Keywords:** liquid humus; root pruning; container; organic system; substrate.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b>	Desenvolvimento do sistema radicular de noqueira-pecã em tubete plástico.....	67
<b>Figura 2</b>	Sistema radicular de noqueira-pecã utilizando tubete plástico como recipiente e submetidas a poda de raiz .....	68
<b>Figura 3</b>	Sistema radicular de noqueira-pecã utilizando saco plástico como recipiente e submetidas a poda de raiz.....	69
<b>Figura 4</b>	Sistema radicular de noqueira-pecã utilizando tubete plástico como recipiente e sem a realização da poda de raiz.....	70
<b>Figura 5</b>	Sistema radicular de noqueira-pecã utilizando saco plástico como recipiente e sem a realização da poda de raiz.....	71
<b>Figura 6</b>	Sistema radicular de noqueira-pecã desenvolvidas no solo e submetidas à poda de raiz.....	72
<b>Figura 7</b>	Sistema radicular de noqueira-pecã desenvolvidas no solo e sem a realização da poda de raiz.....	73



## Lista de Tabelas

### Artigo 1

<b>Tabela 1</b>	Comprimento da raiz principal, comprimento raiz secundária, massa fresca da raiz, massa seca da raiz de porta-enxertos de nogueira-pecã submetidos a distintas frequências de húmus líquidos após 280 e 480 dias do transplante .....	49
<b>Tabela 2</b>	Massa fresca e seca das raízes principais e secundárias de nogueira-pecã submetidas a distintas frequências de húmus líquidos após 480 dias do transplante .....	50
<b>Tabela 3</b>	Altura das plantas, diâmetro de caule, área foliar, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea em porta-enxertos de nogueira-pecã submetidos a distintas frequências de húmus líquidos após 280 e 480 dias do transplante .....	51
<b>Tabela 4</b>	As médias do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em porta-enxertos de nogueira-pecã submetidos a distintas frequências de húmus líquidos aos 280 e 480 dias após o transplante das mudas.....	52

### Artigo 2

<b>Tabela 1</b>	Número de raízes, comprimento da raiz secundaria, altura de planta, área foliar e massa seca da parte aérea em porta-enxertos de nogueira-pecã cultivados em diferentes recipientes e manejo de raiz aos 280 dias após o transplante .....	74
<b>Tabela 2</b>	Diâmetro de caule, número de folhas, comprimento da raiz principal e massa seca da raiz em porta-enxertos de nogueira-	

	pecã cultivados em diferentes recipientes e manejo de raiz após 280 dias do transplante.....	75
<b>Tabela 3</b>	As médias do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em porta-enxertos de nogueira-pecã cultivados em diferentes recipientes e manejo de raiz após 280 dias do transplante.....	76
<b>Tabela 4</b>	Comprimento da raiz principal, massa seca da parte aérea, área foliar, e das raízes em porta-enxertos de nogueira-pecã cultivados em diferentes recipientes e manejo de raiz após 480 dias do transplante .....	77
<b>Tabela 5</b>	Altura das plantas, diâmetro de caule, comprimento da raiz secundária e número de raízes em porta-enxertos de nogueira-pecã cultivados em sacos plásticos e citropotes após 480 dias do transplante .....	78
<b>Tabela 6</b>	Altura das plantas, diâmetro de tronco, área foliar, comprimento da raiz principal, número de raízes, massa seca da parte aérea e das raízes raízes, e Índice de qualidade de Dickson de nogueira-pecã cultivados no solo após 480 dias do transplante.....	79

### Artigo 3

<b>Tabela 1</b>	Descrição dos resultados.....	92
<b>Tabela 2</b>	pH, teores de cálcio, magnésio, alumínio e alumínio trocável,	

	CTC efetiva e índice SMP dos substratos analisados .....	93
<b>Tabela 3</b>	Teores de matéria orgânica, argila, enxofre, fósforo, potássio, cobre e zinco, CTC pH 7 e textura dos substratos analisados.....	94
<b>Tabela 4</b>	CTC pH 7 cobre e zinco dos substratos analisados.....	95
<b>Tabela 5</b>	As médias de altura, diâmetro de caule, número de folhas em porta-enxertos de noqueira-pecã .....	96
<b>Tabela 6</b>	As médias de área foliar, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea, em porta-enxertos de noqueira-pecã .....	97
<b>Tabela 7</b>	As médias de comprimento de raiz primária, comprimento de raiz secundárias, massa fresca de raiz, massa seca de raiz, em porta-enxertos de noqueira-pecã .....	98
<b>Tabela 8</b>	As médias de Índice de qualidade de Dickson (IQD), em porta-enxertos de noqueira-pecã.....	99

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>Projeto de Pesquisa .....</b>	<b>18</b>
2.1	Título .....	18
2.2	Equipe .....	18
2.3	Instituição .....	18
2.4	Introdução .....	18
2.5	Revisão bibliográfica.....	20
2.5.1	Exigências edafoclimáticas.....	21
2.5.2	A muda .....	22
2.5.3	Associação micorrízica.....	23
2.6	Material e métodos .....	25
2.6.1	Local e período de realização dos experimentos .....	25
2.6.2	Material vegetal .....	25
2.6.3	Experimento com húmus líquido .....	26
2.6.4	Experimento de comparativo de recipientes .....	27
2.6.5	Experimento com coroamento de frutíferas .....	27
2.7	Orçamento .....	29
2.8	Cronograma .....	31
2.9	Referências .....	32
<b>3</b>	<b>Relatório de campo .....</b>	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>Artigos.....</b>	<b>35</b>
4.1	Artigo 1 .....	36
4.2	Artigo 2 .....	53
4.3	Artigo 3 .....	80
<b>5.</b>	<b>Considerações finais .....</b>	<b>99</b>

<b>6. Referências .....</b>	<b>101</b>
-----------------------------	------------

## 1 Introdução

Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, ficando atrás de China e Índia. A cadeia frutícola gera no país cerca de cinco milhões de empregos diretos, com uma produção estimada em quarenta milhões de toneladas em 2020, somente nas dezenove principais frutas produzidas (CARVALHO et al., 2019). De acordo com a Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS), ao contrário de muitas outras culturas afetadas durante o ano de 2020 por conta da pandemia causada pelo novo coronavírus, a produção e exportação de frutas seguiu firme e alcançou a marca de mais de 1 milhão de toneladas de frutas exportadas, crescimento de 6% em relação ao ano anterior. O setor faturou 875 milhões de dólares, 3% a mais que em 2019, sendo assim a fruticultura é um ramo da agricultura de grande importância econômica e social.

A região Sul do Brasil, em especial o Estado do Rio Grande do Sul se destaca na produção de frutíferas de clima temperado como macieira, pereira, videira, ameixeira, quivizeiro e, mais recentemente com a cultura da noqueira-pecã, que está em franca expansão no Estado. De acordo com dados apresentados pela Emater/RS-Ascar do Censo Fruticultura 2020, a pecanicultura gaúcha está presente em 199 municípios, onde existem 1.338 unidades produtivas, em um total de 5.500,6 hectares e a safra 2020 deve chegar a produção de 2.163,8 toneladas.

A noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] é uma árvore frutífera, pertencente à família Jugladiaceae, nativa do norte do México e Sul dos Estados Unidos (SMITH, 2012; POLETTO et al., 2019). Atualmente as principais áreas plantadas estão nestes dois países, porém seu cultivo se estende a vários continentes e países, como: África do Sul, Austrália, China, Argentina, Uruguai Chile, Peru e Brasil (WELLS, 2017; MARTINS et al., 2018).

No Brasil a noqueirapecã foi introduzida por volta de 1870 por imigrantes norte-americanos. Seu surgimento tem relação com a guerra civil americana, no qual entre 1865 e 1865 cerca de 2 a 4 mil sulistas norte-americanos migraram para o Brasil. Nesta época o imperador Dom Pedro II incentivou a imigração de americanos e ofereceu subsídios e incentivos fiscais, pois estava interessado em impulsionar o desenvolvimento no interior do país e via os americanos como pessoas que

possuíam conhecimento agrícola, sobretudo com a cultura do algodão. Além das técnicas agrícolas sobre a cultura do algodão, trouxeram outras culturas, entre elas a noqueira-pecã, dando origem as primeiras plantas em solo brasileiro (Wells, 2017). Mas somente na década de 60 e 70 que houve fomento para a implantação dos primeiros cultivos comerciais (FRONZA; HAMANN, 2016).

Mesmo com os incentivos governamentais a cultura não prosperou nesta época, devido problemas fitossanitários e a escassez de conhecimentos técnicos. Em meados dos anos 2000 surge uma nova fase da pecanicultura, com um mercado promissor e um crescente aumento no consumo de nozes, e assim, novos pomares foram implantados e antigos recuperados (MARTINS et al., 2017).

A cultura é uma ótima alternativa para a diversificação produtiva das pequenas propriedades familiares, tanto em sistemas de produção convencional quanto orgânico. A pecaneira se adapta a diferentes condições edafoclimáticas, longevidade de produção, facilidade de armazenamento dos frutos, apesar da não obrigatoriedade, é possível mecanizar o manejo do pomar. Ainda existe possibilidade de integração da produção com lavoura, pecuária e em sistemas de cultivo alternativos como SAFs (sistemas agroflorestais). Consórcios da frutífera com culturas como: milho, feijão, mandioca, amendoim e ovinocultura são comumente vistos em pequenas propriedades (MARTINS et al., 2017).

O êxito de um nogueiral depende de muitos fatores, entre eles a qualidade da muda a ser produzida. A meta dos viveiristas e produtores é produzir mudas saudáveis de crescimento rápido, e visando assim uma boa produtividade. O cultivo de noqueira-pecã trata-se de um investimento de longo prazo, o rigor torna-se ainda maior, justificando a necessidade de produção de mudas de excelente qualidade (FRONZA; HAMANN, 2016).

A produção de mudas desta frutífera é realizada em duas fases, a sexuada (por semente), que é utilizada para produção de porta-enxertos; e a assexuada, que consiste na enxertia da cultivar copa (POLETTTO et al., 2015). A noqueira-pecã é uma planta que possui raiz pivotante com poucas raízes secundárias, estas responsáveis pela absorção de água e nutrientes.

Para a otimização na produção de porta-enxertos, as sementes devem ser escarificadas com lixa ou moto-esmeril entre os meses de abril e maio. Então devem ser estratificadas em caixas contendo camadas de areia úmida, serragem ou

algum material similar de abril até agosto. Durante este período são armazenadas a uma temperatura de 0°C a 5°C, em geladeiras ou câmaras frias e finalmente serem plantadas entre agosto e setembro quando a casca começar a abrir durante a estratificação (LEMUS, 2004).

No Brasil a produção de mudas de noqueira-pecã é realizada de duas formas, de raiz nua ou raiz coberta. A produção de mudas em raiz nua tem como vantagens maior facilidade de manejo e transporte, e menor custo operacional. Todavia, apresenta problemas de perda de raízes no momento arranque e plantio e, conseqüentemente, maior mortalidade de plantas. As mudas de raiz coberta são produzidas em embalagens plásticas de 30 até 50 cm de comprimento, sendo necessárias instalações mais complexas e maior custo de produção. Porém, neste tipo de muda não há perda de raízes e possibilita maior índice de sobrevivência após o plantio. Essas mudas comercializadas na forma de raiz embalada necessitam da retirada de cinco centímetros da parte inferior da embalagem para remoção de possíveis raízes enoveladas (FILIPPIN, 2011; FRONZA; HAMANN, 2016).

Tem se observado que o uso de embalagens plásticas (sacos) não permite o adequado desenvolvimento radicular de algumas frutíferas, pois, além de retardar o desenvolvimento do porta-enxerto, também promovem enovelamento das raízes no fundo das embalagens. Diante desses entraves, pode se fazer o uso de tubetes plásticos. Esse material apresenta ranhuras internas que direcionam as raízes mais grossas para o fundo dos recipientes e evitam o enovelamento e ao atingirem o fundo dos tubetes plásticos, as raízes principais paralisam o crescimento, o que favorece a formação das radículas (MAYER et al., 2014).

Outra técnica que pode propiciar o melhor desenvolvimento de mudas e porta-enxertos trata-se da poda de raiz. As principais finalidades desta prática são adequar o balanço do desenvolvimento em altura e do sistema radicular, aumentar a percentagem de sobrevivência, propiciar a produção de mudas robustas, fomentar a formação de sistema radicular fibroso e estimular a formação de raízes laterais (CARNEIRO, 1995). Como o sistema radicular da noqueira-pecã é caracterizado como pivotante, a poda da raiz principal pode favorecer o maior desenvolvimento das raízes secundárias e radículas, responsáveis pela captação de água e nutrientes.



A utilização de substratos, que propiciem um bom ambiente ao desenvolvimento do sistema radicular também é um fator importante para a produção de mudas e porta-enxertos de qualidade. O substrato interfere na sustentação e manutenção do sistema radicular da planta, por meio da sua fase sólida, no suprimento de água e nutrientes pela sua fase líquida e ainda no oxigênio e transporte de carbono entre as raízes na porosidade por ele oferecida. Assim, entre outros fatores, um bom substrato deve ter boas propriedades químicas e físico-hídricas, para melhorarem a relação água/ar e a disponibilidade de nutrientes (ARAUJO et al., 2009).

Além desses fatores, também se pode fazer o uso de biofertilizantes (SOUZA; PERES, 2016), como o húmus líquido que é um biofertilizante formado pela fusão de húmus sólido e água. O húmus líquido é uma alternativa de fácil produção ou obtenção pelos agricultores e tem ação de estimular a atividade biológica no solo além de possuir propriedades nutricionais (SCHIEDECK et al., 2008). O húmus líquido também é considerado um condicionador de solo que pode estimular o enraizamento, além de melhorar as propriedades físico-químicas do solo, aumentar a capacidade de retenção de água, capacidade de troca catiônica, efeito de tamponamento e estimular a atividade microbiana (SERRA et al., 2014).

Embora o Brasil esteja evoluindo no cultivo de noqueira-pecã, ainda há poucas pesquisas sobre o seu manejo, principalmente quanto à produção de mudas. No que tange à produção pelo sistema orgânico os estudos são ainda mais escassos. Sendo esta uma cultura em potencial desenvolvimento, uma alternativa de produção com uma boa receita ao pequeno produtor, o desenvolvimento de novos estudos voltado a geração de tecnologias de baixo custo e fácil acesso aos produtores sobre o desenvolvimento de mudas de noqueira-pecã são necessários.

## **2 Projeto de Pesquisa**

### **2.1 Título**

Desenvolvimento inicial de porta-enxertos de nogueira-pecã com húmus líquido e diversos recipientes e controle de plantas invasoras através de coroamento alternativo

### **2.2 Equipe**

Guilherme Ferreira da Silva, Engenheiro Agrônomo, Discente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado, nível de mestrado, bolsista CNPQ, FAEM / UFPel.

Paulo Celso de Mello Farias, Eng. Agr. Dr., Orientador, Professor do Departamento de Fitotecnia, FAEM / UFPel.

Carlos Roberto Martins, Eng. Agr. Dr., Coorientador, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado – Pelotas - RS.

### **2.3 Instituição**

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Departamento de Fitotecnia (DFt), Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado.

### **2.4 Introdução**

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas, ficando atrás de China e Índia. A fruticultura brasileira reúne atrativos e condições favoráveis para produzir e exportar frutas ao longo do ano. A produção de 2017 foi estimada em 43,5 milhões de toneladas (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018). A produção de frutas de clima temperado representa apenas 7,5 % da produção e 8 % da área total cultivada com frutíferas no Brasil, no entanto, são responsáveis por

aproximadamente 37 % do valor total das exportações de frutas do país (FACHINELLO et al., 2011).

A noqueira-pecã (*Carya illinoensis*) é uma frutífera que se adapta com facilidade à região de clima temperado e subtropical de altitude que apresente um regime de frio adequado às exigências das plantas. Essa cultura é considerada uma ótima alternativa para a diversificação produtiva das pequenas propriedades familiares, especialmente da região Sul do Brasil, pela boa adaptação que obteve ao longo de mais de 40 anos (WOLFF, 2017).

A noqueira-pecã é uma planta nativa da América do Norte, há milhares de anos esta espécie vem crescendo naturalmente em bosques localizados no Texas, ao longo do rio Mississippi, também ao Norte, próximo a Indiana, Illinois e Iowa (SMITH, 2012). No Brasil a planta foi introduzida em 1900 pelos imigrantes americanos e várias cultivares de noqueira-pecã adaptaram-se muito bem às condições edafoclimáticas (solo, temperatura, umidade, radiação solar, precipitação) de algumas regiões do país, mas foi na década de 60 e 70 que houve fomento para a implantação dos primeiros cultivos comerciais (FRONZA; HAMANN, 2016).

Atualmente o Rio Grande do Sul é o maior produtor de noz-pecã no Brasil. A produção estimada da safra 16/17 é 2.500 mil toneladas, o que ainda não atende à demanda nacional e internacional que é crescente. A área atual está estimada em 3.500 hectares, cultivados por aproximadamente mil produtores. Nos últimos 10 anos foram implantados mais de 2.000 hectares (JOÃO, 2017).

O cultivo da noqueira-pecã tem despertado interesse dos produtores, por se adaptar a diferentes condições edafoclimáticas, pela facilidade de mecanizar o manejo do pomar, longevidade de produção, facilidade de armazenamento de frutas, e ainda, a possibilidade de inserção em sistema de consórcio com pastagens, culturas anuais, frutíferas e essências florestais (integração lavoura-pecuária) (WOLFF, 2017).

Além da produção de frutos que podem ser comercializados in natura ou processados, Prado (2008) recomenda o aproveitamento de subprodutos oriundos do processamento da noz-pecã como a casca, comercializada para preparar chá e a torta, resultante da prensagem para obtenção de óleo, utilizada em panificação, Gatto, (2006) Sugere o uso da madeira para a confecção de móveis nobres, e não apenas para fornecer energia, devido à sua alta capacidade de envergamento.

## 2.5 Revisão bibliográfica

A noqueira-pecã (*Carya illinoensis*) é uma árvore frutífera de porte elevado, pertencente à família Juglandaceae (SIMÃO, 1998). A família é composta por oito gêneros e vinte espécies.

É uma planta que alcança uma altura de 30 metros e chega a uma idade superior aos 100 anos, produzindo neste momento mais de 100 kg de nozes por planta (FRUSSO, 2007). Seu tronco possui coloração acidentada, tem forma ereta, com tendência a ser relativamente curto antes de suas bifurcações. Quando jovem sua casca é lisa, e à medida que a planta desenvolve-se esta se torna áspera e fendida, destacando-se do tronco em forma de pequenas escama (FRONZA; HAMANN, 2016).

No caso do sistema radicular, geralmente é caracterizado pivotante, podendo ter um comprimento de até quatro vezes a largura da copa da planta (STELLA; LUCCHESI, 2015). Este sistema radicular foi classificado por Woodroof (1934) em quatro tipos: raiz principal, raízes laterais, raízes fibrosas e raízes micorrizadas, estas últimas são formadas pela associação de fungos micorrízicos que se desenvolvem na superfície das raízes formando um manto compacto de hifas, as quais se prolongam muito no solo e absorvem água e nutrientes.

A pecaneira é uma árvore decídua, suas folhas adultas são compostas e imparipinadas com 9 a 13 folíolos, de margem serrilhada, as folhas medem de 10 a 50 cm. O folíolo apical é simétrico, com formato oblongo-lanceolado, porém os folíolos laterais são simétricos, com base obtusa. As nervuras são craspedródoma (nervuras secundárias terminam na margem ou bordo foliar), com pecíolo ligeiramente espesso na base (FRONZA; HAMANN, 2016).

A pecaneira é uma planta monóica, apresentando flores masculinas e flores femininas separadas na mesma planta, trata-se de uma planta alógama com forte tendência à dicogamia (BARACUHY, 1980). Isto é, a produção ou maturação dos elementos reprodutivos pode ocorrer em tempos diferentes, para assegurar a fecundação cruzada. Assim, um dos critérios que deve-se atentar ao iniciar um pomar de noqueira-pecã é o tempo de desprendimento do pólen com o período de receptividade da flor feminina. Para tanto é recomendado o plantio de noqueiras

denominadas produtoras (possuem liberação tardia do pólen), intercaladas de nogueiras polinizadoras (possuem liberação precoce de pólen), de preferência com a orientação do pomar na mesma direção do vento (ROVANI, 2016).

As flores femininas, inflorescências pistiladas, crescem em pequenas espigas de duas a dez flores, possuem quatro sépalas unidas, de coloração variada dependendo da variedade, dispostas entre a base do estigma e o ápice do ovário. As flores masculinas, apresentam inflorescências estaminadas, são compostas por dois a três amentilhos de forma pendente, unidos por um pedúnculo. Surgem ao longo dos ramos de crescimento do ano medindo de 5 a 15 cm de comprimento podendo ter de 72 a 123 flores individuais (ROVANI, 2016). O período de floração ocorre na primavera, entre outubro e novembro.

O fruto, é uma drupa seca de forma variável (cilíndrico, mais alongado até oval), o ápice da noz é pontiagudo com tamanho variando de 2,0 a 7,0 cm de comprimento e 1,5 a 3 cm de largura, constituído por um embrião (parte comestível), um endocarpo liso e fino (casca), um epicarpo carnoso e o mesocarpo que se abre na maturidade formando quatro suturas longitudinais, apresentando a semente rica em proteínas e gordura (FRONZA et al., 2016; FRUSSO, 1997).

Segundo Oro (2007), os lipídios constituem a fração principal da noz-pecã com 70%, os teores proteicos ficam em torno de 10%, a umidade em 3,7%, as fibras representam 8% e 100g de fruto médio apresenta 726,7 Kcal.

### **2.5.1 Exigências edafoclimáticas**

A pecaneira é uma árvore nativa do estado do Texas, adaptada a solos profundos, bem drenados, com bons teores de nutrientes e matéria orgânica, com boa capacidade de retenção de água, pH entre 6 e 6,5. Quanto ao clima, se desenvolve em áreas de inverno curto e frio e verão longo e quente. As temperaturas baixas com formação de geadas são necessárias para seu florescimento e as temperaturas elevadas no verão favorecem a formação do fruto. Para que a nogueira-pecã sobreviva a períodos hibernais com temperaturas muito baixas, a planta entra em dormência vegetativa, que se inicia no outono entre abril e maio. Para superar o estado de dormência as plantas exigem de 300 à 600 horas de frio, dependendo da cultivar. A brotação da nogueira-pecã é desenvolvida na

ecodormência e tem relação com a ação da alfa-amilase (STELLA; LUCCHESI, 2015; FRONZA et al., 2016).

Em seus estudos Wells (2007), relata que em uma área de um hectare um pomar tem a exigência hídrica de cerca de 22.500 L dia<sup>-1</sup> para a sua sobrevivência, porém, para um rendimento significativo a demanda é de 46.750 L dia<sup>-1</sup>, podendo variar de acordo com cada situação. A deficiência hídrica ocasiona a queda de frutos, preenchimento insuficiente da amêndoa, restrição do crescimento vegetativo e redução da fotossíntese.

### **2.5.2 A muda**

O êxito de um pomar depende de muitos fatores, entre eles a qualidade da muda a ser produzida. A meta dos viveiristas é produzir mudas saudáveis de crescimento rápido, visando o aumento de produtividade. Por tratar-se de um investimento de longo prazo, o rigor torna-se ainda maior, justificando a necessidade de produção de mudas de excelente qualidade (LOPES, 2005).

Embora o Brasil seja um grande produtor e consumidor de nozes, ainda há poucas pesquisas sobre o seu cultivo, principalmente quanto à produção de mudas. Atualmente a produção de mudas é realizada em duas fases, a sexuada (por semente), que é utilizada para produção de porta-enxertos; e a assexuada, que consiste na enxertia (POLETTI et al., 2015)

O método de propagação por sementes é prático, pouco oneroso, com bom índice de germinação das sementes, porém é pouco utilizado porque é desconhecida a carga genética das sementes e sem garantias de que esta planta produzirá satisfatoriamente bem, além do início de produção ser tardio, sendo basicamente utilizado para produção de porta-enxerto. O método de propagação por enxertia é a principal forma de produção de mudas para o cultivo das nozeiras. Possibilita fazer uma seleção genética das plantas, visando uma maior homogeneidade e uma produção precoce (três ou quatro anos), contudo requer mais tempo na produção da muda e maior custo (FRONZA; POLETTI; HAMANN, 2013).

Para a produção de mudas a partir de sementes, deve-se escolher aquelas que apresentam maior preenchimento. As nozes são estratificadas por 8 a 20 semanas, com camadas de areia úmida, serragem ou algum material similar, para

posteriormente em junho, serem armazenadas a uma temperatura de 0°C a 5°C, e finalmente serem plantadas quando a casca de alguma delas começar a abrir durante a estratificação (LEMUS, 2004).

Para produção de mudas de noqueira-pecã, há possibilidade de realização em forma de raiz nua ou raiz coberta. A produção de mudas em raiz nua possui vantagem em relação à menor necessidade de manejo e facilidade de transporte. Todavia, apresenta problemas de perda de raízes no momento do plantio e, conseqüentemente, maior mortalidade de plantas. Por outro lado, as mudas de raiz coberta são produzidas em embalagens plásticas com 30 até 50 cm de comprimento, sendo necessárias instalações mais complexas e maior custo de produção. Porém, não há perdas de raízes e possibilita maior índice de sobrevivência após o plantio. Mudas comercializadas na forma de raiz embalada necessitam de cuidados no manejo, como a retirada de cinco cm da parte inferior da embalagem para remoção de possíveis raízes enoveladas (FRONZA; HAMANN, 2015).

### **2.5.3 Associação micorrízica**

Muñoz-Márquez et al. (2009) descrevem em seus trabalhos a importância da associação de fungos micorrízicos com raízes de noqueira no desenvolvimento das mesmas. As micorrizas aumentam a absorção de água e nutrientes essenciais, induzem a longevidade das raízes, proporcionam fitohormônios aos hospedeiros, degradam moléculas orgânicas transformando-as em compostos e moléculas aproveitáveis à planta, e ainda aumentam a tolerância ao estresse hídrico, salino e ao ataque de fitopatógenos.

O húmus líquido, fusão de húmus sólido e água, é um condicionador de solo que tem como efeito principal o estímulo ao enraizamento, além de melhorar suas propriedades físico-químicas, aumentar a capacidade de retenção de água, capacidade de troca catiônica, efeito de tamponamento, fornecer ao solo nutrientes essenciais e estimular a atividade microbiana (SERRA, 2014).

Na composição do húmus líquido estão presentes elementos minerais tais como N, P, K, Ca, Fe, Mg, Mn, Zn, Co e Cu, bem como ácidos húmicos, fúlvicos e uma carga microbiológica altíssima. O húmus líquido é uma alternativa de fácil

produção ou obtenção pelos agricultores e tem ação de estimular a atividade biológica no solo além de possuir propriedades nutricionais (SCHIEDECK et al., 2008).

## **2.6 Objetivo geral**

Estudar a influência de quatro frequências de aplicações de húmus líquido no desenvolvimento de porta-enxertos de nogueira-pecã comparar diferentes recipientes no desenvolvimento inicial de porta-enxertos. Avaliar o controle de plantas invasoras através de um método de coroamento alternativo.

## **2.7 Objetivos específicos**

Identificar a frequência ideal de aplicação de húmus líquido para o desenvolvimento de porta-enxertos em raiz nua e raiz coberta.

Analisar a influência da aplicação de húmus líquido no desenvolvimento das raízes principais, micorrízias e secundárias.

Avaliar a influência da aplicação de húmus líquido no vigor dos porta-enxertos.

Investigar a interferência da aplicação de húmus líquido na incidência de doenças nos porta-enxertos.

Analisar e comparar três recipientes distintos no desenvolvimento de porta-enxertos assim como mudas de raiz nua.

Avaliar o uso de papelões com diferentes tratamentos como forma de coroamento em frutíferas.

## **2.8 Metas**

Determinar pelo menos uma frequência de aplicação com húmus líquido para um bom desenvolvimento dos porta-enxertos de nogueira-pecã em 15 meses.



Estabelecer qual a melhor forma de produção de porta-enxertos (raiz nua ou coberta) e qual o melhor recipiente em um período de 15 meses. Determinar a melhor forma de coroamento no prazo de 24 meses. Publicar no mínimo três artigos em periódicos internacionais ou nacionais até o final do projeto.

Publicar no mínimo dois resumos expandidos em congressos da área, no prazo de dois anos

## **2.9 Material e métodos**

### **2.9.1 Local e período de realização dos experimentos**

Os experimentos serão conduzidos de março de 2018 à fevereiro de 2020, em casa de vegetação e a campo, na unidade de pesquisa da Embrapa Clima Temperado, na Estação Experimental da Cascata (EEC), situada no município de Pelotas, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 31°37'9" S, longitude 52°31'33" O e altitude de 170 m. A região apresenta um clima subtropical úmido – Cfa conforme Köppen. As precipitações são bem distribuídas ao longo do ano, a temperatura mínima fica entre -2°C e 0°C, no inverno, com ocorrências de geadas. No verão as temperaturas máximas ficam em torno de 34°C e 36°C.

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

### **2.9.2 Material vegetal**

Para a realização do projeto serão necessários 4,5 kg de sementes que terão origem em um produtor da cidade de Canguçu, na localidade conhecida como Coxilha dos Campos. Todo o material utilizado será da cultivar Barton, a mais utilizada por produtores e viveiristas do estado para produção de porta-enxerto e também da cultivar-copa.

### 2.9.3 Experimento com húmus líquido

O experimento consiste na avaliação do desenvolvimento de porta-enxertos de noqueira-pecã, em raiz nua e raiz coberta, mediante a aplicação de húmus líquido a uma concentração de 30%, em quatro frequências (7 dias, 14 dias, 21 dias e 28 dias, além do tratamento testemunha sem aplicação). Para tanto, o estudo será realizado em casa de vegetação para as plantas de raiz coberta e a campo para as plantas de raiz nua, ambas recebendo os mesmos tratamentos. O experimento contará com 5 repetições com 10 unidades amostrais, totalizando 500 plantas.

As sementes serão estratificadas com camadas de areia úmida e levadas à câmara fria em meados de maio de 2018. Entre agosto e setembro estas sementes serão levadas a sementeiras e assim que germinarem as mudas serão transplantadas a campo e para recipientes plásticos provenientes de reciclagem com dimensões de 0,2x0,5m. O substrato utilizado será uma mistura de terra vegetal, areia e húmus sido à uma proporção de 2:2:1.

A produção de húmus sólido será no minhocário da Estação Experimental Cascata. Para o preparo da sua forma líquida será seguido o método descrito por Schiedeck (2008), onde para obtenção de 100L do preparo a uma concentração de 30%, é necessário colocar 60kg de húmus sólido em um recipiente e completar com água até atingir 100L. O húmus sólido possui uma umidade em torno de 50%, por isso são necessários 60 kg do insumo.

A aplicação será realizada individualmente em cada planta, seguindo as frequências já mencionadas, disponibilizando cerca de 70mL da solução em cada aplicação.

Serão analisadas periodicamente a incidência de doenças e em meados de dezembro de 2019 serão realizadas as seguintes avaliações:

- a) Altura dos porta-enxertos, com régua graduada;
- b) Diâmetro na base do colo, com paquímetro digital;
- c) Tamanho das raízes principais e secundárias, com régua graduada;
- d) Massa fresca e massa seca de raízes principais e secundárias, pesadas com balança de precisão e secas em estufa a 60°C;
- e) Presença de associação de fungos micorrízicos com as raízes;

#### **2.9.4 Experimento de comparativo de recipientes**

O experimento consiste na avaliação do desenvolvimento de porta-enxertos de noqueira-pecã a partir de sementes, em três diferentes recipientes e a campo. Os recipientes utilizados serão: saco para mudas de plástico reciclado com dimensões de 0,2x0,5m, saco para mudas de plástico reciclado com dimensões de 0,2x0,3m e tubetes do tipo citropote com dimensões de 0,15x0,15x0,33m. O experimento consistirá de 3 repetições por tratamento e 10 unidades experimentais por repetição, totalizando 120 plantas.

As sementes serão estratificadas com camadas de areia úmida e levadas à câmara fria em meados de maio de 2018. Entre agosto e setembro do mesmo ano as sementes serão semeadas a campo e em recipientes, que ficarão abrigados em casa de vegetação na estação experimental. O substrato utilizado nos vasilhames será uma mistura de terra vegetal, areia e húmus sólido à uma proporção de 2:2:1.

Em meados de novembro de 2019 serão realizadas as seguintes avaliações:

- a) Altura dos porta-enxertos, com régua graduada;
- b) Diâmetro na base do colo, com paquímetro digital;
- c) Tamanho das raízes principais e secundárias, com régua graduada;
- d) Massa fresca e massa seca de raízes principais e secundárias, pesadas com balança de precisão e secas em estufa a 60°C;
- e) Ocorrência de enovelamento de raízes

#### **2.9.5 Experimento com coroamento de frutíferas**

O experimento sobre coroamento será realizado no pomar de noqueira-pecã e no sistema biodiverso da Estação Experimental Cascata (EEC), este sistema foi implementado em junho de 2016 e é composto por 313 plantas frutíferas, sendo 73 goiabeiras, 75 laranjeiras, 165 figueiras, além de inúmeras amoreiras-pretas. O sistema está desenhado em quatro linhas de plantio para cada frutífera, com uma faixa de 10 metros entre cada linha e nestes espaços são semeadas plantas de cobertura e lavoura ao longo do ano.

O estudo será conduzido em 192 plantas, sendo 48 goiabeiras, 48 laranjeiras e 48 figueiras que estão dentro do sistema biodiverso além de outras 48 plantas de

nogueira-pecã que estão no pomar pecaneiro da estação experimental. Nas áreas serão testados e comparados métodos alternativos de controle de plantas indesejáveis que se desenvolvem ao redor dos pés das frutíferas, os materiais utilizados serão placas de papelão e acícula de *Pinus* seguindo os seguintes tratamentos: T1 placa de papelão natural de 1m<sup>2</sup>, T2 placa de papelão de 1m<sup>2</sup> pintado com tinta branca, T3 placa de papelão de 1m<sup>2</sup> imerso em calda bordalesa por 6h, T4 palhada de acícula de *Pinus* T5 capina manual e Tratamento testemunha, onde será feita uma única capina manual no início do ensaio.

O experimento será implantado em agosto de 2018 com delineamento em blocos ao acaso (DBC), e serão avaliadas as seguintes variáveis até janeiro de 2020:

- a) Durabilidade dos tratamentos, de modo visual;
- b) Nível de controle de plantas indesejáveis, de modo visual;
- c) Altura e área de copa, com trena graduada;
- d) Diâmetro do colo das plantas, com paquímetro digital;
- e) Produção de frutos: número, peso (medidos com balança de precisão), altura e diâmetro (medidos com paquímetro digital).

Durante o período do estudo, agosto de 2018 a janeiro de 2020 serão remontados os tratamentos uma ou duas vezes, devido à decomposição dos materiais.

## 2.10 Orçamento

<b>Materiais</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo Unitário (R\$)</b>	<b>Custo Total (R\$)</b>
<b>Materiais de consumo</b>				
Sementes de noqueira-pecã	Kg	4,5	17,00	76,50
Recipientes (0,5x0,2)	un.	280	0,25	70,00
Recipientes (0,3x0,2)	un.	30	0,25	7,50
Citropote	un.	30	3,70	111,00
Fita de identificação	un.	10	2,30	23,00
Placa de identificação	un.	192	0,40	76,80
Placas de papelão 1m <sup>2</sup>	un.	192	0,50	96,00
Tesoura de poda	un.	1	250,00	250,00
Paquímetro digital	un.	1	38,00	38,00
Saco plástico (bobina)	un.	2	19,50	39,00
<b>Subtotal</b>				<b>687,80</b>

### **Materiais existentes na EEC**

Calda bordalesa	kg.	1	30,00	30,00
Enxada	un.	1	40,00	40,00
Pá de corte	un.	1	40,00	40,00
Pá de jardim	un.	3	8,00	24,00
Carrinho de mão	un.	1	188,00	188,00
Bombona 100L	un.	1	150,00	150,00
Bombona50L	un.	1	92,00	92,00
Becker 100mL de plástico	un.	3	8,5	25,50
Mangueira de irrigação	m.	30	0,30	9,00
Mangueira	m.	15	0,65	9,75
Balança de precisão	un.	1	490,00	490,00
Trena graduada	un.	1	24,00	24,00
Casa de vegetação	un.	1	15.000,00	15.000,00

<b>Subtotal</b>				<b>16.122,25</b>
<b>Outros serviços</b>	<b>Unidade</b>	<b>quantidade</b>	<b>Custo unitário</b>	<b>Custo</b>
		<b>total</b>		
Fotocópia	-	-	-	200,00
Material de escritório				500,00
Inscrição em eventos	-	-	-	1.000,00
Banners e pôsteres	-	-	-	100,00
Livros	-	-	-	1.000,00
Publicação de trabalhos	un.	3	500,00	1.500,00
<b>Subtotal</b>				<b>4.300,00</b>
<b>Imprevistos (10%)</b>				<b>2.111,00</b>
<b>Total</b>				<b>23.221,05</b>

## 2.11 Cronograma

Mês	2018										2019										2020				
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Elaboração do projeto				X	X																				
Extratificação de sementes			X																						
Implantação exp. Coroamento						X																			
Semeadura						X	X																		
Implantação exp. Recipientes						X	X																		
Implantação exp. húmus líquido							X	X																	
Condução dos experimentos							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Coleta de dados exp. coroamento								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Avaliação exp. húmus e recipientes																			X	X	X				
Redação da dissertação																			X	X	X	X	X		
Envio dos artigos para publicação																								X	

## 2.12 Referências

- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2018.
- BARACUHY, J. B. C. **Determinação do período de floração e viabilidade do pólen de diferentes cultivares de Nogueira-Pecã *Carya Illinoensis***. Dissertação de Mestrado. UFPEL, Pelotas: 1980.
- FACHINELLO, J.C.; PASA, M.S.; SCHMTIZ, J.D.; BETEMPS, D.L. Situação e perspectiva da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p. 110, 2011.
- ROVANI, F. F. M.; **Zoneamento de Risco Climático para o cultivo da noqueira pecã (*Carya illinoensis*) para o Rio Grande do Sul**. Tese de doutorado. UFSM, Santa Maria. 2016.
- FRONZA, D.; POLETTO, T.; HAMANN, J. J. **O cultivo da noqueira-pecã**. Santa Maria: Colégio Politécnico, 2013.
- 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, p. 23, 2013.
- FRUSSO, E. A. **Características morfológicas y fenológicas del pecán**. In: LAVADO, R. S.; FRUSSO, E. A. (Org.). *Producción de pecán en Argentina*. Buenos Aires: [s.n], 2007. p. 1 – 18.
- FRUSSO E.A. **Aspectos del cultivo del nogal pecan**. Estación Experimental Agropecuaria INTA Delta del Paraná (INTA), Buenos Aires, 1997 AR, pp. 10.
- GATTO, D. A. **Características tecnológicas do vergamento das madeiras de *Luehea divartica*, *Carya illinoensis* e *Platanus x acerifolia* como subsidio para o manejo florestal**. 2006. 123f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- HARRISON, K.; **Southeastern Pecan Grower's Handbook**. The University of Georgia College of Agricultural & Environmental Sciences.
- JOÃO, P. L.; Nota Técnica – NOZ PECAN 2017. Câmaras Setoriais/SEAPI. Disponível em <<http://www.agricultura.rs.gov.br/pro-peca>>



LEMUS, G. **El cultivo del Pecano (*Carya illinoensis*)**. Chile: Ministerio de Agricultura, 2004.

LOPES, E. D. *Qualidade de mudas de Eucalyptusuroplylla Ecamaldulensis, E, citriodora produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seu desempenho no campo*. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista – BA, 2005. 82 p.

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.

Muñoz-Márquez, E., Macías-López, C., Franco-Ramírez, A., Sánchez-Chávez, E., Jiménez-Castro, J. y González-García, J. **Identificación y colonización natural de hongos micorrízicos arbusculares en nogal**. *Terra Latinoamericana*. 2009.

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

SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER J.E.; GONÇALVES, M. de M.; SCHIAVON, G.A., Preparo e uso de húmus líquido: opção para adubação orgânica em hortaliças. **Comunicado Técnico**, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 4 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 195).

SERRA, M. M.; AISSA, N. L.; SILVA, W. T. da. **Desenvolvimento de processo de extração de húmus líquido a partir de compostos agrícolas**. In: Jornada Científica – Embrapa São Carlos, 6, 2014, São Carlos, SP. 2014. p. 52.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz FEALQ, 760p. Piracicaba SP, 1998.

SMITH, Andrew F. **The Pecan: A Culinary History**. Prepared for the National Pecan Shellers Association Meeting Charleston, February 21, 2012.

STELLA, A. L. S.; LUCHESE, O. A. Avaliação da bibliografia livre como subsídio aos sistemas de cultivo de noqueira-pecã (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch). In.: **Salão do Conhecimento Unijuí, V Seminário de inovação e tecnologia**, Ijuí, 2015. Anais... Ijuí, 2015. Disponível em:

<<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/viewFile/4977/4162>>.; Acesso em 17 de julho. 2018.

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

WOODRROOF, J G.; pecan root growth and development. **Journal of Agricultural Research**, Vol. 49, no. 6. Washington, D.C. Sept. 15, 1934. Key no. Ga.-8.

WOLFF, L.F. **Alternativas para a diversificação da agricultura familiar de base ecológica**. WOLFF, L.F.; MEDEIROS, C.A.B. – Pelotas, Embrapa Clima Temperado. 65p. (Documentos/Embrapa Clima Temperado 443).

### 3 Relatório de campo

O início dos trabalhos ocorreu em março de 2018 com a seleção do material vegetal a ser utilizado para a execução dos experimentos. Os dois experimentos propostos no projeto de mestrado sobre húmus líquidos e recipientes foram executados, com pequenas modificações em algumas análises anteriormente propostas na metodologia. Esses experimentos foram realizados durante dois ciclos 2018-2019 e 2019-2020, na Embrapa Clima Temperado, Estação da Cascata, no município de Pelotas/RS.

O experimento com coroamento de frutíferas proposto no projeto de mestrado não foi possível à execução devido à dificuldade de execução frente a necessidade de trabalho dos demais experimentos. O estudo da interferência da aplicação de húmus líquido na incidência de doenças nos porta-enxertos e a presença de fungos micorrizicos nas raízes também não foram avaliadas pela quantidade de mudas disponíveis e a falta de equipamento necessário.

Além dos experimentos propostos no projeto de mestrado foi realizado mais um estudo no ano de 2019 sobre substratos na produção de porta-enxerto de noqueira-pecã. Para este estudo, foram avaliados onze diferentes substratos, sendo eles: Vermicomposto, ecocitrus®, biocomposto, vermicomposto + ecocitrus®, vermicomposto + biocomposto, ecocitrus® + biocomposto, vermicomposto + casca de arroz carbonizada, ecocitrus® + casca de arroz carbonizada, biocomposto + casca de arroz carbonizada, vermicomposto + biocomposto + ecocitrus®, e vermicomposto + biocomposto + ecocitrus® + casca de arroz carbonizada.

Também foi escrito e apresentado o resumo: 'Comparação de recipientes no desenvolvimento radicular de mudas de noqueira-pecã (*Carya illinoensis* K. KOCH)' apresentado e publicado no XXI Encontro de Pós-Graduação (ENPOS) em 2019.

## **4 Artigos**

### **4.1 Artigo 1**

# **CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE NOGUEIRA-PECÃ COM O USO DE HÚMUS LÍQUIDO EM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO**

Guilherme Ferreira da Silva, Cristiano Geremias Hellwig,  
Caroline Farias Barreto, Carlos Roberto Martins, Paulo Mello-Farias

**Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de Fruticultura**

## CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE NOGUEIRA-PECÃ COM O USO DE HÚMUS LÍQUIDO EM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO

**Resumo:** O cultivo da noqueira-pecã é um investimento a longo prazo, necessitando de mudas de qualidade para iniciar o pomar. É necessário que os porta-enxertos de noqueira-pecã possuam sistema radicular vigoroso para formação de uma muda de qualidade. O húmus líquido atua como agente promotor de crescimento e desenvolvimento das mudas, um bioinsumo para uso especialmente em sistema de produção orgânico. O objetivo foi avaliar a frequência de aplicações de húmus líquido no crescimento e desenvolvimento de porta-enxertos de noqueira-pecã em sistema orgânico. Foram testadas frequência a cada 7, 14, 21 e 28 dias de húmus líquido a 30%, além do tratamento controle com a aplicação de água. O número total de aplicações para as frequências de 7, 14, 21 e 28 dias foi de 26, 13, 9 e 7 vezes no primeiro ciclo e 20, 10, 7 e 5 vezes no segundo ciclo. O experimento foi conduzido com o porta-enxerto da cultivar Barton em casa de vegetação na área experimental da Embrapa Clima Temperado. Avaliou-se após 280 e 480 dias do transplante: altura de planta, diâmetro de tronco, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea, comprimento da raiz principal e da raiz secundária; matéria fresca e seca de raiz; massa fresca e seca da raiz principal e massa fresca, seca das raízes secundárias e o Índice de qualidade de mudas de Dickson. O húmus líquido promoveu maior comprimento de raízes secundárias de porta-enxertos de noqueira-pecã, com destaque para a frequência de 7 dias podendo ser utilizado para essa finalidade.

**Termos para indexação:** Biofertilizante; *Carya illinoensis*; Desenvolvimento radicular; Propagação sexuada.

## **RADICULAR GROWTH OF PECAN GRAFT HOLDERS WITH THE USE OF LIQUID HUMUS IN AN ORGANIC PRODUCTION SYSTEM**

**Abstract:** The cultivation of pecan is a long-term investment, requiring quality seedlings to start the orchard. It is necessary that the pecan rootstocks have vigorous root systems to form a quality seedling. The liquid humus acts as an agent that promotes the growth and development of the seedlings, a bioproducts for use especially in an organic production system. The objective was to evaluate the frequency of applications of liquid humus in the growth and root development of pecan rootstocks in an organic system. Frequency was tested every 7, 14, 21 and 28 days of 30% liquid humus, in addition to the control treatment with the application of water. The experiment was conducted with the cutter rootstock Barton under screen conditions in the experimental area of Embrapa Clima Temperado. It was evaluated after 280 and 480 days after transplantation: plant height, trunk diameter, leaf area, fresh and dry mass of the aerial part, length of the main and secondary roots; fresh and dry root matter; fresh and dry mass of the main root and fresh and dry mass of the secondary roots. The frequencies of application of liquid humus in relation to the control did not promote differences in the aerial part of the seedlings, fresh and dry root mass, in the growth of the main root and in the fresh and dry masses of the main roots. The liquid humus was efficient to promote the length of secondary roots of pecan rootstocks, with emphasis on the frequency of 7 days. The liquid humus can be used for the propagation of pecan rootstock in an organic system, as it benefits the development of secondary roots.

**Index terms:** Biofertilizer; *Carya illinoensis*; Root development; Sexual spread.

## Introdução

A noqueira-pecã (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch) é uma cultura em expansão no Brasil, em especial no Estado do Rio Grande do Sul (BILHARVA et al., 2018), sendo cada vez maior a demanda de mudas. Para esta cultura, a formação da muda é onerosa e acaba refletindo no maior investimento no momento da implantação do pomar (BILHARVA et al., 2018; HELLWIG, 2020). O método tradicionalmente empregado é da obtenção de mudas de noqueira-pecã enxertadas, que engloba duas fases, a primeira via sexuada (por semente), que é utilizada para produção de porta-enxertos e a assexuada, que consiste na enxertia da cultivar copa (POLETTTO et al., 2015; CASALES et al., 2018; ZHU et al., 2020). Porém, porta-enxertos derivados de sementes de noz-pecã apresentam diferença de crescimento e desempenho entre as plantas, além de um longo período de crescimento até a finalização da produção de mudas (WARREN, 2015; VAHDATI et al., 2020; HILGERT et al., 2020).

O alto custo da muda decorre do lento crescimento inicial dos porta-enxertos até atingir o ponto de enxertia e sua manutenção em viveiro até sua comercialização. Desse modo, o correto manejo na produção de mudas, que inicia com o desenvolvimento dos porta-enxertos e posteriormente com a enxertia e desenvolvimento do enxerto, são fundamentais e devem ser considerados em estudos que abordam diferentes técnicas.

Nesse contexto, para favorecer a formação de raízes e, por consequência no desenvolvimento da parte aérea das noqueiras-pecã, pode-se fazer uso de fitorreguladores como agentes sintéticos promotores deste desenvolvimento (CASALES et al., 2018). Entretanto, em sistemas de produção orgânico, pequenos produtores e/ou para formação de poucas mudas estes tipos de tecnologia não é permitido ou pode ser inviável economicamente. Com isso, o húmus líquido que é uma infusão de húmus sólido usando água como solvente (ZANDONADI et al., 2007; SCHIEDECK et al., 2008; SOUZA et al., 2018) vem sendo pesquisado visando estimular a promoção de crescimento e desenvolvimento de plantas.

A aplicação do húmus líquido pode promover o aumento da tolerância da planta a patógenos, incremento da fixação biológica de nitrogênio e nutrição, aumento da quantidade de carbono existente no solo e incremento do número de microrganismos existentes, criando assim um ambiente mais favorável ao crescimento e desenvolvimento das plantas (ROMÁN et.al., 2013).

No entanto, informações quanto à utilização de húmus líquido como bioestimulante são escassas e em fase inicial, especialmente para noqueira-pecã. Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito de distintas frequências de aplicações de húmus líquido no crescimento e desenvolvimento de porta-enxertos de noqueira-pecã em sistema orgânico.

## **Material e métodos**

O experimento foi conduzido nos anos de 2018, 2019 e 2020 com porta-enxertos semeados em 2018 na Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata (EEC) no município de Pelotas Rio Grande do Sul (latitude 31°37'9" S, longitude 52°31'33" O e altitude de 170 m).

No mês de maio de 2018, sementes da cultivar Barton foram escarificadas com um moto esmeril de bancada e logo estratificadas em caixas com areia úmida e levadas a câmara fria, com temperatura de 3°C onde permaneceram 95 dias. Após superação da dormência, no dia 22 de agosto as sementes foram dispostas em canteiros de areia, situado dentro de casa de vegetação, para germinação e emergência. Em 15 de outubro, aos cinquenta e três dias após a semeadura, as mudas foram transplantadas para os recipientes de polietileno (49,0 x 10,0 cm), contendo o substrato comercial Ecocitrus®.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, contendo 5 repetições, sendo cada unidade experimental composta por cinco mudas. Os tratamentos foram compostos da aplicação de húmus líquido em distintas frequências, sendo aplicado a cada 7 dias, 14 dias, 21 dias, 28 dias, além do controle no qual nunca foi aplicado o bioinsumo, somente água. A dose de húmus líquido em cada aplicação foi de 100mL do biofertilizante, na



concentração de 30%, de acordo com os resultados obtidos por ZANDONADI et al. (2016) e SOUZA et al. (2018). Além da aplicação do húmus líquido os porta-enxertos eram irrigados com água conforme a demanda.

O húmus sólido é proveniente da vermicompostagem de esterco bovino através de minhocas da espécie *Eisenia fetida*. Para seu preparo utilizou-se um recipiente plástico, onde em um saco de voil colocou-se 6 kg de húmus sólido (com 50% de umidade), completando-se com água, para o volume de 10 litros de húmus líquido, preparo esse sendo de acordo com a frequência de aplicação. Essa infusão foi preparada 24 horas antes de sua aplicação, com a ajuda de uma bomba de aeração, a qual facilita a circulação do ar, liberando as partículas desejadas.

No ciclo de desenvolvimento dos porta-enxertos 2018/2019 o número de aplicações realizadas para as frequências de aplicação de 7, 14, 21 e 28 dias foram respectivamente 26, 13, 9 e 7 vezes. Já no ciclo dos anos 2019/2020 o número de aplicações realizadas para as frequências de aplicação de 7, 14, 21 e 28 dias foram respectivamente 20, 10, 7 e 5 vezes.

As avaliações de crescimento foram avaliadas aos 280 (25 porta-enxertos) e 480 dias (25 porta-enxertos) após o transplante, nos meses de julho de 2019 e fevereiro de 2020, respectivamente. As análises realizadas foram altura da parte aérea e comprimento do sistema radicular primário e secundário mensurados em centímetros com uma trena graduada (cm); diâmetro de caule (mm), medido com um paquímetro digital a uma altura de três centímetros do substrato; Área foliar (cm<sup>2</sup>), obtida através da leitura do equipamento medidor LI-COR® (LI-300C área meter) ; Matéria fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular (separadas em raízes primárias e secundárias), determinados com uma balança eletrônica Bioscale (0,1g) e a secagem dos materiais foi realizada em uma estufa de circulação de ar forçado a uma temperatura de 65° C, até o momento que se obteve o peso constante.

Considerando os indicadores de massa seca da parte aérea, das raízes e de massa seca total, altura e diâmetro de colo foi avaliada a qualidade dos porta enxertos, de acordo com Índice de Qualidade de Mudanças de Dickson (IQD),

Dickson et al. (1960).  $IQD = MST / (H/DC) + (MSPA/MSR)$ , onde MST, massa seca total(g); H, altura de planta(cm); DC, diâmetro de coleto (mm); MSPA, matéria seca da parte aérea (g); MSR, matéria seca das raízes.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

## **Resultados e discussão**

O comprimento da raiz principal não foi alterado pela frequência de húmus líquido aos 280 e 480 dias (Tabela 1). A característica radicular da nogueira-pecã é de uma raiz pivotante e de enraizamento profundo o que garante a busca por umidade do solo necessária durante os períodos de seca e facilita a sobrevivência da árvore em regiões semiáridas (SPARKS, 2005).

Para o comprimento da raiz secundária foram observados resultados diferentes entre os 280 e 480 dias após o transplante (Tabela 1). Aos 280 dias após o transplante, as aplicações a cada 7, 14 e 28 dias promoveram o comprimento das raízes secundárias superiores ao controle. Enquanto que, aos 480 dias, a aplicação a cada 7 e 21 dias foram superiores ao controle. Evidencia-se que a frequência de 7 dias promoveu o crescimento das raízes secundárias para os dois períodos avaliados, o que possibilita pressupor que a aplicação mais intensiva de húmus líquido é mais eficiente para a formação de raízes secundárias. O uso de húmus líquido influencia no desenvolvimento de mudas, pela presença dos ácidos húmicos e fúlvicos (ROSE et al., 2014). Esses ácidos podem proporcionar benefícios fisiológicos como promotores de crescimento das plantas (AGUIAR et al., 2013), que auxiliam no maior enraizamento (NARDI et al., 2002). O sistema radicular é um parâmetro importante para a produção de mudas, pois plantas com maior comprimento de raízes auxiliam na capacidade de absorção de água e nutrientes e, pode proporcionar maior desenvolvimento e sobrevivência das mudas após o plantio no campo (SOUZA et al., 2018).

De modo geral, a aplicação do húmus líquido foi eficiente em promover o crescimento de raízes secundárias em relação ao tratamento controle. O resultado que corrobora com Zandonadi (2015), que relata que o húmus líquido possui moléculas semelhantes à auxina, um hormônio vegetal que contribui para o enraizamento mais vigoroso, com maior quantidade de pelos absorventes e raízes secundárias em morangueiro. O desenvolvimento de raízes na camada superficial do solo garante a absorção de nutrientes da camada mais rica do solo e, quando o perfil inferior do solo está saturado, promove a aeração e a absorção de água e nutrientes pelas raízes (SPARKS, 2005). Este maior desenvolvimento das raízes secundárias pode ser benéfico as mudas para maior absorção de nutrientes e água, principalmente em períodos de escassez nutricional e/ou hídrica. As raízes laterais tem um desenvolvimento horizontal e geralmente permanecem superficiais (CASALES et al., 2018), o que acaba valorizando ainda mais a emissão das raízes secundarias para a captação de água e nutrientes do solo.

Embora os húmus líquido tenha promovido o desenvolvimentos de raízes secundárias, o período avaliado, não foram suficientes para determinar alterações significativas nos parâmetros de massa fresca e massa seca de raízes. Quanto a massa fresca da raiz, aos 280 dias após o transplante a frequência de 28 dias de aplicação de húmus líquido, apresentou superioridade em relação à frequência de 7 dias, mas não diferindo dos demais tratamentos (Tabela 1). Não foi observada diferença significativa para o parâmetro massa seca de raiz dentre todos os tratamentos. As raízes secundárias apesar do destaque sob aplicação de húmus líquido não foram suficientes para evidenciar diferença em termos de massa por serem radículas finas, constituídas de água e íons minerais. Desta forma, a massa fresca e seca pode não ser um critério seguro para evidenciar o efeito do húmus líquido nas mudas de noqueira-pecã. Ribeiro et al. (2016) não observaram incremento da matéria seca e fresca, número médio e comprimento de raiz pelo aumento de concentração de húmus. Porém Souza et al. (2018) observaram que húmus líquido a 30% proporcionou maior desenvolvimento das mudas de figueira. Portanto, parece evidente que a resposta do húmus líquido é particular

de cada espécie e estudo com outras concentrações e frequências devem ser abordados para melhor entendimento de seu efeito na nogueira-pecã

De uma forma geral, após 480 dias do transplante, a frequência de aplicação do húmus líquido não interferiu no volume de raízes expressados pelas variáveis de massa fresca da raiz principal e seca das secundárias (Tabela 2). A massa fresca da raiz principal, do mesmo modo que o comprimento da raiz principal, não sofreu influência com a frequência de aplicação do húmus líquido. No entanto, a massa seca da raiz principal foi maior na frequência 21 dias em relação à frequência de 28 dias (Tabela 2). Quanto a massa fresca das raízes secundárias a frequência de 7 dias promoveu médias superiores em relação as frequências 21 e 28 dias (Tabela 2), porém não apresentou diferença significativa quando comparada a frequência 14 dias e ao controle. Entretanto, a massa seca das raízes secundárias não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. O resultado pode dar indícios que a frequência maior de aplicação, ou seja, a cada 7 dias, podem promover o maior desenvolvimento das raízes secundárias, pois foi mais eficiente para a maior massa fresca das raízes secundárias, resultado que vai ao encontro do variável comprimento de raiz secundária. Santos et al. (2014), observou efeito radicular positivo no desenvolvimento das plantas submetidas à aplicação de substâncias húmicas.

Tanto aos 280 quanto aos 480 dias após o transplante das mudas, a frequência de húmus líquido não influenciou significativamente a altura das plantas, o diâmetro do caule, a área foliar e massa fresca da parte aérea (Tabela 3). Com exceção da massa seca da parte aérea aos 480 dias após o transplante, onde ressaltou-se a frequência de aplicações de 21 dias em relação a testemunha. Ressalva-se que, possivelmente com avanço do tempo de avaliação poderia ocorrer o maior desenvolvimento radicular o que resultaria na compensação do crescimento da parte aérea. As modificações no sistema radicular da nogueira-pecã pelo uso da fertilização química não afetam o crescimento da parte aérea, mas aumenta a ramificação das raízes e seu crescimento total da raiz (CASALES et al., 2018).

Quanto a análise relativa ao Índice de Qualidade de Dickson realizada 280 dias após o transplante, o tratamento com aplicação do húmus líquido a cada 14 dias foi estatisticamente superior, não diferindo dos tratamentos com aplicação a cada 21 e 28 dias (Tabela 4). O que indica que a utilização do composto nestas frequências melhora o padrão do porta-enxerto de forma geral no primeiro ano de formação dos mesmos. Já nas avaliações do segundo ciclo, 480 dias após o transplante, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos, o que leva a crer que neste segundo ciclo a planta equilibra seu crescimento, independente da aplicação do húmus neste período.

De maneira geral, a frequência de aplicação do húmus líquido não promoveu melhoria na maioria das variáveis avaliadas quando comparado ao tratamento controle, porém cabe ressaltar, que um dos benefícios do húmus líquido que diz respeito ao crescimento de raízes laterais foi obtido com os resultados do comprimento de raízes secundárias. As raízes secundárias são responsáveis pela maior parte da absorção de nutrientes e água, portanto, a produção de mudas sem essas raízes pode acarretar na redução e atraso no crescimento das plantas após o plantio. Du Jardin (2015) relata que os efeitos positivos das substâncias húmicas (frações solúveis de ácidos húmicos e fúlvicos) como promotora de crescimento são variáveis, algumas vezes inconsistentes, devido ao fato dos resultados dependerem da interação entre a matéria orgânica, microrganismos e raízes das plantas. Uma recente meta-análise de efeito aleatório das substâncias húmicas aplicada a plantas, concluiu que a variabilidade nos efeitos se deve à origem do húmus, às condições ambientais, à planta e à dose e modo de aplicação da substância húmica (ROSE et al., 2014).

Embora sejam necessários mais estudos para conhecer a relação do húmus líquido e a parte aérea da plantas, constatou-se na análise conjunta dos dados, uma tendência de que os efeitos benéficos ao desenvolvimento das mudas ocorrem com frequência de aplicação do húmus líquido de 7 dias, principalmente do crescimento da raízes secundárias o que pode originar plantas de melhor qualidade.

## Conclusão

A aplicação de húmus líquido a cada 7 dias é eficiente no crescimento de raízes secundárias de noqueira-pecã ‘Barton’, até os 480 dias após o transplante das mudas.

A frequência de aplicação de húmus líquido não interfere no desenvolvimento da parte aérea, em altura e diâmetro do porta-enxerto, durante o período avaliado.

## Referências

AGUIAR N.O.; OLIVARES F.L.; NOVOTNY E.H.; DOBBSS, L.B.; BALMORI, D.M.; SANTOS-JÚNIOR, L.G.; CHAGAS, J.G.; FAÇANHA, A.R.; CANELLAS. L.P. Bioactivity of humic acids isolated from vermicomposts at different maturation stages. **Plant Soil**, v. 362, p. 161-174, 2013.

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**, New Delhi, v. 23, n. 6, p. 1–16, 2018.

CASALES, F.G.; VAN DER WATT, E.; COETZER, G.M. Propagation of pecan (*Carya illinoensis*): A review. **African Journal of Biotechnology**, Nigéria, v. 17, n.18, p. 586–605, 2018.

DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forest Chronicle**, West Mattawa, v. 36, p. 10-13, 1960.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 3–14. 2015.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

HELLWIG, C.G. **Poda e desbaste no cultivo de noqueira-pecã em plantios adensados**. 2020. 95f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

HILGERT, M.A.; SÁ, L.C. DE.; LAZAROTTO, M.; SOUZA, P.V.D. DE; MARTINS, C.R. Collection period and indolebutyric acid on the rooting of adult pecan plant cuttings. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.55, p. e01656, 2020.

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

RIBEIRO, L.V.; MEDEIROS C.H.; LÚCIO, P. DA S.; SCHIEDECK, G. Enraizamento de *Plectranthus neochilus* em concentrações de húmus líquido. **Revista Científica Rural-Urcamp**, Bagé, v. 18, n.1, 2016.

ROMÁN, P.; MARTÍNEZ, M.M.; PANTOJA, A. **Manual de Compostaje Del Agricultor. Experiencias en América Latina**. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - Oficina Regional para América Latina y El Caribe: Santiago de Chile, 2013. 108 p.

ROSE, M.T., PATTI, A.F., LITTLE, K.R., BROWN, A.L., JACKSON, W.R., CAVAGNARO, T.R., 2014. Ameta-analysis and review of plant-growth response to humic substances:practical implications for agriculture. **Advances inAgronomy**, v. 124, p. 37–89. 2014.

SANTOS, A. C. M.; ANDRADE, C. A. O.; FREITAS, G. A.; SILVA, D. B.; SILVA, R. J.; SILVA, R. R. **Concentrações de ácido húmico e nitrogênio na produção de mudas de *Lactuca sativa***. I Encontro de Ciência do Solo da Amazônia Oriental. Anais. Gurupi p. 73- 82, 2014.

SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER J.E.; GONÇALVES, M. de M.; SCHIAVON, G.A., **Preparo e uso de húmus líquido: opção para adubação orgânica em hortaliças**. Comunicado Técnico, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 4 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 195).

SPARKS, D. A. Adaptability of Pecan as a Species. **HortScience**, Georgia, v. 40, n. 5, p. 1175.1189, 2005.

SOUZA, R.S.; BILHARVA, M.G.; DE MARCO, R.; JANDREY, W.F.; GOMES, F.T.; MARTINS, C.R. Trichoderma e húmus líquido no enraizamento de mudas de (*Ficus Carica* L.). **Revista Científica Rural**, Bagé, v.20, n.1, 2018.

VAHDATI, K.; AJAMGARD, F.; RAHEMI, M.; DRIVER. J.. Advances in Micropropagation of Commercial Pecan Cultivars. **International Journal of Fruit Science**, Louisiana, v. 20, n.2, p. 925-936, 2020.

WARREN, C.J. **Evaluation of diferente propagation methods (budding, grafting and cuttings) for pecan.** 2015. 48 f. Thesis (Master of Horticulture) - College Station, Texas A&M University, Texas, 2015.

ZANDONADI, D. B.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H<sup>+</sup> pumps activation. **Planta**, v.225, p.1583-1595, 2007.

ZHU, K.; FAN, P.; MO, Z.; TAN, P.; FENG, G.; LI, F.; PENG, F. Identification, Expression and Co-Expression Analysis of R2R3-MYB Family Genes Involved in Graft Union Formation in Pecan (*Carya illinoensis*). **Forests**, Basel, v. 11, n. 917, p. 1-7, 2020.



Tabela 1: Comprimento da raiz principal, comprimento raiz secundária, massa fresca da raiz, massa seca da raiz de porta-enxertos de nogueira-pecã submetidos a distintas frequências de húmus líquidos aos 280 e 480 dias após o transplante das mudas.

Tratamento	Comprimento da raiz principal (cm)	Comprimento raiz secundária (cm)	Massa fresca da raiz(g)	Massa seca da raiz (g)
280 dias do transplante				
Controle	51,52 ns	27,44 c	48,56 ab	23,68 ns
7 dias	56,82	31,72 ab	46,54 b	22,15
14 dias	57,52	32,72 ab	49,72 ab	26,92
21 dias	47,36	28,42 bc	48,24 ab	23,66
28 dias	54,33	34,11 a	58,06 a	25,88
CV (%)	10,89	8,12	17,15	18,83
480 dias do transplante				
Controle	51,51 ns	27,47 b	41,88 ns	21,64 ns
7 dias	56,61	33,53 a	48,40	18,75
14 dias	56,60	32,55 ab	44,90	20,88
21 dias	52,11	33,11 a	53,06	24,04
28 dias	52,08	30,39 ab	45,90	19,13
CV (%)	10,17	7,27	18,6	18,97

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

Tabela 2: Massa fresca e seca das raízes principais e secundárias de noqueira-pecã submetidas a distintas frequências de húmus líquidos aos 480 dias após o transplante das mudas.

Tratamento	Massa fresca da raiz principal(g)	Massa seca da raiz principal(g)	Massa fresca das raízes secundárias (g)	Massa seca das raízes secundárias (g)
Controle	46,49 ns	18,56 ab	5,18 Ab	2,08 ns
7 dias	44,71	17,80 ab	5,68 A	1,95
14 dias	40,00	18,74 ab	4,90 ab	2,14
21 dias	48,49	21,31 a	3,54 bc	2,19
28 dias	42,12	16,56 b	2,60 C	1,33
CV (%)	18,99	18,74	33,94	36,45

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

Tabela 3: Altura das plantas, diâmetro de tronco, área foliar, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea em porta-enxertos de noqueira-pecã submetidos a distintas frequências de húmus líquidos aos 280 e 480 dias após o transplante das mudas.

Tratamen to	Altura das plantas (cm)	Diâmetro de caule (mm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Massa fresca da parte aérea (g)	Massa seca da parte aérea (g)
280 dias do transplante					
Controle	24,98 Ns	5,25 ns	524,88 ns	11,04 ns	5,26 ns
7 dias	25,22	5,24	546,24	8,84	4,88
14 dias	26,14	5,56	611,16	9,24	5,93
21 dias	26,19	5,40	581,92	9,88	5,93
28 dias	25,58	5,50	497,84	9,04	5,28
CV (%)	7,43	6,45	14,57	23,02	20,81
480 dias do transplante					
Controle	31,31 Ns	6,04 ns	437,68 ns	16,52 ns	6,78 b
7 dias	34,81	6,39	414,34	17,27	8,82 ab
14 dias	31,01	5,78	424,10	15,38	7,68 ab
21 dias	33,49	6,38	540,84	21,22	10,04 a
28 dias	34,00	5,88	388,89	15,74	7,55 ab
CV (%)	9,19	6,15	18,41	19,54	18,58

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

Tabela 4: As médias do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em porta-enxertos de nogueira-pecã submetidos a distintas frequências de húmus líquidos aos 280 e 480 dias após o transplante das mudas.

Tratamento	IQD
280 dias após o transplante	
Testemunha	5,58 b
7 dias	5,91 b
14 dias	8,12 a
21 dias	6,25 ab
28 dias	6,82 ab
CV(%)	15,73
480 dias após o transplante	
Testemunha	5,16 ns
7 dias	5,05
14 dias	5,43
21 dias	5,87
28 dias	3,83
CV(%)	21,71

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

**4.2 Artigo 2****PODA DE RAÍZES DE PORTA-ENXERTOS DE NOGUEIRA-PECÃ E  
DIFERENTES RECIPIENTES EM CULTIVO ORGÂNICO**

Guilherme Ferreira da Silva, Caroline Farias Barreto; Cristiano Geremias Hellwig,  
Carlos Roberto Martins, Paulo Mello-Farias

**Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de Fruticultura**

## **PODA DE RAÍZES DE PORTA-ENXERTOS DE NOGUEIRA-PECÃ E DIFERENTES RECIPIENTES EM CULTIVO ORGÂNICO**

**RESUMO:** A qualidade da muda de noqueira-pecã com segurança genética, fitossanitária e com bom desenvolvimento vegetativo é de suma importância para o sucesso na formação do pomar. O porta-enxerto com vigoroso sistema radicular influencia no crescimento da muda. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento do porta-enxerto em função da poda de raiz e de diferentes recipientes para a produção de muda de noqueira-pecã em sistema orgânico. O experimento foi conduzido com o porta-enxerto da cultivar Barton, na área experimental da Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata nos anos de 2018, 2019 e 2020. As mudas foram avaliadas em sacos plásticos, tubetes e diretamente no solo, associado ao manejo da poda de raiz. Avaliou-se após 280 e 480 dias do transplante: altura da parte aérea, comprimento do sistema radicular primário e secundário, diâmetro de caule, área foliar e massa seca da parte aérea e do sistema radicular, e secundárias e o Índice de qualidade de mudas de Dickson. Verificou-se que uso do saco plástico para a produção de mudas de noqueira-pecã enovela as raízes no final do recipiente. Os recipientes e a poda de raiz não afetam o diâmetro do caule parâmetro importante para a determinação da enxertia. As mudas de noqueira-pecã com sistema radicular não podado e cultivado em saco plástico desenvolvem maior raiz principal e parte aérea. A poda do sistema radicular da noqueira-pecã em recipientes e no solo promove o aumento do número de raízes principais, mas diminui o comprimento das raízes das mudas.

**Termos para indexação:** *Carya illinoensis*, produção de mudas, sistema radicular.

## ROOT PRUNING AND DIFFERENT CONTAINERS ON GROWTH OF PECAN GRAFT HOLDER IN ORGANIC CULTIVATION

**Abstract:** The quality of pecan seedlings with genetic, phytosanitary and good vegetative development is of paramount importance for the successful formation of the orchard. The rootstock with a vigorous root system influences the growth of the seedling. The objective of this work was to evaluate the vegetative and root growth of the rootstock as a function of root pruning and different containers for the production of pecan seedlings in an organic system. The experiment was carried out with the cutter rootstock Barton, in the experimental area of Embrapa Clima Temperado, Cascata Experimental Station in the years 2018, 2019 and 2020. The seedlings were evaluated in plastic bags, citrus and directly in the soil, associated with the management root pruning. It was evaluated after 280 and 480 days of transplantation: height of the aerial part, length of the primary and secondary root system, trunk diameter, leaf area and dry mass of the aerial part and the root system. It was found that the use of the plastic bag for the production of pecan seedlings curves the roots at the end of the container. The containers and root pruning do not affect the trunk diameter, an important parameter for determining grafting. Pecan seedlings with an untreated root system and grown in a plastic bag develop a larger main root and aerial part. Pruning the pecan root system in containers and in the soil promotes an increase in the number of roots, but decreases the main root of the seedlings.

**Index terms:** *Carya illinoensis*, seedling production, root system.

### Introdução

Os pomares comerciais de noqueira-pecã no Brasil são essencialmente formados por árvores propagadas por enxertia cujas cultivares-copa foram enxertadas sobre porta-enxertos propagados por sementes (FRONZA et al., 2018). As mudas são enxertadas e formadas diretamente no solo (raiz nua) ou em

recipientes (raiz coberta) (POLETTTO et al., 2015; BILHARVA et al., 2018). O crescimento da noqueira-pecã é afetado pelas condições edafoclimáticas e por suas características genética, que é determinado tanto pelo porta-enxerto como a cultivar-copa (CAO et al., 2019). Neste contexto a formação do porta-enxerto é uma etapa crucial na produção de mudas de qualidade. O porta-enxerto bem desenvolvido depende do sistema radicular vigoroso, que por sua vez está relacionado com as condições de manejo que as plantas são submetidas, interferindo no vigor da muda (OLIVEIRA et al., 2020). O baixo desenvolvimento e/ou a morte das mudas de noqueira-pecã a campo pode estar ligada diretamente a má formação das raízes secundárias (ZHANG et al., 2015).

No processo de produção de mudas pode acontecer problemas que podem interferir na qualidade, além do enovelamento, sucessivos cortes nas raízes nos transplantios (sementeira/viveiro/pomar) podem comprometer a dominância da raiz pivotante sendo substituída por um sistema radicular fasciculado que tende a se concentrar nos horizontes superficiais, o que contribui para a vulnerabilidade dos pomares às adversidades ambientais (MENEZES et al., 2020).

Durante o processo de formação das mudas de raiz coberta, a escolha do recipiente deve considerar o tamanho da muda, durabilidade, facilidade de manuseio, armazenamento, transporte e a disponibilidade no mercado (CRUZ et al., 2016; PINHO et al., 2018). Além de considerar a sobrevivência das mudas no campo, propiciar precocidade e reduzir os custos de produção. Tem se observado que o uso de algumas embalagens plásticas não permite o adequado desenvolvimento radicular e podem promover enovelamento das raízes no fundo das embalagens (VARGAS et al., 2011), o que pode retardar o desenvolvimento do porta-enxerto. Como alternativas a esses entraves, pode se fazer o uso de tubetes plásticos que apresentam ranhuras internas que direcionam as raízes mais grossas para o fundo dos recipientes, como se observa em outras frutíferas.

Associado a escolha do recipiente outras técnicas podem ser utilizadas, como a poda de raiz nas mudas. Segundo Vargas et al. (2011), o transplante de mudas, especialmente quando associado à poda de raízes, pode alterar o padrão



de crescimento das mudas. A poda radicular pode ser considerada uma opção eficaz para fornecer um equilíbrio adequado entre crescimento vegetativo e radicular (CARRA et al., 2017). Como o sistema radicular da noqueira-pecã é caracterizado como pivotante, composto por uma raiz principal dominante e raízes laterais (GRAUKE, et al., 2016), a poda da raiz principal pode favorecer ou não o desenvolvimento das raízes secundárias (ZHANG et al, 2015), responsáveis pela captação de água e nutrientes.

Neste contexto, tem-se buscado estratégias para reduzir o tempo de espera para a obtenção de mudas de qualidade, além da possibilidade de reduzir os custos de produção das mudas de noqueira-pecã em sistema de produção orgânico. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo e radicular do porta-enxerto em função da poda de raiz e de diferentes recipientes para a produção de muda de noqueira-pecã conduzidas em sistema orgânico.

## **Material e métodos**

O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Clima Temperado na Estação Experimental Cascata (EEC), no município de Pelotas, Rio Grande do Sul (31°37'09" S e 52°31'33" O e altitude de 70 m), nos anos de 2018, 2019 e 2020. A classificação do clima da região, conforme W. Köppen é do tipo "cfa" - clima sub tropical úmido, ou seja, é temperado úmido com verões quentes (ALVARES et al., 2013). O solo do local era moderadamente profundo com textura média no horizonte A e argilosa no horizonte B, classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (SANTOS et al., 2006).

Em maio de 2018, sementes da cultivar Barton foram escarificadas com um moto esmeril de bancada e logo estratificadas em caixas com areia úmida e levadas a câmara fria, com temperatura de 3°C onde permaneceram 95 dias. Após superação da dormência em meados de agosto, as sementes foram dispostas em canteiros de areia, situado dentro de casa de vegetação, para germinação e emergência. No dia 15 de outubro (53 dias após a semeadura), as mudas

submetidas ao processo de poda de raízes e após, foram transplantadas para os recipientes e à campo, para a condução do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados, em esquema fatorial 2x2 (dois tipos de poda e dois recipientes), com 50 repetições. Também foram avaliadas separadamente 25 plantas desenvolvidas à campo e submetidas aos tratamento com e sem poda. O fator poda consistiu em mudas submetidas à poda de raiz e sem poda de raiz. A poda de raiz foi realizada com auxílio da tesoura de poda, deixando 5 cm de comprimento. Em relação aos recipientes foram utilizados tubete plástico (15,0 x 15,0 x 35,0 cm), saco plástico (49,0 x 10,0 cm), ambos contendo o substrato comercial Ecocitrus® e avaliados nos anos de 2019 e 2020. As mudas que foram plantas no campo foram avaliadas no ano de 2020.

Para as avaliações de crescimento, 25 mudas de cada tratamento foram avaliadas no mês de julho de 2019 (após 280 dias do transplante) e 25 mudas avaliadas em fevereiro de 2020 (480 dias após o transplante). As seguintes variáveis foram analisadas nas plantas durante os dois anos: altura da parte aérea e comprimento do sistema radicular primário e secundário mensurados com uma trena graduada (cm); diâmetro de caule (mm), medido com um paquímetro digital a uma altura de três centímetros do substrato; área foliar, obtida através da leitura do equipamento medidor LI-COR® (LI-300C área meter) (cm<sup>2</sup>); massa seca da parte aérea (caule, ramos e folhas) e do sistema radicular (raízes primárias e secundárias), determinados com uma balança eletrônica Bioscale e a secagem dos materiais (caule e folhas) (g) foram realizadas em uma estufa de circulação de ar forçado a uma temperatura de 65° C, até o momento que se obteve o peso constante.

Considerando os indicadores de massa seca da parte aérea, das raízes e de massa seca total, altura e diâmetro de colo foi avaliada a qualidade dos porta enxertos, de acordo com Índice de Qualidade de Mudas de Dickson (IQD), Dickson et al. (1960).  $IQD = MST / (H/DC) + (MSPA/MSR)$ , onde MST, massa seca total(g); H, altura de planta(cm); DC, diâmetro de coleto (mm); MSPA, matéria seca da parte aérea (g); MSR, matéria seca das raízes.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

## **Resultados e discussão**

Aos 280 dias após o transplante, as mudas foram avaliadas quanto ao crescimento da parte aérea e sistema radicular cultivadas em recipientes de sacos plásticos e tubetes plásticos e efeito da poda de raiz (Figuras 1, 2, 3, 4 e 5). O número de raízes das mudas foram maiores naquelas que receberam a poda radicular na fase de transplante, sendo maior nas mudas transplantadas para o tubete plástico (Tabela 1). Constata-se ainda, que não houve diferença para número de raízes entre os dois recipientes utilizados para as mudas que não receberam poda.

O sistema radicular é um parâmetro importante para a produção de mudas, pois plantas com maior volume e comprimentos de raízes terão maior auxílio na capacidade de absorção de água e nutrientes e, pode proporcionar maior desenvolvimento e sobrevivência das mudas após o plantio no campo (SOUZA et al., 2018). A realização da poda de raiz nas mudas permite o aumento da emissão de novas raízes, em cada extremidade podada, o que permite maior contato com o solo, favorecendo a aquisição de nutrientes e água (FREITAS et al., 2009). Ainda, uma das funções principais da raiz é absorção de nutrientes, porém se o elemento é de baixa mobilidade no solo, como no caso do fósforo que é necessário para o crescimento inicial das mudas no campo, a poda das raízes pode beneficiar a sua absorção bem como de outros nutrientes. Desse modo, a realização da poda das raízes demonstrou ser uma prática interessante a ser realizada buscando aumento do sistema radicular

O comprimento das raízes secundárias das mudas variou de acordo com a poda e o recipiente. Porém, quando as raízes das mudas não são podadas, o crescimento das raízes secundárias ocorre de forma significativamente

semelhante, independente do recipiente. As mudas com raízes podadas apresentaram maior comprimento das raízes secundárias quando se desenvolveram em sacos plásticos, enquanto que as mudas com raízes não podadas apresentaram melhor desempenho no tubete plástico. As mudas produzidas no saco plástico com o uso da poda aumentaram o número de raízes e o comprimento das secundárias (Tabela 1). Porém, as raízes das mudas em saco plásticos apresentaram o enovelamento aos 280 e 480 dias, enquanto que no tubete plástico, pelo afunilamento da base, propicia a parada do crescimento. A presença de frisos equidistantes nos tubetes, exercem a função de direcionar as raízes ao fundo do recipiente, evitando deformações no sistema radicular, como o enovelamento e a dobra da raiz pivotante (ALVES et al., 2020).

As raízes enoveladas devem ser podadas novamente no momento do plantio para evitar prejuízos ao crescimento das mudas. Enovelamento das raízes não é desejável pelo estresse que proporciona as mudas (PINHO et al., 2018). De acordo com Vargas et al. (2011), o enovelamento das raízes causado pela produção de mudas em sacos plásticos é prejudicial ao desenvolvimento das mudas após o plantio, pois retarda a fixação das raízes no solo e o crescimento inicial.

A altura das mudas foi maior nos porta-enxertos que não receberam a poda no transplante, apresentando significância apenas no plástico como recipiente, após 280 dias do transplante (Tabela 1). Esse resultado pode estar relacionado ao fato de quando as mudas são podadas, a planta gasta as reservas energéticas para emitir novas raízes.

O uso do saco plástico propiciou a obtenção de mudas com maior área foliar e massa seca da parte aérea, quando não se utilizou poda de raiz (Tabela 1). Enquanto no tubete plástico, não houve diferenças significativas para essas variáveis, independente da realização ou não da poda (Tabela 1).

O comprimento da raiz principal e a massa seca da raiz não foram influenciados pela poda das raízes no transplante enquanto no diâmetro de caule, além desses, também não apresentou significância em relação aos recipientes (Tabela 2). Mas o comprimento da raiz principal e a massa seca das raízes foram

significativamente maiores quando as mudas se desenvolveram em sacos plásticos aos 280 dias (Tabela 2). Este maior crescimento da raiz principal pode estar relacionado com a maior capacidade e comprimento do recipiente, no caso do saco plásticos a sua altura é de 50 cm, enquanto o tubete plástico possui 35 cm, refletindo na maior massa de raízes. Normalmente, o maior volume do recipiente provoca o melhor desenvolvimento das variáveis referentes à parte aérea (altura, diâmetro do caule e massa seca da parte aérea) e também produção de massa seca total (FERREIRA et al., 2017). Deste modo a escolha do recipiente é um fator importante para a produção de mudas de qualidade. Sugerindo assim que estudos com embalagens de maior volume devem ser realizados para produção de mudas de nogueira-pecã.

Com relação às mudas sob o efeito dos recipientes e poda, constatou-se que nas mudas em que o sistema radicular não foi podado e acondicionado em sacos plásticos apresentaram maior comprimento da raiz principal e massa seca de raízes (Tabela 3). A nogueira-pecã é classificada como uma freatófitas, em seu habitat nativo a árvore possui a característica de desenvolver raízes em busca do lençol freático (SPARKS, 2005). O sistema radicular consiste predominantemente em uma raiz principal com raízes laterais mais frágeis, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento (ZHANG et al., 2015). Assim, a poda de raiz pode ser uma técnica que auxilia no desenvolvimento das raízes laterais no desenvolvimento inicial das mudas.

Independente do manejo do sistema radicular as mudas produzidas em sacos plásticos apresentaram maior desenvolvimento radicular. Estes resultados se refletiram também no aumento da área foliar e na massa seca da parte aérea (Tabela 3). Isto também pode ser o efeito de que as mudas em tubete plástico, as raízes ao atingirem o fundo do recipiente cessam seu crescimento. Entretanto, as mudas em sacos plásticos não podadas permitem o maior desenvolvimento da raiz pivotante o que influencia no maior volume de massa de raízes e parte aérea (área foliar e massa da parte aérea). A prática da poda radicular não é uma prática aconselhável para algumas frutíferas como em mudas de jabuticabeira, cerejeira-da-mata e uvaieira, pois interfere de forma negativa para a sobrevivência e o

desenvolvimento a campo (HOSSEL et al., 2014). Porém mostra-se uma pratica promissora na cultura da noqueira-pecã.

As mudas de noqueira-pecã quando são acondicionadas em tubete plástico não são influenciadas pela poda do sistema radicular (Tabela 3), apresentando mesmo desenvolvimento radicular e vegetativo, em termos de comprimento de raiz principal, massa seca das raízes, massa seca da parte aérea e área foliar. O que sugere que as mudas desenvolvidas neste recipiente apresentam um maior equilíbrio entre sistema radicular e parte aérea. Em espécies florestais, o uso de tubetes apresenta vantagens em relação aos sacos plásticos pela facilidade das operações, redução de mão-de-obra e dos custos de transporte das mudas para o campo (LISBOA et al., 2014).

O diâmetro do caule é um importante indicativo para determinar o ponto de enxertia de noqueira-pecã. Porém, verificou-se neste estudo que o tipo de recipiente e/ou poda do sistema radicular não influencia no diâmetro do caule da noqueira-pecã (tabela 2 e 4).

Quanto ao índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD), não ocorreu interações significativas entre os fatores estudados. O fator poda não influenciou o aumento significativo no índice nas avaliações realizadas após 280 e 480 dias após o transplante (Tabela 3). Já quando estudado o fator recipientes isoladamente, na avaliação realizada 480 dias após o transplante, os porta-enxertos desenvolvidos em sacos plásticos obtiveram um resultado estatisticamente superior para o IQD.

A poda do sistema radicular das mudas de noqueira-pecã influenciou na altura das plantas. Quando as mudas não sofreram poda de raízes, a altura das mudas foram maiores do que aquelas podadas (Tabela 4). Após 480 dias do transplante foi possível observar que a poda do sistema radicular promoveu maior número de raízes, mas altura de plantas (Tabela 4). Evidencia-se que a poda de raiz promove a emissão de novas raízes dos porta-enxertos de noqueira-pecã e ao mesmo tempo equilibra a parte aérea e o sistema radicular, o que é um fator positivo no desenvolvimento de mudas.

Com relação ao efeito da poda de raiz nas mudas transplantadas diretamente para o solo foi possível constatar que a altura das plantas, diâmetro de tronco e área foliar independem da poda (Tabela 5). Porém foi possível determinar que a poda foi responsável por aumentar significativamente o número de raízes, enquanto apresentou significância negativa da raiz principal, massa seca da parte aérea e massa seca das raízes e para o índice de qualidade de muda de Dickson.

As mudas de noqueira-pecã quando são submetidas à poda radicular (Figura 6) promoveram menor desenvolvimento da raiz principal e menor massa seca de raízes em relação as não podadas (Figura 7), refletindo na menor massa seca da parte aérea das plantas. ZHANG et al. (2015) relatam que as mudas de noqueira-pecã quando podadas desenvolvem um sistema radicular mais compacto e fibroso. Este efeito observado nas mudas podadas, com raiz principal menor e mais raízes secundárias, pode ser amenizada pelo fato de que as raízes mais finas são responsáveis pela absorção de água e nutrientes, podendo no futuro influenciar positivamente na altura da planta. As raízes secundárias são responsáveis pela maior parte da absorção de nutrientes e água, portanto a produção de mudas com menor proporção dessas raízes pode acarretar em menor taxa de sobrevivência das plantas após o plantio. Assim a poda do sistema radicular mostrasse vantajosa na produção de mudas de qualidade.

## **Conclusão**

Os recipientes e a poda de raiz não afetam o diâmetro de caule, parâmetro importante para determinar o ponto de enxertia

As mudas de noqueira-pecã com sistema radicular não podado e cultivados em saco plástico desenvolvem maior raiz principal e parte aérea.

A poda do sistema radicular da noqueira-pecã em recipientes e no solo promove maior número de raízes secundárias, mas diminui a raiz principal das mudas.

## Referências

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, M. M.; VENTUROSOS, L. R. ; VENTUROSOS, L. A. C. ; CIPRIANI, L. P. ; BRAUNA, H. N. ; FURLAN, L. B. . Produção de mudas de mamoeiro em função de diferentes substratos e recipientes. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, p. 2761-2774, 2020.

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**, New Delhi, v. 23, n. 6, p. 1–16, 2018.

CAO, F.; WEI, Y.; WANG, X.; LI, Y.; PENG, F. A Study of the Evaluation of the Pecan Drought Resistance of Grafted ‘Pawnee’ Trees From Different Seedling Rootstocks, **HortScience**, Alexandria, v.54, n.12, p. 2139-2145. 2019.

CARRA, B.; FACHINELLO, J.C.; ABREU, E.S. DE.; PASA, M. DA. S.; SPAGNOL, D.; GIOVANAZ, M.A.; SILVA, C.P. DA. Control of the vegetative growth of ‘Shinseiki’ pear trees by prohexadione calcium and root pruning. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.52, n.3, p.177-185, 2017.

CARGNELUTTI FILHO, A.; POLETTO, T.; MUNIZ, M.F.B.; BAGGIOTTO, C.; POLETTO, I.; FRONZA, D. Sample dimension for height and diameter evaluation of pecan seedlings. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.12, p.2151-2156, 2014.

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, p. 249-262, 2020.

DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forest Chronicle**, West Mattawa, v. 36, p. 10-13, 1960.

CRUZ, F.R. DA S.; ANDRADE, L.A. DE; FEITOSA, R.C. produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* arruda câmara) em diferentes substratos e tamanho de recipientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 69-80, 2016.



FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, M. S.; SANTOS, J. Z. L.; TUCCI, C. A. F.; COSTA, L. V. Crescimento inicial de Itaúba e Macacaúba em recipientes de diferentes tamanhos Crescimento inicial de itaúba e macacaúba em recipientes de diferentes tamanhos. **Ciência Florestal**, v.27, n. 2, p. 499-508, 2017.

FREITAS, T.A.S.; BARROSO, D.G.; SOUZA, L.S.; CARNEIRO, J.G.A. Efeito da poda de raízes sobre o crescimento das mudas de eucalipto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 1-6, 2009.

FRONZA, D.; HAMANN, J.J.; BOTH, V.; ANESE, R.de O.; MEYER, E.A. Pecan cultivation: general aspects. **Ciência Rural**. v.48, n.2, p. 1-9, 2018.

GRAUKE L.J.; WOOD B.W.; HARRIS M.K. Crop vulnerability: Carya. **HortScience**, Alexandria, v51, p.653 - 663, 2016.

HOSSEL, C.; OLIVEIRA, J. S. M. A.; JÚNIOR, A. W.; MAZARO, S. M.; CITADIN, I. Manejo da poda de raízes no transplântio de mudas de fruteiras nativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 3, p. 761-765, 2014.

LISBOA, A.C.; SANTOS, P.S. DO; NETO, S.N. DE O.; CASTRO, D.N. DE; ABREU, A.H.M. DE. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 603-609, 2012.

MENESES, T. N.; COELHO FILHO, M. A. ; SANTOS FILHO, H. P. ; SANTOS, L. L. A. ; GESTEIRA, A. S. ; SOARES FILHO, W. S. . Rootstocks and planting types on root architecture and vegetative vigor of Pera sweet orange trees. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, p. 685/10-693, 2020.

OLIVEIRA, J. A. A.; SILVA, D. F. P.; BRUCKNER, C. H., GOMES, F. R.; RAGAGNIN, A. L. S. L.; ASSUNÇÃO, H. F. Initial development of peach rootstock genotypes propagated by herbaceous cuttings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, n.3, p. e-626.

PEREIRA, A.C.; SCALOPPI JUNIOR, E.J.; COSTA, E.; MARTINS, G.L.M.; SOUZA, N.C. Efeito da poda apical nos atributos morfofisiológicos do porta-enxerto clonal de seringueira GT 1. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 900-912, 2019

PINHO, E.K.C.; LOPES, A.N.K.; COSTA, A.C.; SILVA, A.B.V.; VILAR, F.C.M.; RODRIGO DE REIS, R. DE. G.E. Substratos e tamanhos de recipiente na produção de mudas de baruzeiro (*Dipteryx alata* Vog.). **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 16, n. 1, p. 11-19, 2018.

POLETTO, T.; MUNIZ, M.F.B.; POLETTO, I.; BAGGIOTTO, C. Dormancy overcome methods in seeds of pecan *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]. **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.6, p.1111-1118, 2015.

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

SOUZA L.R.; PERES F. S.B. Uso de biofertilizantes à base de aminoácidos na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 87, p. 211-218, 2016.

TOFANELLI, M. B. D.; SANTOS, R. T. DOS; KOGERATSKI, J. F. Complexo hidrossolúvel na formação de mudas do porta-enxerto limoerio “Cravo”. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.17, n.4, p. 564–570, 2018.

VARGAS, F.S.; REBECHI, R.J.; SCHORN, L.A. & FENILLI, T.A.B. Efeitos da mudança de recipiente em viveiro na qualidade de mudas de *Cassia leptophylla* Vogel, *Eugenia involucrata* DC. e de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.9, p.169-177, 2011.

ZHANG, R.; PENG, F.R.; LE, D.L.; LIU, Z.Z.; HE, H.Y.; LIANG, Y.W.; TAN, P.P.; HAO, M.Z.; LI, Y.R. Evaluation of Epicotyl Grafting on 25- to 55-day-old Pecan Seedlings. **HortTechnology**, Alexandria, v. 25, n. 3, p. 392-396, 2015.



Figura 1: Desenvolvimento do sistema radicular de noqueira-pecã em tubete plástico.



Figura 2: Sistema radicular de noqueira-pecã utilizando tubete plástico como recipiente e submetidas a poda de raiz.



Figura 3: Sistema radicular de noqueira-pecã utilizando saco plástico como recipiente e submetidas a poda de raiz.



Figura 4: Sistema radicular de nogueira-pecã utilizando tubete plástico como recipiente e sem a realização da poda de raiz.



Figura 5: Sistema radicular de nogueira-pecã utilizando saco plástico como recipiente e sem a realização da poda de raiz.



Figura 6: Sistema radicular de noqueira-pecã desenvolvidas no solo e submetidas à poda de raiz.





Figura 7: Sistema radicular de nogueira-pecã desenvolvidas no solo e sem a realização da poda de raiz.

Tabela 1: Número de raízes, comprimento da raiz secundária, altura de planta, área foliar e massa seca da parte aérea em porta-enxertos de noqueira-pecã cultivados em diferentes recipientes e manejo de raiz aos 280 dias após o transplante

	Saco plástico	Tubete plástico
Número de raízes		
Com poda	1,40 aB	2,04 aA
Sem poda	1,00 bA	1,00 bA
Comprimento raiz secundária (cm)		
Com poda	34,00 aA	24,81 bB
Sem poda	28,92 bA	31,34 aA
Altura de planta (cm)		
Com poda	21,07 aA	20,02 bA
Sem poda	21,55 aB	25,10 aA
Área foliar (cm <sup>2</sup> )		
Com poda	276,92 bA	242,08 aA
Sem poda	559,92 aA	249,80 aB
Massa seca da parte aérea (g)		
Com poda	4,66 bA	4,74 aA
Sem poda	8,36 aA	4,86 aB

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

Tabela 2: Diâmetro de tronco, número de folhas, comprimento da raiz principal e massa seca da raiz em porta-enxertos de nogueira-pecã cultivados em diferentes recipientes e manejo de raiz após 280 dias do transplante

<b>Poda</b>	Diâmetro de tronco (mm)	Comprimento raízes principal (cm)	Massa seca da raiz (g)
Com poda	4,99 <sup>ns</sup>	44,36 <sup>ns</sup>	17,14 <sup>ns</sup>
Sem poda	5,14	44,36	19,48
F <sub>poda</sub>	0,3542	0,9665	0,2205
<b>Recipientes</b>			
Saco plástico	5,06 <sup>ns</sup>	51,82 <sup>a</sup>	20,10 <sup>a</sup>
Tubete Plástico	5,08	37,00 <sup>B</sup>	16,32 <sup>b</sup>
F <sub>recipientes</sub>	0,9143	0,0001	0,0484
F <sub>poda x recipientes</sub>	0,6724 <sup>ns</sup>	0,9665 <sup>ns</sup>	0,2183 <sup>ns</sup>

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

Tabela 3: As médias do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) em porta-enxertos de nogueira-pecã cultivados em diferentes recipientes e manejo de raiz após 280 e 480 dias do transplante.

<b>Poda</b>	<b>IQD</b>	
	280 dias após o transplante	480 dias após o transplante
Com poda	4,92 ns	8,86 ns
Sem poda	5,51	9,32
F poda	1,57	0,19
<b>Recipientes</b>		
Saco plástico	5,48 ns	11,26 a
Tubete plástico	4,95	6,92 b
F recipiente	1,26	17,35
F poda x recipiente	1,00	2,07

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

Tabela 4: Comprimento da raiz principal, massa seca da parte aérea, área foliar, e das raízes em porta-enxertos de nogueira-pecã cultivados em diferentes recipientes e manejo de raiz após 480 dias do transplante

	Saco plástico	Tubete Plástico
	Comprimento raiz principal (cm)	
Com poda	54,64 bA	37,00 aB
Sem poda	64,98 aA	37,00 aB
	Massa seca das raízes (g)	
Com poda	33,38 bA	25,38 aA
Sem poda	46,99 aA	21,86 aB
	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	
Com poda	744,44 bA	523,36 aB
Sem poda	1060,04 aA	372,16 aB
	Massa seca da parte aérea (g)	
Com poda	11,26 bA	10,27 aA
Sem poda	15,61 aA	9,69 aB

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

Tabela 5: Altura das plantas, diâmetro de tronco, comprimento da raiz secundária e número de raízes em porta-enxertos de nogueira-pecã cultivados em sacos plásticos e tubetes plástico após 480 dias do transplante.

<b>Poda</b>	Altura das plantas (cm)	Diâmetro de tronco (mm)	Comprimento raízes secundária (cm)	Número de raízes
Com poda	27,95 B	6,54 <sup>ns</sup>	33,51 <sup>ns</sup>	1,76 a
Sem poda	33,19 A	6,69	36	1,10 b
F <sub>poda</sub>	0,0042	0,4869	0,4199	0,0001
<b>Recipientes</b>				
Saco plástico	30,60 <sup>ns</sup>	6,78 <sup>ns</sup>	33,55 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>
Tubete Plástico	30,54	6,46	36,00	1,46
F <sub>recipientes</sub>	0,967	0,1447	0,5004	0,5883
F <sub>poda x recipientes</sub>	0,2369 <sup>ns</sup>	0,7248 <sup>ns</sup>	0,7349 <sup>ns</sup>	0,8562 <sup>ns</sup>

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

Tabela 6: Altura das plantas, diâmetro de tronco, área foliar, comprimento da raiz principal, número de raízes, massa seca da parte aérea e das raízes, e Índice de qualidade de Dickson de nogueira-pecã cultivados no solo após 480 dias do transplante.

<b>Poda</b>	Altura das plantas (cm)	Diâmetro de tronco (mm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Comprimento da raiz principal (cm)
Com poda	27,95 <sup> ns</sup>	3,33 <sup> ns</sup>	951,75 <sup> ns</sup>	69,9 <sup> b</sup>
Sem poda	25,18	3,51	1183,6	113,92 <sup> a</sup>
F <sub>poda</sub>	0,4529	0,6575	0,187	0,0001
<b>Poda</b>	Número de raízes	Massa seca da parte aérea	Massa seca das raízes (g)	Índice de Qualidade Dickson(IQD)
Com poda	1,65 <sup> A</sup>	13,46 <sup> b</sup>	47,13 <sup> b</sup>	7,10 <sup> b</sup>
Sem poda	1,00 <sup> B</sup>	51,55 <sup> a</sup>	75,76 <sup> a</sup>	15,08 <sup> a</sup>
F <sub>poda</sub>	0,0463	0,0168	0,0374	4,52

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pela análise de variância.

### **4.3 Artigo 3**

#### **CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE NOGUEIRA-PECÃ EM DIFERENTES SUBSTRATOS CONDUZIDOS EM SISTEMA ORGÂNICO**

Guilherme Ferreira da Silva, Rudinei De Marco, Caroline Farias Barreto, Cristiano  
Geremias Hellwig, Carlos Roberto Martins, Paulo Mello-Farias

**Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de Fruticultura**



## **CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE NOGUEIRA-PECÃ EM DIFERENTES SUBSTRATOS CONDUZIDOS EM SISTEMA ORGÂNICO**

**RESUMO:** O substrato adequado é fundamental para o crescimento e obtenção de mudas de qualidade. Alternativas de formulações com base na disponibilidade de materiais orgânicos que promovam o crescimento da noqueira-pecã e de baixo custo são alternativas para produção de mudas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial do porta-enxerto de noqueira-pecã em diferentes composições de substratos, de fácil acesso e relativo baixo custo, visando a oferecer uma opção viável para pequenos produtores a nível familiar. O experimento foi conduzido na Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Foram utilizadas onze formulações constituídas dos seguintes materiais vermicomposto, ecocitrus<sup>®</sup>, biocomposto e casca de arroz carbonizada. Nos substratos foi realizada avaliação química e nos porta-enxertos foram avaliados os seguintes parâmetros a altura da parte aérea, comprimento do sistema radicular primário e secundário, massa fresca e seca da parte aérea, massa fresca e seca das raízes, diâmetro de tronco, número de folhas, área foliar do porta-enxerto e secundárias e o Índice de qualidade de mudas de Dickson. Entre os substratos testados, o Ecocitrus<sup>®</sup> e o vermicomposto obtiveram os resultados mais promissores para a produção de porta-enxertos de noqueira-pecã, pois proporcionou maior área foliar, diâmetro de tronco e comprimento das raízes secundárias.

**Termos para indexação:** *Carya illinoensis*, produção de mudas, sistema radicular.

## INITIAL GROWTH OF PECAN ROOTSTOCK IN DIFFERENT SUBSTRATES IN ORGANIC SYSTEM

**ABSTRACT:** The substrate is essential for obtaining quality seedlings. The search for alternative formulations based on the availability of materials and seeking to reduce production costs is necessary. In this context, the objective was to test different substrates, of easy access and low cost for small producers, that can be used in the formation of pecan rootstocks. The experiment was conducted at the Experimental Cascata Station, Embrapa Clima Temperado, in the city of Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. Eleven formulations consisting of the following vermicompost, ecocitrus<sup>®</sup>, biocomposite and carbonized rice husks were used. Chemical substrates were evaluated on the substrates and rootstock height, primary and secondary root system length, fresh and dry aerial mass, fresh and dry root mass, trunk diameter, number of leaves and area were evaluated leaf. Among the tested substrates, Ecocitrus<sup>®</sup> obtained the most promising results for the production of pecan rootstocks, as it provided greater leaf area, trunk diameter and length of secondary roots.

**Index terms:** *Carya illinoensis*, seedling production, root system.

### Introdução

A propagação da noqueira-pecã (*Carya illinoensis* [Wangenh.] K. Koch) é realizada em duas fases, a primeira de forma sexuada (por semente) que consiste na produção do porta-enxerto e a segunda forma assexuada que é a enxertia da cultivar copa (POLETTO et al., 2015; BILHARVA et al., 2018). Sendo que podem ser produzidas em raiz protegida (geralmente em sacos plásticos) ou de raiz nua (diretamente no campo).

Para a produção de mudas em raiz protegida a escolha do substrato adequado é um dos principais fatores que interferem na qualidade das mudas. Deste modo, os substratos comerciais e o uso de resíduos disponíveis para

compostos orgânicos podem ser uma alternativa viável para a produção de mudas de nogueira-pecã.

O substrato utilizado interfere na sustentação das plantas, além da manutenção do sistema radicular no suprimento de água e nutrientes e transporte de carbono entre as raízes (ARAÚJO et al., 2009). Dessa forma, é essencial que os substratos possibilitem retenção de água e possuam espaço poroso para facilitar o fornecimento de oxigênio, para a iniciação e desenvolvimento radicular.

Existe uma boa disponibilidade de substratos e resíduos que podem ser utilizados na propagação de plantas, de fácil obtenção e baixo custo. A utilização de um substrato alternativo, pode ser de origem mineral ou orgânica, natural ou sintética, formado pela combinação de componentes ou por um único material para a produção de mudas pode apresentar custos economicamente viáveis à agricultores familiares (REIS et al., 2014; FERMINO, 2015; BOENE et al., 2013; KRATZ et al., 2013). Compostos orgânicos podem fornecer os nutrientes necessários ao crescimento para várias culturas. Embora os compostos orgânicos possam conter quantidades significativas de N, a maior parte se encontra na forma orgânica e não está plenamente disponível para as plantas (WRAP, 2004). Quando a demanda total de N pela planta é baixa e distribuída por um longo período de tempo, a utilização de compostos orgânicos como substratos pode fornecer todo o N necessário (LEAL et al., 2007).

O uso de substrato comercial representa um custo significativo no processo de produção. Assim, a formulação de substratos, com origem na própria propriedade rural, torna-se uma alternativa (FREITAS et al., 2013; GUEDES et al., 2017). Entre as alternativas de substrato orgânico pode-se citar o vermicomposto, biocomposto, casca de arroz, entre outros. O vermicomposto é um composto facilmente obtido em propriedades rurais, a partir do esterco de gado ou de outros resíduos orgânicos utilizando-se minhocas do tipo vermelho da califórnia (*Eisenia foetida*). Além da vantagem de baixo custo de produção, transforma os resíduos orgânicos em compostos que podem ter alto valor nutricional para as plantas e para a produção de mudas (SANTOS, 2010).

O substrato comercial Ecocitrus® é um composto orgânico produzido pela cooperativa Ecocitrus tendo como base resíduos da indústria de suco de laranja, resíduos de incubatório, lodos de tratamento de efluentes, cascas de madeira e podas de árvores (MARQUES, 2016).

A casca de arroz, resíduo da indústria orizicola, é um produto que quando carbonizada pode ser utilizada como componente em substratos. Por permitir a penetração e a troca de ar na base das raízes, apresentar alta capacidade de drenagem, fácil manuseio, peso reduzido, pH levemente alcalino, forma floculada, ser livre de patógenos e nematoide, e ter um baixo custo de aquisição e transporte torna-se uma alternativa à agricultores familiares na composição de seus substratos (SAIDALLES, 2009).

Desse modo o uso de resíduos como substrato para plantas pode propiciar a obtenção de materiais alternativos, com estrutura estável, de fácil obtenção, constante disponibilidade e com baixo custo (FERMINO et. al., 2015). Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial dos porta-enxertos de nogueira-pecã em diferentes composições de substratos, de fácil acesso e relativo baixo custo, visando a oferecer uma opção viável para pequenos produtores a nível familiar

## **Material e métodos**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata, no município de Pelotas (latitude 31°37'9" S, longitude 52°31'33" O e altitude de 170 m). As mudas utilizadas no experimento foram propagadas em maio de 2018. Utilizou-se sementes da cultivar Barton que foram escarificadas com um moto esmeril de bancada e logo estratificadas em caixas com areia úmida e levadas a câmara fria, com temperatura de 3°C onde permaneceram 95 dias, até o dia 23 de agosto.

Após esse período, as sementes foram dispostas em canteiros de areia, mantendo-a sempre úmida, situado dentro de casa de vegetação, para germinação e emergência. Após a germinação, quando as mudas emitiram o segundo par de

folhas foram transplantadas para recipiente de plástico polietileno (49,0cm x 10,0 ), contendo os diferentes substratos, conforme descritos na tabela 1. Os tratamentos onde há misturas de substratos, foram colocadas partes iguais dos mesmos.

Para cada substratos foi coletada amostras para análise química (Tabela 2, 3 e 4). Os diagnósticos pH em água 1:1; Ca, Mg, Al e Mn trocáveis foram extraídos com KCl 1M e CTC a pH 7,0; Argila determinada pelo método do densímetro; Mo por digestão úmida; S-SO<sub>4</sub> extraído com CaHPO<sub>4</sub> 500mg.L<sup>-1</sup> de P e P, K e Na determinados pelo método de Mehlich I; Cu, Zn e B extraídos com Mehlich I.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados, com 11 tratamentos, com 5 repetições, cada uma composta de uma planta, totalizando 55 plantas no experimento. Durante a condução do experimento os porta-enxertos eram irrigados manualmente conforme a demanda, que alternou em uma vez por semana em períodos mais frios e úmidos, e a irrigação diária durante o período mais quente do verão. Após 260 dias da implantação do experimento foram avaliados: altura da parte aérea e comprimento do sistema radicular primário e secundário mensurados em centímetros com uma trena graduada (cm); diâmetro de caule (mm), medido com um paquímetro digital a uma altura de três centímetros do substrato,; número de folhas; área foliar (cm<sup>2</sup>), obtida através da leitura do equipamento medidor LI-COR® (LI-300C área meter) (cm<sup>2</sup>); Matéria fresca e seca da parte aérea (caule, ramos e folhas) e do sistema radicular, determinados com uma balança eletrônica Bioscale e a secagem dos materiais (caule e folhas) foram realizadas em uma estufa de circulação de ar forçado a uma temperatura de 65° C, até o momento que se obteve o peso constante. Os resultados dessas variáveis foram expressos em gramas (g).

Considerando os indicadores de massa seca da parte aérea, das raízes e de massa seca total, altura e diâmetro de colo foi avaliada a qualidade dos porta enxertos, de acordo com Índice de Qualidade de Mudanças de Dickson (IQD), Dickson et al. (1960). 
$$IQD = \frac{MST}{(H/DC) + (MSPA/MSR)}$$
, onde MST, massa

seca total(g); H, altura de planta(cm); DC, diâmetro de coleto (mm); MSPA, matéria seca da parte aérea (g); MSR, matéria seca das raízes.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

## **Resultados e discussão**

De acordo com análise realizada pelo laboratório Base Precisão na Agricultura, situado na cidade Silveira Martins e interpretada de acordo com o Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016), os onze substratos analisados foram classificados quanto ao teor de argila na classe 4, alto teor de matéria orgânica, cálcio, magnésio, cobre, zinco; teores muito altos de fósforo e potássio (Tabelas 2 e 3). Quanto a CTC p H7 os substratos biocomposto, vermicomposto + casca de arroz carbonizada e biocomposto + casca de arroz carbonizada obtiveram teores altos, enquanto todos os demais tratamentos apresentaram teores muito altos para o parâmetro (Tabela 4).

O crescimento dos porta-enxertos de nogueira-pecã foi afetado pela composição dos substratos. Os maiores valores em termos de altura de planta e diâmetro do caule foram encontrados nas mudas produzidas nos substratos Vermicomposto (V), Ecocitrus® (EC), Vermicomposto + Ecocitrus® (VC+EC), Ecocitrus® + Biocomposto (EC+B), Vermicomposto + Ecocitrus® + Biocomposto (VC + EC + B), como pode ser observado na tabela 5. O diâmetro de tronco do porta-enxerto é considerado uma variável essencial na decisão do momento de enxertia em nogueira-pecã (ANDERSEN; CROCKER, 2008). As mudas requerem 2 a 3 estações de crescimento antes de atingir um caule aceitável em diâmetro para estarem aptas ao processo de enxertia (ZHANG et al., 2015), em torno de 1,5 a 2,5 cm de diâmetro (CASALES et al., 2018)

Os porta-enxertos que se destacaram com o maior número de folhas foram produzidos nos substratos VC, VC + EC, VC + B, VC + CAC, EC + CAC, VC +

EC + B e VC + EC +B + CA (Tabela 4). A presença de folhas é importante para o desenvolvimento da muda e de acelerar o crescimento do caule onde será realizada a enxertia.

Embora não tenha se destacado em número de folhas, os porta-enxertos produzidos no substrato EC apresentaram superioridade absoluta nas variáveis da área foliar, massa fresca e seca da parte aérea (Tabela 6). O fato de este substrato ser um composto orgânico oriundo de resíduos industriais como o bagaço da laranja em indústria de suco, resíduos de incubatório, lodos de tratamentos de efluentes, cascas de madeira e podas de árvores. A alta quantidade de nutrientes pode explicar o melhor desenvolvimento da parte aérea das plantas no tratamento com EC utilizado isoladamente.

O comprimento de raiz primária dos porta-enxertos não diferiram significativamente entre os substratos testados nesse estudo (Tabela 7), provavelmente pelo tamanho do recipiente utilizado, pois em todos os tratamentos as raízes atingiram o fundo, rompendo a camada plástica, o que sugere que recipientes para o desenvolvimento de porta-enxertos de nogueira-pecã possuir maior profundidade.

Para o comprimento da raiz secundária dos porta-enxertos, os melhores valores obtidos foram naqueles cultivados em substratos Ecocitrus® (EC), Biocomposto (B), VC + EC e VC + CAC (Tabela 7). Na avaliação de massa fresca de raiz dos porta-enxertos, as melhores médias foram obtidas com aqueles cultivados em substratos EC, EC + B, V + CAC e EC + CAC. Para a variável de massa seca de raiz dos porta-enxertos, os menores valores foram encontrados naqueles cultivados em B, VC + B e B + CAC.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é um bom indicador para qualidade das mudas e porta-enxertos. Os substratos VC, EC, EC + VC, EC + B, VC + CAC e VC + EC +B + CAC obtiveram resultados significativamente superior aos demais tratamentos (Tabela 8). Tratsch et al. (2017), trabalhando com diferentes substratos na formação porta-enxertos de nogueira-pecã obteve bons resultados quanto ao IQD com a mistura de 40% de solo e 60% de composto orgânico a base de frutas e hortaliças. Assim evidencia o benefício do

uso de substratos originários de matéria orgânica na formação de mudas de nogueira-pecã.

De modo geral, o substrato Ecocitrus<sup>®</sup> obteve médias superiores aos demais substratos em algumas das avaliações realizadas neste estudo, com exceção do número de folhas. Sendo um substrato promissor para a produção de porta-enxertos de nogueira-pecã. Este desempenho no crescimento inicial dos porta-enxertos de nogueira-pecã ocorre pelas características químicas presentes neste substrato, comparado aos demais compostos, evidenciando na forma individual ou na formulação de outros substratos, pH mais elevado, menores teores de alumínio e com maiores teores de cálcio, além de uma CTC e Saturação de bases (Tabela 2).

O vermicomposto também obteve médias satisfatórias, principalmente no diâmetro de caule e massa de raiz. O diâmetro de caule é um fator importante que determina o momento de realizar a enxertia (tabela 5 e 6). Sendo este um substrato de fácil produção para pequenos agricultores. Possivelmente a adição de fertilizantes e também a mistura com solo o torne um substrato de baixíssimo custo e alta qualidade.

## **Conclusão**

O crescimento inicial dos porta-enxertos de nogueira-pecã apresenta melhor desempenho no substrato ecocitrus e vermicomposto. O biocomposto e a formulação biocomposto + casca de arroz carbonizada não apresentam bons resultados quanto ao crescimento inicial dos porta-enxertos.

O substrato Vermicomposto é uma alternativa de baixo custo para produção de mudas de qualidade.

## **Referências**

ANDERSEN, P.C.; CROCKER, T.E. **The Pecan Tree**. EDIS: University of Florida HS 982. 17 p, 2008.



ARAÚJO NETO, S.E.D.; AZEVEDO, J.M.A.D.; GALVÃO, R.D.O.; OLIVEIRA, E. B.D.L.; FERREIRA, R.L.F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p. 1408-1413, 2009.

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**, New Delhi, v. 23, n. 6, p. 1–16, 2018.

BOENE, H.C.A. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 407-420, 2013.

CASALES, F.G.; VAN DER WATT, E.; COETZER, G.M. Propagation of pecan (*Carya illinoensis*): A review. **African Journal of Biotechnology**, Nigéria, v. 17, n.18, p. 586–605, 2018.

DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forest Chronicle**, West Mattawa, v. 36, p. 10-13, 1960.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Science. Horticulturae**. 196, 3–14. doi: 10.1016/j.scienta.2015.09.021

FERMINO, M.H.; TREVISAN, M.; BUSNELLO, Â.C. Cascas de tungue e de noz pecan como alternativa de substrato para horticultura. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 33, v.4, p. 459-464, 2015.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FREITAS, G.A.; SILVA, R.R.; BARROS, H.B.; MELO, A.V.; ABRAHÃO, W.A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, n. 44, p.159-166, 2013.

GUEDES, A. F., FONSECA, C., TAVARES, M. S., RODRIGUEZ, D., HOHN, D., Echer, R.; MORSELLI, T. Substratos alternativos para a produção de mudas de Alface Orgânica. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, Bagé, p. 2584-2595, 2017.

KRATZ, D.; WENDLLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; ZOUZA, P. V. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1103-1113, 2013.

LAZAROTTO M.M.; MUNIZ F.B.; MARTINS C.R. Podridão de Raízes em Mudanças de Nogueira-pecã: Diagnóstico e Manejo. **Comunicado técnico 369** Embrapa: Pelotas, 2019.

LEAL M.A.A.; GUERRA J.G.M.; PEIXOTO R.T.G.; ALMEIDA D.L. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, 25: 392-395, 2007.

LONE, A. B.; LÓPEZ, E. L.; ROVARIS, S. R. S.; KLESENER, D. F.; HIGASHIBARA, L.; ATAÍDE, L. T.; ROBERTO, S.R. Efeito do AIB no enraizamento de estacas herbáceas do porta-enxerto de videira VR 43-43 em diferentes substratos. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.31, p.599-604, 2010.

MARTINEZ JDL, VAZQUEZ-DIAZ DA, ESPARZA-RIVERA JR, GARCIA-HERNANDEZ JL, CASTRUITA-SEGURA MA, PRECIADO-RANGEL P. Yield and nutraceutical quality of tomato fruit produced with nutrient solutions prepared using organic materials. **Revista Fitotecnia Mexicana** 39(4):409–414, 2016

MARQUES, G.N. **Substrato, combinação de cultivares e mudas de morangueiro produzidas em cultivo sem solo**. 2016. 150f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

POLETTI, T.; MUNIZ, M.F.B.; POLETTI, I.; BAGGIOTTO, C. Dormancy overcome methods in seeds of pecan *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]. **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.6, p.1111-1118, 2015.

SANTOS, M. R. DOS; SEDIYAMA, M. A. N.; SALGADO, L. T.; VIDIGAL, S. M.; REIGADO, F. R. Produção de mudas de pimentão em substratos à base de vermicomposto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, 18, 2010.

TRATSCH, Mauricio Vicente Motta et al. **Composto orgânico: composição, mineralização e produção de cultivar de porta-enxerto de nogueira-pecã (*Carya illinoensis* (Wang) K.)**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

SAIDALLES, F. L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHIRMER, W. N.; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção

de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Ciências Agrárias**, Londrina, 30. v. 1, p. 1173-1186, 2009.

WRAP - The Wastes and Resources Action Programme. **To support the development of standards for compost by investigating the benefits and efficacy of compost use in different applications**. Oxon, 2004. 72 p.

ZHANG, R.; PENG, F.R.; LE, D.L.; LIU, Z.Z.; HE, H.Y.; LIANG, Y.W.; TAN, P.P.; HAO M.Z.; LI Y.R. Evaluation of Epicotyl Grafting on 25- to 55-day-old Pecan Seedlings. **HortTechnology**, Alexandria, v. 25, n. 3, p. 392-396, 2015.

Tabela 1: Descrição dos substratos utilizados no estudo.

Substratos	Composição
1	Vermicomposto
2	ecocitrus®
3	biocomposto
4	vermicomposto + ecocitrus®
5	vermicomposto + biocomposto
6	ecocitrus® + biocomposto
7	vermicomposto + casca de arroz carbonizada
8	ecocitrus® + casca de arroz carbonizada,
9	biocomposto + casca de arroz carbonizada
10	vermicomposto + biocomposto + ecocitrus®
11	vermicomposto + biocomposto + ecocitrus® + casca de arroz carbonizada

Tabela 2: pH, teores de cálcio, magnésio, alumínio e alumínio trocável, CTC efetiva e índice SMP dos substratos analisados

Substratos	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efetiva	V%		Índice SMP
							Al	Bases	
cmolc/dm <sup>-3</sup>									
VC	6,32	24,4	11,7	6,7	13,1	44,5	15,1	73,5	5,02
EC	6,66	32	6,8	0,3	1,5	40,2	0,7	96,4	6,93
B	5,38	13,7	6,3	2,2	6	23,4	9,4	77,9	5,72
VC + EC	5,93	34,8	10,5	0,6	2,4	46,9	1,3	95,0	6,51
VC + B	4,11	27,2	11,3	4,7	13,7	44,7	10,5	74,3	5,00
EC + B	5,86	36,1	7,9	0,3	2,9	45,4	0,7	94,0	6,36
VC + CAC	5,00	12,4	10,4	2,7	5,4	26,8	10,1	81,6	5,82
EC + CAC	6,63	27,2	6,7	0,3	1,5	35,3	0,8	95,9	6,91
B + CAC	6,29	7,8	4,7	1,1	3,2	14,7	7,5	80,9	6,28
VC + EC + B	5,62	35,9	8,6	0,5	3,4	46,1	1,1	93,1	6,21
VC + EC + B + CAC	5,80	29,8	8,8	0,5	3,8	40,1	1,2	91,3	6,12

Tabela 3: Teores de matéria orgânica, argila, enxofre, fósforo, potássio dos substratos analisado.

Substratos	% MO	% Argila	Textura	S mg/dm <sup>-3</sup>	P- Mehlich	K cmol/dm <sup>-3</sup>
VC	20,0	12	4		150	1,023
EC	15,4	12	4	43,0	150	1,023
B	20,7	12	4		150	1,023
VC + EC	17,6	12	4		150	0,981
VC + B	20,3	12	4		150	1,023
EC + B	17,1	12	4	70,2	150	1,023
VC + CAC	12,0	12	4		150	1,023
EC + CAC	11,3	12	4	52,0	150	1,023
B + CAC	15,5	12	4		150	1,015
VC + EC + B	20,0	12	4		150	1,018
VC + EC + B + CAC	16,7	12	4		150	1,023

Vermicomposto (VC); Ecocitros (EC); Biocomposto (B); Casca de Arroz carbonizada (CAC).

Tabela 4: CTC pH 7 cobre e zinco dos substratos analisados.

Substratos	CTC pH7	Cu mg/dm <sup>3</sup>	Zn mg/dm <sup>3</sup>
VC	50,5	2,6	61,7
EC	41,3	2,2	6,0
B	27,0	2,1	6,8
VC + EC	48,7	2,2	14,1
VC + B	53,2	2,1	27,0
EC + B	47,9	2,2	6,3
VC + CAC	29,2	2,3	53,0
EC + CAC	36,4	2,2	17,6
B + CAC	16,7	1,9	13,8
VC + EC + B	48,9	2,3	15,2
VC + EC + B + CAC	43,4	2,1	23,8

Vermicomposto (VC); Ecocitros (EC); Biocomposto (B); Casca de Arroz carbonizada (CAC)

Tabela 5: As médias de altura, diâmetro de tronco, número de folhas em porta-enxertos de nogueira-pecã.

Tratamento	Altura das plantas (cm)	Diâmetro de caule (mm)	Número de folhas
VC	22,64 a	4,93 a	7 A
EC	22,82 a	5,32 a	5 B
B	19,48 b	4,15 b	5 B
VC + EC	24,98 a	5,40 a	9 A
VC + B	16,87 b	4,03 b	7 A
EC + B	20,19 a	5,12 a	8 A
VC + CAC	18,42 b	4,61 b	10 A
EC + CAC	19,98 b	4,31 b	8 A
B + CAC	16,78 b	3,43 c	5 B
VC + EC + B	22,98 a	4,90 a	8 A
VC + EC + B + CA	18,26 b	4,43 b	8 A
CV (%)	19,29	9,15	24,88

Vermicomposto (VC); Ecocitros (EC); Biocomposto (B); Casca de Arroz carbonizada (CAC). \*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade.



Tabela 6: As médias de área foliar, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea, em porta-enxertos de nogueira-pecã

Tratamento	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Massa fresca da parte aérea (g)	Massa seca da parte aérea (g)
VC	226,2 C	8,34 c	4,30 b
EC	432,4 A	13,86 a	7,62 a
B	186,4 C	3,76 d	3,22 b
VC + EC	290,2 B	9,82 b	3,64 b
VC + B	152,6 C	5,84 c	3,08 b
EC + B	320,4 B	7,68 c	4,02 b
VC + CAC	231,0 C	7,00 c	3,22 b
EC + CAC	268,2 C	6,70 c	3,68 b
B + CAC	171,8 C	3,24 d	1,88 b
VC + EC + B	193,2 C	6,42 c	3,24 b
VC + EC + B + CA	263,8 C	6,46 c	3,70 b
CV (%)	31,51	20,68	25,26

Vermicomposto (VC); Ecocitros (EC); Biocomposto (B); Casca de Arroz carbonizada (CAC). \*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade.

Tabela 7: As médias de comprimento de raiz primária, comprimento de raiz secundárias, massa fresca de raiz, massa seca de raiz, em porta-enxertos de nogueira-pecã.

Tratamento	Comprimento de raiz primária (cm)	Comprimento		
		da raiz secundárias (cm)	Massa fresca de raiz (g)	Massa seca de raiz (g)
VC	62,42 Ns	26,64 b	33,80 b	14,84 a
EC	50,89	37,32 a	46,16 a	16,84 a
B	54,56	35,12 a	27,82 b	8,12 b
VC + EC	46,39	33,02 a	32,00 b	17,58 a
VC + B	42,38	25,24 b	23,94 b	9,04 b
EC + B	58,43	26,96 b	43,70 a	14,78 a
VC + CAC	54,78	31,40 a	44,44 a	18,34 a
EC + CAC	52,52	28,20 b	37,74 a	15,86 a
B + CAC	51,52	23,52 b	20,46 b	7,16 b
VC + EC + B	56,14	28,02 b	34,50 b	12,04 a
VC + EC + B + CA	60,65	26,30 b	30,06 b	18,86 a
CV (%)	23,93	21,89	23,93	28,52

Vermicomposto (VC); Ecocitros (EC); Biocomposto (B); Casca de Arroz carbonizada (CAC). \*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade.

Tabela 8: As médias de Índice de qualidade de Dickson (IQD), em porta-enxertos de nogueira-pecã.

Tratamento	IQD
VC	4,32 a
EC	6,79 a
B	2,61 b
VC + EC	4,32 a
VC + B	2,23 b
EC + B	5,27 a
VC + CAC	4,26 a
EC + CAC	3,45 b
B + CAC	1,89 b
VC + EC + B	3,50 b
VC + EC + B + CAC	4,52 a
CV(%)	53,63

Vermicomposto (VC); Ecocitros (EC); Biocomposto (B); Casca de Arroz carbonizada (CAC). \*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, a 5% de probabilidade.

## 5. Considerações finais

A busca por alternativas que possam reduzir custos com a produção de mudas é necessária para a sustentabilidade econômica da produção de nogueira-pecã. O cultivo desta cultura trata-se de um investimento de longo prazo, intensificando a necessidade da produção de mudas de excelente qualidade, além do fato de ser o maior custo no momento da implantação do pomar.

Com os resultados obtidos neste trabalho foi possível observar que a melhorias na produção de mudas de porta-enxertos podem ser obtida com o uso de poda, recipientes, húmus líquido e substratos adequados à cultura. Entre as vantagens observadas do húmus líquido é a eficiência no crescimento de raízes secundárias de nogueira-pecã com a aplicação a cada sete dias.

Em relação às poda de raízes da nogueira-pecã observou-se que o sistema radicular quando não podado e cultivados em saco plástico desenvolvem maior raiz principal e parte aérea. A poda do sistema radicular da nogueira-pecã tanto em recipientes, como no solo promovem maior número de raízes secundárias, mas diminui a raiz principal das mudas. O fato de o recipiente afetar a produção de mudas, também foi constatado nesse estudo, pois as mudas produzidas em sacos plásticos apresentam enovelamento das raízes.

É importante ressaltar, que a escolha adequada do substrato interfere diretamente na produção de mudas e no desenvolvimento dos porta-enxertos. Assim, observou-se nesse trabalho que o uso de determinados substratos podem proporcionar melhores características para a produção de porta-enxertos.

Com a necessidade de conciliar questões econômicas e ecológicas, além da busca por mudas de qualidade, evidência a importância de que estudos com estratégias para promover o crescimento radicular e da parte aérea da nogueira-pecã. O avanço do conhecimento obtido com os resultados deste trabalho configura essencialmente uma oportunidade de consolidar novas práticas na produção de mudas, como uma resposta tecnológica para atender a cadeia produtiva e aumentar a rentabilidade econômica do pomar.

Ainda como sugestões para futuros trabalhos, sugiro experimentos com diferentes concentrações de húmus líquido no desenvolvimento de mudas de nogueira-pecã. A utilização de embalagens de maior volume, principalmente com maior profundidade. E a utilização de solo e fertilizantes na composição de substratos. Além de crer que tais experimento devam ser contínuos e acompanhados desde a fase de produção de mudas até o momento em que as plantas estejam em produção.

## 6 Referências

ARAÚJO NETO, S.E.D.; AZEVEDO, J.M.A.D.; GALVÃO, R.D.O.; OLIVEIRA, E. B.D.L.; FERREIRA, R.L.F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p. 1408-1413, 2009.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 1995. 451 p.

CARVALHO de C. et al. **Anuário brasileiro de horti&frut. 2020** – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. 96 p.

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

LEMUS, G. **El cultivo del Pecano (*Carya illinoensis*)**. Chile: Ministerio de Agricultura, 2004.

MARTINS, C.R.; FRONZA, D.; MALGARIM, M. B.; BILHARVA, M. G. MARCO, R. DE; HAMANN, J. J. **Cultura da noz-pecã para a agricultura familiar**. In: WOLFF, L. F.; MEDEIROS C. A. B. (Ed). Alternativas para a diversificação da agricultura familiar de base ecológica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017, 145p (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 443) p.65-68.

MARTINS, C. R.; CONTE, A.; FRONZA, D.; FILIPPINI ALBA, J. M.; HAMANN, J. J.; BILHARVA, M. G.; MALGARIM, M. B.; FARIAS, R. de M.; MARCO, R. de; REIS, T. S. **Situação e Perspectiva da Nogueira-pecã no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018, 33p (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 462).

MAYER, N.A.; UENO, B.; FELDBERG, N.P. **Produção de mudas de frutíferas de caroço em recipientes**. Embrapa Clima Temperado-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2014.

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

POLETTTO, T.; MUNIZ, M.F.B.; POLETTTO, I.; BAGGIOTTO, C. Dormancy overcome methods in seeds of pecan *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]. **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.6, p.1111-1118, 2015.

SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER J.E.; GONÇALVES, M. de M.; SCHIAVON, G.A., **Preparo e uso de húmus líquido: opção para adubação orgânica em hortaliças**. Comunicado Técnico, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 4 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 195).

SERRA, M. M.; AISSA, N. L.; SILVA, W. T. da. **Desenvolvimento de processo de extração de húmus líquido a partir de compostos agrícolas**. In: Jornada Científica – Embrapa São Carlos, 6, 2014, São Carlos, SP. 2014. p. 52.

SMITH A. F. **The Pecan: A Culinary History**. Prepared for the National Pecan Shellers Association Meeting Charleston, February 21, 2012.

SOUZA L.R.; PERES F. S.B. Uso de biofertilizantes à base de aminoácidos na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 87, p. 211-218, 2016.

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