



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL – UFFS**  
**CAMPUS CERRO LARGO**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**NEIVA BREMM**

**ALELOPATIA DE *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch NA  
GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Lactuca  
sativa* L.**

**CERRO LARGO - RS**

**2018**

**NEIVA BREMM**

**ALELOPATIA DE *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch NA GERMINAÇÃO E  
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof(a). Dr(a). Tatiane Chassot

Co-orientadora: Prof(a). Dr(a). Débora Leitzke Betemps

### **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Bremm, Neiva

ALELOPATIA DE *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch  
NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Lactuca*  
*sativa* L. / Neiva Bremm. -- 2018.

45 f.:il.

Orientador: Doutora Tatiane Chassot.

Co-orientador: Doutora Débora Leitzke Betemps.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Agronomia, Cerro Largo, RS , 2018.

1. Nogueira-pecã. 2. Alface. 3. Extratos brutos  
aquosos. 4. Resíduo vegetal. 5. Efeito alelopático. I.  
Chassot, Tatiane, orient. II. Betemps, Débora Leitzke,  
co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul.  
IV. Título.

NEIVA BREMM

**ALELOPATIA DE *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch NA GERMINAÇÃO E  
DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

01 / 11 / 2018

BANCA EXAMINADORA

Tatiane Chassot

Prof(a). Dr(a). Tatiane Chassot - UFFS

Orientadora

Débora L. Betemps

Prof(a). Dr(a). Débora Leitzke Betemps – UFFS

Co-orientadora

Juliane Ludwig

Prof(a). Dr(a). Juliane Ludwig - UFFS

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades. E por permitir que tudo isso acontecesse em minha vida.

Agradeço aos meus pais, Miguel Klein Bremm e Rita Bremm, pelo exemplo de caráter, apoio, incentivo durante toda minha vida e pela imensa ajuda durante a coleta dos materiais vegetais, que resultaram nos extratos utilizados neste trabalho, e a meu irmão, Nestor Bremm, pela companhia, apoio durante a caminhada da graduação e pela ajuda durante as avaliações deste e de outros trabalhos realizados.

Ao meu esposo, Paulo Fernando Welter Staudt, pela paciência, carinho e compreensão durante o período que estive ausente, e a minha filha, Isabela, que mesmo sem saber, me incentivou a continuar e mostrou-me que devo persistir mesmo nos momentos difíceis, pois no fim todo esforço vale a pena.

Aos familiares e amigos que de alguma forma me incentivaram a continuar.

Às professoras Tatiane Chassot e Débora Leitzke Betemps, quero agradecer imensamente pelos ensinamentos e conselhos que vou levar para o resto da minha vida, e também pela orientação, dedicação e empenho em me ajudar neste e em outros trabalhos realizados.

Quero agradecer também a professora Juliane Ludwig e ao professor Sidinei Zwick Radons, por sempre estarem disponíveis e atenciosos durante os momentos em que estive com dúvidas.

E este agradecimento se estende também a todos os professores que ao longo da minha caminhada acadêmica me fizeram aprender, e não somente me ensinaram, seus conselhos e exemplos para sempre vou levar, e lembrarei com carinho de todos.

À Universidade, seu corpo docente, direção e administração que permitiram o excelente funcionamento do curso, e desta forma consegui estudar e me formar, e consequentemente crescer como pessoa e profissional.

A todos o meu muito obrigada.

## RESUMO

Com o aumento do interesse no cultivo de *Carya illinoensis* (nogueira-pecã), tem-se notado a necessidade de verificar se extratos brutos aquosos (EBAs) provenientes de diferentes resíduos vegetais (RV) de noqueira-pecã possuem efeito alelopático sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface. Os RV foram coletados em fases fenológicas distintas desta frutífera, e correspondem aos seguintes materiais vegetais: restos de poda, folhas, epicarpo do fruto e mesocarpo do fruto. Separadamente para cada material vegetal, após a coleta do RV, o mesmo foi seco em estufa de ventilação forçada e posteriormente moído em moinho de facas para a obtenção do pó, que foi armazenado, separadamente, em vidros mantidos longe da luminosidade e em temperatura ambiente. Para a obtenção do EBA, prosseguiu-se da seguinte maneira, separadamente para cada RV, misturou-se por um min com o auxílio de um liquidificador, 10g de pó com 90 mL de água destilada, em seguida foram filtrados com gases para béqueres. O ensaio foi composto por cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais. Tratamentos utilizados: Testemunha (água destilada), EBA (10%) epicarpo do fruto, EBA (10%) mesocarpo do fruto, EBA (10%) restos de poda e EBA (10%) folhas. Os aquênios de alface da cultivar “Crespa Grand Rapis - TBR”, da linha de sementes sem defensivos, permaneceram previamente durante 3 dias a uma temperatura de 10°C para a superação de dormência. Cada unidade experimental foi composta por uma caixa do tipo gerbox, previamente desinfestada com hipoclorito de sódio a 1,05%, onde colocou-se em cada caixa duas folhas de papel germitest, em seguida adicionou-se 25 aquênios de alface, que previamente haviam sido mantidos em hipoclorito de sódio a 2 – 2,5% durante um minuto e posteriormente lavados em água destilada esterilizada. E sobre o papel germitest foi vertida a solução de cada tratamento, no volume correspondente a 2,5 vezes a massa do papel germitest. Posteriormente, foram incubadas em BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) com fotoperíodo de 12h e temperatura de 15°C, durante sete dias. Avaliou-se porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântulas, comprimento radicular, comprimento da parte aérea, e massa fresca total. O EBA (10%) epicarpo do fruto de noqueira-pecã apresentou os menores índices de germinação e desenvolvimento das plântulas, seguido pelo EBA (10%) folhas de noqueira-pecã. Conclui-se com o presente trabalho que EBAs de noqueira-pecã afetaram negativamente a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface.

Palavras-chave: Nogueira-pecã. Alface. Extratos brutos aquosos. Resíduo vegetal. Efeito alelopático.

## ABSTRACT

With increasing interest in the cultivation of *Carya illinoensis* (pecan), it has been noted the need to verify if aqueous raw extracts (EBAs) from different plant residues (RV) of pecan have allelopathic effect on germination and development of lettuce seedlings. The VR were collected in distinct phenological phases of this fruit, and correspond to the following plant materials: pruning remains, leaves, fruit epicarp and fruit mesocarp. Separately for each plant material, after collection of the RV, it was dried in a forced ventilation oven and then ground in a knife mill to obtain the powder, which was stored separately in glasses kept away from the light and at room temperature. To obtain the EBA, proceed as follows, separately for each RV, mixed with a blender, 10 g of powder with 90 ml of distilled water, then filtered with beaker glasses. The experiment consisted of five treatments and five replicates, totaling 25 experimental units. Treatments used: Witness (distilled water), EBA (10%) epicarpo of the fruit, EBA (10%) mesocarp of the fruit, EBA (10%) pruning remains and EBA (10%) leaves. The lettuce achenes of the cultivar "Crespa Grand Rapis - TBR", from the line of seeds without defensive, remained previously for 3 days at a temperature of 10 ° C to overcome dormancy. Each experimental unit was composed of a box of the gerbox type, previously disinfested with 1.05% sodium hypochlorite, where two sheets of germitest paper were placed in each box, followed by addition of 25 lettuce achenes, previously maintained in 2-2.5% sodium hypochlorite for one minute and then washed in sterile distilled water. And on the germitest paper was poured the solution of each treatment, in the volume corresponding to 2.5 times the mass of the germitest paper. Subsequently, they were incubated in BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) with photoperiod of 12h and temperature of 15 ° C, for seven days. Germination percentage, germination speed index, seedling length, root length, shoot length, and total fresh mass were evaluated. The EBA (10%) epicarp of the pecan fruit had the lowest germination and seedling development indexes, followed by EBA (10%) pecan leaves. It is concluded with the present work that walnut EBAs negatively affected the germination and development of lettuce seedlings.

Keywords: Pecan. Lettuce. Aqueous crude extracts. Plant residue. Allelopathic effect.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Germinação diária de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã.....	32
Figura 1 - Plântula anormal de alface apresentando necrose radicular submetida ao tratamento EBA (10%) epicarpo do fruto.....	34
Figura 2 - Plântula normal de alface apresentando ausência de necrose radicular submetida ao tratamento Testemunha.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média da porcentagem de germinação acumulada (% GA) até o 4° e 7° dia de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã. ....	30
Tabela 2 - Média do índice de velocidade de germinação (IVG) de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã. ....	31
Tabela 3 - Média da porcentagem de inibição de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã. ....	33
Tabela 4 - Média do número de plântulas anormais e média total da germinação de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã. ....	33
Tabela 5 - Média do comprimento das plântulas, radicular e da parte aérea de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã. ....	35
Tabela 6 - Média da Massa Fresca Total de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã. ....	36

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

g – gramas

mL – mililitros

mm – milímetros

## LISTA DE SIGLAS

BOD – *Biochemical Oxygen Demand*

DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado

EBA – extrato bruto aquoso

ILPF – Integração Lavoura, Pecuária e Floresta

IVG – Índice de Velocidade de Germinação

RAS – Regras para Análise de Sementes

RV – resíduos vegetais

SAF's – Sistemas Agroflorestais

TS – Tratamento de Sementes

% GA – porcentagem de germinação acumulada

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
2.1	METABOLISMO SECUNDÁRIO .....	14
2.2	ALELOPATIA.....	16
2.3	<i>Carya illinoensis</i> (WANGENH.) K. KOCH .....	19
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
3.1	LOCAL DA REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	26
3.2	MATERIAIS VEGETAIS .....	26
3.3	TRATAMENTOS.....	26
3.4	SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DA PLANTA TESTE.....	27
3.5	PREPARAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	27
3.6	AValiação.....	28
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>30</b>
4.1	PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO .....	30
4.2	ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG).....	31
4.3	PORCENTAGEM DE INIBIÇÃO .....	32
4.4	PLÂNTULAS ANORMAIS .....	33
4.5	COMPRIMENTO DAS PLÂNTULAS.....	35
4.6	MASSA FRESCA TOTAL .....	36
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo na noqueira-pecã teve a sua expansão nas décadas de 60 e 70 influenciado por incentivos fiscais que permitiam que projetos de florestamento e reflorestamento fossem realizados com espécies frutíferas exóticas e pela falsa propaganda de que esta espécie frutífera não necessitava de cuidados até o início de sua produção (FRONZA; HAMANN, 2016). Atualmente, têm-se observado um aumento no interesse do cultivo da espécie, impulsionados pelo crescente consumo de noz-pecã e benefícios para a saúde, sua aceitação em decorrência do sabor doce e crocante, alto preço pago pela amêndoa e comercialização segura e atrativa.

A noz-pecã (amêndoa) pode ser comercializada de várias formas como *in natura*, caramelada, em pasta, granulada, óleo gourmet e como torta (resíduo da extração do óleo). Esta frutífera se adapta a qualquer tipo de propriedade (grande, média ou pequena) e tipo de mecanização (toda manual, parte mecanizada ou totalmente mecanizada), permitindo a comercialização de outros produtos como a madeira e sendo muito indicada para Sistemas Agroflorestais (SAF's), Silvipastoris e Agrosilvipastoris (ILPF).

Por se tratar de uma espécie longeva e de clima temperado, apresenta como principais características a liberação de resíduos vegetais (RV) durante o ano e por um período muito longo de tempo, sendo estes: restos de galhos (poda de inverno), folhas (poda verde e senescência foliar antes do inverno), epicarpo do fruto e mesocarpo do fruto. Após a noqueira-pecã liberar os RV no meio, ocorre a decomposição e consequente liberação dos metabólitos secundários presentes. Estes, por sua vez, possuem a capacidade de interferir sobre a germinação e desenvolvimento de plantas adjacentes, as quais recebem os aleloquímicos liberados no meio, e estas interferências incluem efeitos tanto de inibição quanto de estimulação (RODRIGUES; RODRIGUES; REIS, 1992, p. 1).

A alelopatia é um ramo da ciência aplicada que estuda os vários processos primários que envolvem a produção de metabólitos secundários provenientes de plantas, algas, bactérias e fungos. Estes compostos secundários possuem efeito sobre o crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos e agronômicos, podendo apresentar influência em sua inibição ou em sua estimulação (BARATELLI, 2006). De posse do conhecimento que uma espécie é capaz de influenciar negativamente o desenvolvimento de outra, é possível e necessário dar um destino correto para os RV da planta causadora dos efeitos alelopáticos e manter, com esta planta, somente espécies que sejam tolerantes ou insensíveis aos seus metabólitos secundários produzidos.

A hipótese de que resíduos de noqueira-pecã apresentam efeito negativo para outras plantas, foi formulada após a observação e relatos de um possível efeito alelopático dos RV de noqueira-pecã sobre plantas de acerola as quais apresentaram folhas amareladas, aumento de presença de manchas foliares e redução na floração e conseqüente redução da produção de frutas. Devido a isto, o objetivo proposto neste trabalho foi a verificação se extratos brutos aquosos (EBAs) proveniente de diferentes RV de noqueira-pecã possuem efeito alelopático sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 METABOLISMO SECUNDÁRIO

O “metabolismo” é o nome dado ao conjunto de reações químicas que ocorrem continuamente em cada célula, “rotas metabólicas” é a presença de enzimas específicas que garantem uma certa direção para estas reações, e “metabólitos” são os compostos químicos formados, degradados ou transformados a partir destas reações. O metabolismo é dividido em dois tipos: primário e secundário (SIMÕES et al., 2010, p. 403).

Os metabólitos primários são compostos orgânicos encontrados em todas as plantas e que possuem função direta no seu crescimento e desenvolvimento, como por exemplo, carboidratos, proteínas, ácidos nucleicos e lipídios. Já os metabólitos secundários (produtos secundários) são compostos orgânicos formados a partir dos metabólitos primários, contudo, os metabólitos secundários não possuem função direta sobre os vegetais e certos metabólicos (compostos) são restritos a uma espécie vegetal ou a um grupo de espécies relacionadas (TAIZ; ZEIGER, 2013, p. 370). Contudo, mesmo que os metabólitos sejam classificados separados, as suas reações bioquímicas não ocorrem independentemente dentro da célula vegetal, pois a linha divisória entre estes dois metabolismos não é nítida, devido ao fato de que alterações no metabolismo primário afetam profundamente o secundário, visto que sequências de reações análogas ao metabolismo primário formam muitos metabólitos secundários. Porém, metabólitos secundários não afetam a produção de metabólitos primários, exceto em alguns casos onde foram descritos a conversão de metabólitos secundários em primários (SIMÕES et al., 2010, p. 411).

O metabolismo primário e secundário deve ser considerado como um todo na produção dos seus respectivos metabólitos. Contudo, salientam que a divisão dos metabólitos deve ser vista como o agrupamento de compostos que apresentem determinadas características semelhantes (CASTRO et al., 2004, p. 9). As rotas metabólicas estão sob o controle da constituição genética (genes) da planta produtora, e as rotas que produzem os compostos secundários são estimuladas durante estágios particulares de desenvolvimento (ontogenia), durante períodos de estresse (em determinadas condições ecológicas ou ambientais) (CASTRO et al., 2004, p. 10; SIMÕES et al., 2010, p. 410).

Todas as plantas produzem metabólitos secundários, e que estes variam em quantidade e qualidade de uma espécie para outra, e até mesmo na quantidade do metabólito de um local ou ciclo de cultivo para outro, pois muitos deles têm sua síntese desencadeada por eventuais



alterações a que os vegetais são expostos (FERREIRA; AQUILA, 2000). Outros autores ainda afirmam que os metabólitos secundários são mais específicos de um grupo de plantas ou de somente uma espécie (CASTRO et al., 2004, p. 14; NOVAES, 2011; TAIZ; ZEIGER, 2013, p. 370).

Apesar de qualquer tecido ou célula vegetal ser capaz de biossintetizar estes compostos secundários, isso somente ocorre em tecidos ou células com alto grau de diferenciação e desenvolvimento. Estes produtos são acumulados em alguns órgãos ou em toda planta (SIMÕES et al., 2010, p. 410). Os principais precursores dos compostos secundários são o ácido chiquímico (precursor de diversos compostos aromáticos), o acetato (precursor de prostaglandinas, isoprenos, polifenóis, ácidos graxos, entre outros compostos) e aminoácidos (biossíntese de alcaloides) (CASTRO et al., 2004, p. 10).

Os metabólitos secundários podem ser divididos em três grupos quimicamente distintos: terpenos, compostos fenólicos e compostos alcaloides ou nitrogenados (TAIZ; ZEIGER, 2013, p. 370). Os terpenos, também chamados de isoprenos, são provenientes do acetato, os compostos fenólicos provêm do acetato e do ácido chiquímico, sendo a 40% e 60%, respectivamente, a sua produção por estas vias, e os compostos nitrogenados são sintetizados a partir de aminoácidos (CASTRO et al., 2004, p. 44; TAIZ; ZEIGER, 2013, p. 381).

Os terpenos constituem a maior classe de metabólitos secundários e, geralmente, são insolúveis em água. Alguns terpenos possuem funções de crescimento e desenvolvimento das plantas, como por exemplo, os hormônios vegetais giberelina (um diterpeno), brassinosteróide (origina-se de triterpeno) e ácido abscísico (terpeno) atuam sobre o crescimento vegetal, e os esteróis (derivados de triterpenos) são constituintes das membranas celulares. Entretanto, na sua maioria, os terpenos são responsáveis pela defesa vegetal contra o ataque de herbívoros, os mais conhecidos são o piretroide (éster de monoterpene) encontrado em folhas e flores de espécies de *Chrysanthemum* e a azadiractina (terpeno não volátil) obtido a partir da espécie arbórea *Azadirachta indica*, conhecida como “neem” (TAIZ; ZEIGER, 2013, p. 370-373).

Os compostos fenólicos são um grupo quimicamente heterogêneo, e devido a isso, apresentam uma grande diversidade de funções nos vegetais, das quais podemos citar: defesa contra herbívoros e patógenos (lignina, isoflavonas e taninos), atrativa para polinizadores e dispersores de sementes (antocianinas), proteção contra a radiação ultravioleta (flavonas e flavonóis), suporte mecânico (lignina) e inibidor da germinação e redutor do crescimento de plantas competidoras adjacentes (ácido cafeico e ácido ferúlico) (TAIZ; ZEIGER, 2013, p. 374-381).

Os compostos nitrogenados, como o próprio nome já menciona, possuem em sua estrutura nitrogênio. Este grupo químico é composto por alcaloides, glicosídeos cianogênicos, glucosinolatos e aminoácidos não proteicos. Sua principal função nos vegetais é a defesa contra a herbivoria, e para os seres humanos podem ser usados como remédios (estimulantes ou sedativos) e em doses maiores podem ser tóxicos para os humanos e também para os animais (TAIZ; ZEIGER, 2013, p. 381-386).

As funções ecológicas do metabolismo secundário para as plantas são basicamente três, os quais são: proteção das plantas contra herbívoros e microrganismos patogênicos; atuação como atrativo (odor, sabor ou cor) para os polinizadores e dispersores de sementes; e como agentes de competição planta-planta e nas simbioses plantas-microrganismos (TAIZ; ZEIGER, 2013, p. 370). Além desta função ambiental, os metabólitos secundários apresentam grande importância para outras áreas, como para a medicina na formulação de novos remédios, para a estética com surgimento de novos cosméticos, no setor alimentício com a fabricação de aromatizantes, e podemos destacar com grande importância para a agricultura, pois neste setor se tem pesquisas direcionadas a formulação de agroquímicos e na utilização destes compostos naturais na Agroecologia (PINTO et al., 2002).

O metabolismo secundário produz metabólitos secundários que exercem diversas funções nas plantas. Todavia, alguns destes compostos químicos possuem a capacidade de causar mudanças (positivas ou negativas) na germinação e desenvolvimento de plantas adjacentes quando a planta produtora (ou doadora) produz e libera no meio tais substâncias. A estas substâncias dá-se o nome de aleloquímicos. Tal característica permite que a planta doadora tenha melhores condições de competir pelos recursos disponíveis e ter maior chance de desenvolver-se, ou seja, é uma forma de evolução vegetal para garantir a perpetuação da espécie em um ambiente desfavorável, e a esse fenômeno é dá-se o nome de alelopatia (PINTO et al., 2002).

## 2.2 ALELOPATIA

Desde a antiguidade se conhece o fato de que algumas espécies de plantas teriam a capacidade de prejudicar o crescimento de outras que se encontravam em sua proximidade, mas não se sabia como explicar tal fenômeno e, durante muito tempo, foi considerado um fenômeno inexplicável da natureza (RODRIGUES; RODRIGUES; REIS, 1992, p. 1).

Somente na década de 1930, o termo alelopatia foi cunhado para explicar o fenômeno de interações químicas que ocorrem nas comunidades de plantas (RODRIGUES;

RODRIGUES; REIS, 1992, p. 1). O termo alelopatia deriva do latim, onde *allelon* = mútuo, de um para o outro e *pathos* = prejuízo, refere-se basicamente à inibição química de uma espécie sobre outra (BARATELLI, 2006). E o mesmo autor, afirma que

[...] a alelopatia pode ser definida como a ciência que estuda os processos envolvendo metabólitos secundários produzidos por plantas, algas, bactérias e fungos que têm influência sobre o crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos incluindo efeitos tanto de inibição quanto de estimulação. (BARATELLI, 2006, p. 20).

O conceito mais abrangente é proposto pela International Allelopathy Society (1996), na qual a alelopatia refere-se ao impacto da produção de aleloquímicos por plantas (e também por microrganismos) que possuem a capacidade de estimular ou inibir o crescimento de outras plantas e microrganismos. O conceito mais restrito do termo alelopatia é o qual somente trata-se de aleloquímicos capazes de causar efeitos negativos diretos ou indiretos de uma planta sobre outra e, neste caso, o composto também pode ser chamado de fitotoxina (RODRIGUES; RODRIGUES; REIS, 1992, p. 1). A alelopatia pode ser observada entre todos os organismos, mas é nas plantas que é encontrada normalmente e de forma mais evidente (ALMEIDA, 1991).

Embora a alelopatia tenha escopo amplo, as investigações científicas se concentram “[...] principalmente nas interações entre espécies vegetais cultivadas e na prospecção de novas moléculas com propriedades herbicidas”, assim, como a produção de metabólitos secundários são características desenvolvidas pelas plantas ao longo do seu melhoramento genético, a liberação destas substâncias químicas no meio pode determinar à área, um modelo de sucessão condicionado às plantas pré-existentes (FERREIRA; AQUILA, 2000). Somente se instalará e desenvolverá nesta área, espécies resistentes ou insensíveis a estes aleloquímicos liberados no ambiente. Deste modo, a ocupação prévia da área pode ter significativa influência sobre os cultivos que estão sendo instalados, e por isso deve ser levado em consideração para o manejo agrícola, florestal e na horticultura (FERREIRA; AQUILA, 2000; CARMO; BORGES; TAKAKI, 2007).

As substâncias alelopáticas são normalmente liberadas por exsudatos radiculares, por volatilização (compostos voláteis), por lixiviação (através do orvalho e da chuva) e pela decomposição dos materiais vegetais (ALMEIDA, 1991; RODRIGUES; RODRIGUES; REIS, 1992, p. 2). Quando tais compostos atingem a concentração necessária no solo para causar algum efeito, eles podem influenciar no desenvolvimento dos microrganismos e das plantas que se encontram neste local (ALMEIDA, 1991). De acordo com Mendonça (2008),

os compostos que causam efeito alelopático raramente são resultantes “[...] de uma única substância, sendo mais comum o efeito sinérgico, ou seja, um conjunto de substâncias apresentando atividade.”, e um mesmo composto ser capaz de “[...] influenciar várias funções biológicas e a mesma função poder ser influenciada por mais de um composto.”.

A alelopatia apresenta um aspecto interessante que merece ser destacada, a capacidade de uma planta produzir substâncias tóxicas capazes de inibir a germinação e o desenvolvimento de plantas de outras espécies (interespecífica) e também como da mesma espécie (intraespecífica), e a estes dois tipos de alelopatia se dão os nomes de heterotoxicidade quando é interespecífica e autotoxicidade quando é intraespecífica (REZENDE et al., 2003; RODRIGUES; RODRIGUES; REIS, 1992, p. 6).

Geralmente, o modo de ação dos aleloquímicos nos vegetais resulta na interferência de atividades vitais para a planta, como na fotossíntese (em função da alteração da taxa fotossintética, inibição da fotossíntese, alteração no fechamento estomático, redução do conteúdo de clorofila nas folhas), na respiração (levando a alterações na taxa respiratória, inibição da absorção de O<sub>2</sub>, alteração na produção de ATP, inibição da fosforilação oxidativa), na inibição na absorção de nutrientes, na redução do potencial de água na planta, na alteração da permeabilidade da membrana plasmática e no desenvolvimento da planta (devido à alteração na divisão e alongamento celular, mudança no balanço hormonal, alteração na atividade enzimática e inibição da síntese de proteínas) (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

Existe uma distinção bem simples entre alelopatia e competição, onde a alelopatia é responsável pela adição de um fator ao meio (aleloquímicos) enquanto que a competição consiste em reduzir ou remover do ambiente um fator de crescimento necessário a ambas às plantas (luz, água, nutrientes, espaço, etc.) (Zanine; Santos, 2004). Ensaios realizados em laboratório e/ou casa de vegetação podem resultar em efeitos distintos dos encontrados no ambiente, pois não se conhece todos os processos e variáveis envolvidas, visto que competição e alelopatia poderiam operar simultaneamente ou em sequência na natureza e seria difícil, e em alguns casos impossíveis, distinguir o que é efeito da alelopatia ou da competição ou o que é resultado de uma relação dos dois processos juntos (DAKSHINI et al., 1999).

Para uma espécie ser considerada como planta teste (bioindicadora) em ensaios com possíveis substâncias alelopáticas (aleloquímicos), devem apresentar as seguintes características: germinação rápida e uniforme e grau de sensibilidade que permita expressar os resultados sob baixas concentrações das substâncias alelopáticas (CARVALHO et al., 2014).

As espécies mais utilizadas nestes tipos de biotestes são: *Lactuca sativa* L. (alface) e *Lycopersicon esculentum* Miller (tomate), pois são as espécies que apresentam maior sensibilidade, se comparada com outras plantas, pois a resistência ou tolerância aos aleloquímicos é mais ou menos específica (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Extraiu-se a toxina juglona das raízes e casca da *Juglans nigra* L. (nogueira-preta) e esta substância inibiu o desenvolvimento do tomateiro, o qual apresentou extrema sensibilidade à mesma (DELACHIAVE; RODRIGUES; ONO, 1999). Juglona é uma naftoquinona solúvel em água de cor vermelha acastanhada e na concentração de 0,002% pode causar a inibição total da germinação de espécies sensíveis a este composto (CODER, 2017; SAMPIETRO, 2017). Outros efeitos de toxicidade que podem ocorrer por este aleloquímico incluem a interferência no crescimento, no conteúdo de clorofila, na fotossíntese e na respiração das plantas sensíveis (BÖHM, 2009).

Na planta produtora o composto juglona não é tóxico, pois se encontra na forma reduzida de hidrojugalona (composto incolor) que em contato com oxigênio, oxida-se e forma a juglona que passa a apresentar uma coloração marrom-escura e efeito tóxico, servindo assim de mecanismo de defesa vegetal após sofrer uma injúria (BÖHM, 2009; CODER, 2017). O composto juglona é produzido por todas as partes vegetais das nogueiras, todavia, sua produção varia de acordo com a espécie e com o material vegetal que se utiliza, por exemplo, o epicarpo do fruto de *Juglans nigra* L. considera-se que possui potencial de 100% de juglona, enquanto que para *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch é de apenas 34%, considerando a mesma parte vegetal (APPLETON; BERRIER, 2015; CODER, 2017).

### 2.3 *Carya illinoensis* (WANGENH.) K. KOCH

A família Juglandaceae compreende doze gêneros (*Alfaroa*, *Carya*, *Cyclocarya*, *Engelhardia*, *Engelhardtia*, *Hicoria*, *Hicorius*, *Juglans*, *Oreomunnea*, *Platycarya*, *Pterocarya* e *Rhoiptelea*) e 89 espécies com o nome aceito, sendo que o gênero *Carya* apresenta 27 espécies com o nome aceito (THE PLANT LIST, 2017). Segundo Marchiori (1997 apud LAZAROTTO, 2013), de todos os gêneros presentes nesta família, os gêneros *Carya* e *Juglans* são os mais conhecidos no sul do Brasil, devido a sua produção de nozes comestíveis e de sua valiosa madeira.

A espécie *Carya illinoensis* cresce desde o período Cenozóico em uma vasta área dos Estados Unidos e do México. É originária de matas em margens de rios, a partir de Nebraska e Iowa, nos Estados Unidos, até Oaxaca, no Sul do México (FILIPPIN, 2011;

ORTIZ, 2000). É nativa de terras baixas, mas os cultivos comerciais adaptaram-se bem em locais com altitude superiores a 2.000 metros (FRONZA; POLETTTO; HAMANN, 2015, p. 8).

O nome *Carya illinoensis* tem origem do grego antigo (“*Carya*” tem origem na palavra “karyon” que significa “noz”) e do latim (“*illinoensis*” provém de uma tribo indígena chamada Illinois que ocupava a região onde esta frutífera crescia naturalmente) (FRONZA; POLETTTO; HAMANN, 2015, p. 8). Esta espécie é conhecida popularmente como: noqueira-pecã, noz-pecã, noqueira-pecan, noz-pecan, noqueira-americana, noqueira. Em espanhol é pecan, nuez Pecan (VIDAL; PINTOS, 2013). E em inglês é pecan nut, pecan (PORTO et al., 2013).

O nome “pecã” é derivado da palavra indígena “*pacaan*” que significa “todas as nozes que requerem uma pedra para quebrar” (VENKATACHALAM, 2004). As tribos nativas dos Estados Unidos e do México a utilizavam como sua principal fonte de alimento durante o outono. Este fruto era utilizado como alimento “*in natura*” e como ingrediente de bolos com cereais, bebidas, sopas e outros pratos, e também preparavam uma bebida intoxicada chamada “*Powcohicora*” que era utilizada nos festivais tribais, esta era produzida a partir da fermentação de nozes amassadas com pedras diluídas em água (FRONZA; POLETTTO; HAMANN, 2015, p. 8; VENKATACHALAM, 2004).

A introdução da noqueira-pecã no Brasil ocorreu por volta de 1870, por pioneiros da imigração norte-americana, entre eles os senhores Ezekiel Pyles e Mac Intyre, que se estabeleceram no município de Santa Barbara D’Oeste localizado no estado de São Paulo (FRONZA; POLETTTO; HAMANN, 2015, p. 9). Contudo, não visavam uma produção comercial, somente para seu consumo próprio, pois a noz-pecã era um ingrediente típico de suas receitas (ORTIZ, 2000).

No Rio Grande do Sul, foi introduzido em 1943 no município de Anta Gorda pelo primeiro prefeito da localidade que havia comprado quatro mudas de noqueira-pecã de um viveirista de São Paulo, e as mudas eram provenientes de Kentucky (Estados Unidos da América – EUA) (FRONZA; POLETTTO; HAMANN, 2015, p. 9-10).

Nas décadas de 60 e 70, houve uma rápida expansão da pecanicultura na implantação de pomares, devido a incentivos fiscais, pela lei 5.106/66, regulada pelo Decreto 59.615/66 que permitiu que projetos de reflorestamento e florestamento utilizassem algumas espécies frutíferas mesmo que não fossem nativas, como a noqueira-pecã (FRONZA; POLETTTO; HAMANN, 2015, p. 10; ORTIZ, 2000). Todavia, era tido que estes pomares de noqueira-pecã seriam uma forma de investimento de médio ao longo prazo, e que não seria necessário o seu manejo e cuidado do pomar nos seus primeiros anos, quando as plantas ainda não produziam

frutos. E este pensamento levou vários pomares ao abandono, e conseqüentemente à perda do investimento, pois esta espécie é muito frágil quando jovem e necessita continuamente de manejo, e somado a isso, a ocorrência de doenças e a falta de pesquisas levaram ao desestímulo da produção.

Todavia, nos últimos anos, devido ao crescimento do consumo de noz-pecã (estimulada por múltiplas veiculações na imprensa dos benefícios de seu consumo à saúde) e ao alto preço pago pela noz, muitos pomares que estavam abandonados estão sendo recuperados, outros pomares estão sendo expandidos e alguns implantados, devido à possibilidade de ótima fonte de renda (comercialização segura e atrativa), e esta intensificação ocorreu mais nos três estados do sul do Brasil, principalmente no Rio Grande do Sul (FRONZA; POLETTTO; HAMANN, 2015, p. 11; ORTIZ, 2000).

A noqueira-pecã é uma arbórea muito longeva, podendo superar os 200 anos. É uma espécie que pode atingir grande porte, sendo que sua altura pode superar os 40 metros, 40 metros de diâmetro de copa e circunferência do tronco de 20 metros (mais de seis metros de diâmetro de tronco) (ORO, 2007). É uma arbórea nativa de clima temperado, devido a isso apresenta a característica de desfolha durante o inverno e necessita superação de dormência para que ocorra a brotação das gemas durante o início da primavera. A intensidade de horas de frio varia de acordo com a cultivar utilizada, algumas necessitam menos de 300 horas de frio (cultivares Wichita, Pawnee, Western, Frutoso e Shoshoni) enquanto outras precisam de mais de 600 horas de frio (cultivares Stuart, Peruque, Mahan e Desirable Cowley) (FRONZA; POLETTTO; HAMANN, 2015, p. 41).

Apresenta folhas simples quando as mudas são provenientes de propagação sexuada e ainda são jovens (até a quinta, sexta folha) e as primeiras folhas emitidas após a brotação de primavera. Contudo, a folha definitiva desta espécie é composta e imparipinada com 9 a 17 folíolos, de margem serrilhada, e seu comprimento varia de 10 a 50 centímetros (FRONZA; POLETTTO; HAMANN, 2015, p. 23). A planta começa a produzir frutos a partir do 4º a 7º ano de idade em mudas enxertadas, e as mudas enxertadas utilizadas para a implantação do pomar possuem, normalmente, dois anos de idade. Para mudas de pés francos, a produção começa a ocorrer após 10 a 14 anos de idade.

A noqueira-pecã é uma planta monoica-díclina, ou seja, apresenta flores masculinas e femininas separadas na mesma planta (FRONZA; POLETTTO; HAMANN, 2015, p. 24-25). As flores masculinas são formadas nos galhos de anos anteriores (ramos com brotações formadas a mais de um ano) e as flores femininas nos galhos do ano (ramos com brotações formadas no ano, formando-se e florescendo durante a primavera), devido a isso não se

recomenda realizar podas muito drásticas, pois não se terá a produção de amentilhos (flores masculinas).

As cultivares são classificadas como protândricas (Grupo I) e protogínicas (Grupo II). O Grupo I são as cultivares em que o órgão masculino (amentilhos) amadurece e libera os grãos de pólen antes do estigma da flor feminina estar receptivo, e o Grupo II são as cultivares em que o estigma da flor feminina está receptivo e os amentilhos (flores masculinas) ainda estão imaturos e não liberam os grãos de pólen. Devido a isso, se recomenda a utilização de, pelo menos, duas cultivares diferentes que possuem a coincidência de uma liberar o pólen enquanto a outra apresenta receptividade do estigma. Todavia, existem cultivares em que estes períodos coincidem, como o caso da cultivar Barton. Contudo, para evitar a endogamia (frutos menores, sementes com baixo vigor e rendimento) é aconselhável utilizar mais cultivares. A polinização é anemófila, ou seja, realizada pelo vento, e esta é eficiente até uma distância de 50 metros (FRONZA; POLETTTO; HAMANN, 2015, p. 30).

O fruto é classificado como uma drupa, um fruto seco. O fruto é protegido externamente pelo epicarpo, uma cápsula esverdeada e carnosa, que se abre em quatro partes e deixa a noz cair quando está madura (FRONZA; POLETTTO; HAMANN, 2015, p. 27). A casca de coloração castanho-acinzentada com listras negras que a noz apresenta é chamada de mesocarpo, e no interior da noz se encontra o endosperma (parte comestível).

O rendimento da amêndoa da noqueira-pecã varia de acordo com as cultivares que se utiliza, sendo de 47,36% para a cultivar Moneymaker e 57,12% para a cultivar Mahan, e a porcentagem restante representa a produção de casca (mesocarpo) (FRONZA; POLETTTO; HAMANN, 2015, p. 55).

Em pomares onde o produtor realiza a colheita e posterior venda das nozes diretamente ao consumidor final, geralmente ocorre um período pós-colheita em que as nozes são mantidas por 3 a 4 semanas acondicionadas dentro de sacos de estopa em locais ventilados e na sombra para a redução da umidade da noz, pois se consumida antes deste processo de “secagem” a amêndoa possui gosto adstringente, devido à presença de taninos. E após este período, as nozes podem ser comercializadas com ou sem casca.

Quando a venda ocorre diretamente para a indústria, não tem se este processo de secagem das nozes que o produtor realiza, simplesmente são colocadas dentro de sacos e levadas até a indústria, e lá passam por várias etapas de processamento. A primeira etapa é a lavagem inicial das nozes com água fria para remover solo, material orgânico e outras impurezas, e em seguida passam por uma peneira para a realização da primeira separação das nozes inteiras pelo seu tamanho. As nozes passam novamente por uma lavagem com água



aquecida a 80°C por 5 minutos, para a inativação de enzimas e eliminação de microrganismos. Após esta etapa, as nozes são descascadas e as amêndoas são separadas por tamanho por meio de peneiras. Em seguida, é realizada a secagem, na qual as nozes são submetidas a uma temperatura máxima de 40°C, e a umidade final deve atingir no máximo 4%. Depois são novamente separadas por tamanho e também classificadas, sendo selecionadas manualmente por tamanho e descartadas as nozes que estão fora dos padrões de qualidade. E a última etapa do processamento é a embalagem (ORO, 2007).

Comparadas com a carne, as nozes possuem muito menos gordura saturada e são mais ricas em micronutrientes. Também são boas fontes de antioxidantes, ricas em ácido fólico, selênio, vitamina B6 e vitamina E. As principais doenças que seu consumo diário previne são: doenças cardiovasculares, diminuição do colesterol, diabete e prevenção de diversos tipos de câncer (ORTIZ, 2000). Além de melhorar o funcionamento intestinal, cerebral, pulmonar e de outros órgãos (COSTA, 2011).

Devido ao sabor doce e crocante que as nozes apresentam são muito utilizadas em vários produtos alimentícios de confeitarias, padarias, assim como ingrediente de saladas, bolos, tortas, bolachas, sobremesas, salgadinhos, entre outros pratos. A noz-pecã é comercializada na forma *in natura*, caramelada, em pasta, granulada, óleo culinário (gourmet) e na forma de torta (resíduo obtido a partir da extração do óleo), contudo, o óleo é destinado à exportação para os países europeus, pois no Brasil ele não é muito apreciado. O beneficiamento das nozes ocorre nos estados do Rio Grande do Sul e de São Paulo (SALVADOR, 2014).

O estado do Rio Grande do Sul possui o maior pomar da América Latina de *Carya illinoensis*. E estes pomares são destinados à produção de amêndoas, e no final de sua produção, quando ocorre à perda da produtividade, são derrubadas e usadas como lenha. A madeira densa desta espécie pode ser usada também para cabo de ferramentas, manivelas de instrumentos e assoalhos. Já a madeira menos densa é usada na fabricação de pallets e os troncos com melhor qualidade são usados na fabricação de folheado para mobília e painéis decorativos (GATTO et al., 2008).

A noqueira-pecã é uma espécie que pode ser muito bem utilizada em sistemas agroflorestais, pois produz frutos e madeira de ótima qualidade (FILIPPIN, 2011). Também pode ser utilizada em sistemas silvipastoris e/ou em sistemas agrosilvipastoris (ILPF – Integração Lavoura, Pecuária e Floresta), pois este componente arbóreo nos primeiros anos de implantação do pomar não produz frutos, mas aceita muito bem consórcio com animais e com outras espécies vegetais, pois durante o verão fornece sombra (conforto térmico) aos animais

e durante o inverno perde suas folhas, o que permite maior insolação e crescimento mais rápido do pasto. E quando a noqueira-pecã começa a produzir frutos, os animais só devem ser retirados do pomar nos meses de colheita do fruto (geralmente a colheita dos frutos ocorre nos meses de março a maio, dependendo do local e da cultivar utilizada), pois os animais podem consumir os frutos ou danificar os mesmos que estão sobre o solo. Além disso, a noqueira-pecã também é utilizada na arborização de parques e praças (Backes e Irgang (2004 apud BOSCARDIN; COSTA, 2018).

Esta frutífera se adapta bem para pequenas propriedades com pomares de 3 a 50 árvores e também para grandes propriedades com pomares que possuem mais de 20.000 árvores (ORTIZ, 2000). Outra vantagem desta arbórea é que ela pode ser cultivada com qualquer nível de mecanização, sendo muito indicada para a agricultura familiar, pois possibilita a diversificação de culturas produzidas na propriedade rural e aumento da fonte de renda, pois o consumo nacional de nozes consegue absorver toda a produção.

O Brasil ainda necessita importar cerca de 80% de nozes para o seu abastecimento interno (TRATSCH, 2017). E durante o ano de 2017, de acordo com dados pessoais, o quilograma da noz descascada foi comercializado de 35 a 40 reais (comercializado para confeitarias e/ou padarias), enquanto que o quilograma da noz com casca era comercializado de 10 a 13 reais para o consumidor final.

Apesar de esta espécie arbórea apresentar muitas vantagens para sua implantação e produção, também apresenta desvantagens. Pertencente à mesma família da noqueira-preta, que é muito conhecida por apresentar alta capacidade liberação de aleloquímicos capazes de causar efeitos alelopáticos a outras espécies vegetais que vivem em seu entorno, a noqueira-pecã também afeta negativamente outras espécies.

Por se tratar de uma espécie caducifólia, após a senescência de suas folhas, as mesmas são liberadas ao meio, e se possuem a capacidade de liberar aleloquímicos podem afetar o crescimento e/ou desenvolvimento de forrageiras e/ou culturas que são cultivadas em seu entorno. Os resíduos dos frutos, epicarpo e mesocarpo, e das podas de inverno e de verão (poda verde) quando alocados em locais impróprios também podem causar alterações no crescimento e/ou desenvolvimento das plantas. E pode-se dar principal importância para o epicarpo do fruto (devido ao fruto ser deiscente) e as folhas senescentes, pois ambos os RV são os que mais ficam depositados sobre o solo do pomar e por estarem presentes em maior concentração, podem levar ao longo dos anos a diminuição da produtividade da pastagem e/ou de outra espécie vegetal, caso sejam sensíveis a estes compostos que potencialmente

podem ser liberados pelos RV da nogueira-pecã, visto que esta espécie libera anualmente estes RV e sua longevidade pode superar 200 anos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL DA REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Os materiais vegetais de noqueira-pecã foram coletados em um pomar comercial localizado na comunidade de Povoado Planalto, interior do município de São Paulo das Missões/RS. O pomar comercial se localiza na seguinte coordenada geográfica: -27.970232°, -55.048229°. O ensaio foi realizado no Laboratório de Fitossanidade da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus Cerro Largo*. O experimento ocorreu durante o período de 2017 a 2018.

#### 3.2 MATERIAIS VEGETAIS

Os materiais vegetais foram coletados durante as fases fenológicas da frutífera, a citar: restos de galhos e gemas inchadas (poda de inverno ou poda de produção), folhas (poda verde e senescência foliar antes do inverno), epicarpo do fruto (maturação fisiológica do fruto) e mesocarpo do fruto (maturação comercial do fruto). Os restos de galhos e gemas inchadas foram coletados durante o mês de setembro de 2017, as folhas durante o mês de novembro de 2017, o epicarpo do fruto durante o mês de março de 2018, e o mesocarpo do fruto durante os meses de maio/ junho de 2017.

Em seguida, os materiais coletados passaram pelo método convencional de secagem utilizando estufa de ventilação forçada. Evangelista et al. (2005) propôs uma metodologia para a determinação convencional de matéria seca, e esta foi utilizada neste trabalho com algumas modificações. Para a determinação da matéria seca, os materiais vegetais foram acondicionados em sacos de papel pardo e levados à estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 50 °C por 72 h e até adquirirem massa constante. Depois da secagem, foram moídos em um moinho de facas, passando primeiramente pela peneira mais grossa de 3 mm e posteriormente foram novamente moídos, mas desta vez passando pela peneira mais fina de 1 mm. No final das moagens se obteve o pó de cada material vegetal, e em seguida, foram envasados separadamente em vidros envolto por papel alumínio e posteriormente armazenado em um local sem luminosidade e em temperatura ambiente até o período de utilização.

#### 3.3 TRATAMENTOS

Os EBAs a 10% de cada parte da planta foram feitos da seguinte maneira: separadamente para cada RV, pegou-se 10g do pó correspondente a cada parte da planta e adicionou-se 90 mL de água destilada, e realizou-se a sua homogeneização com o auxílio de um liquidificador por um período de um minuto, e em seguida foram filtrados com o auxílio de gases em béqueres. Os tratamentos utilizados neste experimento foram os seguintes: Testemunha (água destilada); EBA (10%) epicarpo do fruto; EBA (10%) mesocarpo do fruto; EBA (10%) restos de poda; EBA (10%) folhas.

### 3.4 SUPERACÃO DE DORMÊNCIA DA PLANTA TESTE

Sementes de alface cultivar “Crespa Grand Rapids - TBR”, da empresa ISLA, da linha de sementes sem defensivos, foram utilizadas como planta teste, sendo todas do mesmo lote. A superação da dormência da alface (*Lactuca sativa*) foi realizada de acordo com as recomendações do manual de Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Para esta espécie, é recomendado que durante três dias, antes da realização do teste, as sementes sejam mantidas em temperatura de 10°C.

### 3.5 PREPARAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi composto por 5 tratamentos e 5 repetições, totalizando 25 caixas do tipo gerbox. No interior de cada caixa foram acondicionados 25 sementes de alface, e no total deste experimento foram utilizadas 625 sementes. O delineamento experimental utilizado foi o DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado).

Após a superação de dormência das sementes da planta teste, estas passaram por uma assepsia superficial, conforme proposta por Sottero et al. (2006), onde foram mantidas por um minuto em hipoclorito de sódio a 2% - 2,5%, e posteriormente lavadas em água destilada esterilizada.

As caixas plásticas do tipo gerbox foram previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio a 1,05%, conforme proposto por Henning (1994). Em cada caixa foram colocadas duas folhas de papel germitest, em seguida foram acondicionadas as sementes de alface sobre o papel e, sobre o qual foi vertida a solução de cada tratamento, no volume correspondente a 2,5 vezes a massa do papel germitest.

Posteriormente, as caixas foram mantidas incubadas em uma câmara de germinação do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) com fotoperíodo de 12 horas e temperatura de

15°C, durante sete dias. Diariamente e até o final do teste, eram realizadas observações de cada caixa (BRASIL, 2009). Quando foi necessário realizar o umedecimento do papel germitest, foi utilizada água destilada para qualquer tratamento, conforme a metodologia proposta por Souza Filho, Borges e Santos (2006).

### 3.6 AVALIAÇÃO

Foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, porcentagem de inibição, número de plântulas anormais, comprimento da plântula, comprimento radicular, comprimento da parte aérea, e massa fresca total.

Na avaliação da germinação, seguiu-se a metodologia proposta por Tur et al. (2012) onde foram consideradas germinadas as sementes dotadas de protrusão radicular mínima de 2 mm, sendo que a verificação foi diária. Utilizou-se a fórmula da porcentagem de germinação sugerida por Carvalho e Carvalho (2009),  $G\% = (N/100) \cdot 100$ . Contudo ela foi adaptada para este trabalho:  $G\% = (N/25) \cdot 100$ , onde G% é a porcentagem de germinação e N é o número de sementes germinadas ao final do ensaio. A média da porcentagem de germinação acumulada até o 4º dia, representa a média por repetição, da porcentagem de germinação de aquênios de alface, germinados do 1º até o 4º dia do ensaio. E a média da porcentagem de germinação acumulada até o 7º dia, representa a média por repetição, da porcentagem de germinação de aquênios de alface, germinados do 1º dia até o último dia do ensaio, ou seja, é a média total por repetição de aquênios germinados do ensaio.

Para o índice de velocidade de germinação (IVG) foi utilizado a fórmula proposta por Maguire (1962):  $IVG = (G1/N1 + G2/N2 + G3/N3 + G4/N4 + G5/N5 + \dots + Gn/Nn)$ , onde G1 é o número de sementes germinadas no dia 1 (N1); G2 é o número de sementes germinadas no dia 2 (N2); G3 é o número de sementes germinadas no dia 3 (N3); G4 é o número de sementes germinadas no dia 4 (N4); G5 é o número de sementes germinadas no dia 5 (N5) e o Gn é o número de sementes germinadas no dia n (Nn). A contagem das sementes germinadas foi realizada diariamente.

A média da porcentagem de inibição demonstra o potencial alelopático do extrato utilizado. A porcentagem de inibição é dada pela seguinte fórmula:  $I\% = [1 - (G \text{ tratamento} / G \text{ testemunha})] \cdot 100$ , onde I% é a porcentagem de inibição, o G tratamento é o número final de sementes germinadas no tratamento que utilizou algum tipo de EBA e G testemunha é o número final de sementes germinadas no tratamento que utilizou somente água destilada

(SANTOS; MORAES; REZENDE, 2007). Visto que em sua fórmula o tratamento testemunha é o denominador e como resultado, o tratamento testemunha apresenta a porcentagem de inibição nula, e quando os extratos utilizados possuem efeito alelopático, maior será o valor encontrado na porcentagem de inibição.

Seguindo a definição proposta por Viecegli e Araujo da Cruz-Silva (2009), foi considerada como plântula anormal aquela que apresentou necrose na radícula, e de acordo com o conceito do manual de Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009), plântulas anormais também apresentaram estruturas essenciais danificadas ou ausentes, estruturas essenciais deformadas (tamanho desproporcional) e que apresentaram pelo menos uma de suas estruturas essenciais muito infectadas ou muito deterioradas (resultante de infecção primária). A avaliação de plântulas anormais foi realizada ao final do ensaio. As plântulas normais foram as que não se encaixaram na definição de plântulas anormais. E para a obtenção do número de plântulas normais de cada tratamento é necessário fazer a diferença do total de sementes germinação do número de plântulas anormais.

Para o comprimento da plântula foi considerado o comprimento total da plântula, do ápice da raiz até a inserção dos cotilédones, e de acordo com Viecegli e Araujo da Cruz-Silva (2009), onde o comprimento da parte aérea foi considerado da região de transição da raiz até a inserção dos cotilédones, e o comprimento da raiz foi considerado da região de transição da parte aérea até o ápice da raiz. Estes três parâmetros foram mensurados com o auxílio de um paquímetro digital, e realizadas no último dia de avaliação, ou seja, no sétimo dia após a implantação do ensaio.

A massa fresca total foi avaliada no final do experimento, onde as 25 sementes e/ou plântulas de cada caixa gerbox foram depositadas sobre um pedaço de folha de alumínio e com o auxílio de uma balança digital foi realizado a sua pesagem.

Todas as variáveis foram analisadas primeiramente pela análise de variância (ANOVA), e sendo significativo em nível de significância de 1% e/ou 5% foi prosseguido pelo Teste de Tukey. As variáveis obtidas por meio de contagem (média da porcentagem de germinação acumulada e média do número de plântulas anormais) foram transformadas pela Raiz Quadrada, que é dada pela fórmula  $Y_{ij}^* = \sqrt{Y_{ij} + 1/2}$ , assim como descrito por Storck et al. (2011, p. 115). Os dados foram analisados pelo software SASM-Agri versão 8.2.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO

A média da porcentagem de germinação acumulada (% GA) até o 4º dia não diferiu do que foi encontrado pela média da % GA até o 7º dia, visto que em ambos o tratamento Testemunha apresentou a maior porcentagem média de sementes germinadas, mas não diferiu significativamente dos tratamentos EBA (10%) restos de poda e EBA (10%) mesocarpo do fruto. E o tratamento EBA (10%) epicarpo do fruto apresentou a menor porcentagem média de sementes germinadas, a qual não diferiu significativamente do tratamento EBA (10%) folhas (Tabela 1).

Tabela 1 - Média da porcentagem de germinação acumulada (% GA) até o 4º e 7º dia de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã.

Tratamentos	% GA até o 4º dia	% GA até o 7º dia
Testemunha	86,4 <sup>a*</sup>	94,4 <sup>a*</sup>
EBA (10%) epicarpo do fruto	0,0 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>
EBA (10%) mesocarpo do fruto	70,4 <sup>a</sup>	77,6 <sup>a</sup>
EBA (10%) restos de poda	83,2 <sup>a</sup>	87,2 <sup>a</sup>
EBA (10%) folhas	7,2 <sup>b</sup>	15,2 <sup>b</sup>
CV	(32,76%)	(26,10%)

\*Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 1% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Os tratamentos EBA (10%) epicarpo do fruto e EBA (10%) folhas demonstraram a menor média da % GA até o 4º dia por seus compostos químicos apresentarem efeitos alelopáticos sobre a germinação de sementes de alface. O efeito alelopático causado pelos compostos químicos presentes nos extratos podem “[...] provocar alterações na curva de distribuição da germinação ou no padrão polimodal de distribuição de germinação das sementes [...]”, devido a sua capacidade de retardar e inibir (bloquear) o andamento de processos metabólicos (SOUZA et al., 2007).

Os efeitos alelopáticos podem ser observados tanto em espécies silvestres quanto em espécies cultivadas, por meio da inibição da germinação e do desenvolvimento das plântulas, sendo tais efeitos específicos devido aos extratos atuarem diferenciadamente sobre as espécies (ALMEIDA, 1991). O processo germinativo da semente pode ser retardado, quando ocorrer a



embebição da semente com água contendo algumas substâncias alelopáticas capazes de inibir, retardar a multiplicação ou crescimento de células (GONZÁLES; MEDEROS; SOSA, 2002).

A partir dos dados médios da porcentagem de germinação final, fica evidente de que os EBAs de epicarpo do fruto e folhas de noqueira-pecã afetaram negativamente a germinação de sementes (aquênios) de alface, visto que causaram a inibição da germinação, comparando-se com os outros extratos.

#### 4.2 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG)

O tratamento Testemunha apresentou o maior IVG (10,48), mas não diferiu significativamente dos tratamentos EBA (10%) restos de poda e EBA (10%) mesocarpo do fruto, que apresentaram a média do índice de IVG de 9,16 e 8,68, respectivamente. O tratamento EBA (10%) epicarpo do fruto apresentou o menor índice (0,19), não diferindo significativamente do tratamento EBA (10%) folhas que apresentou a média do índice de IVG de 1,00 (Tabela 2).

Tabela 2 - Média do índice de velocidade de germinação (IVG) de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã.

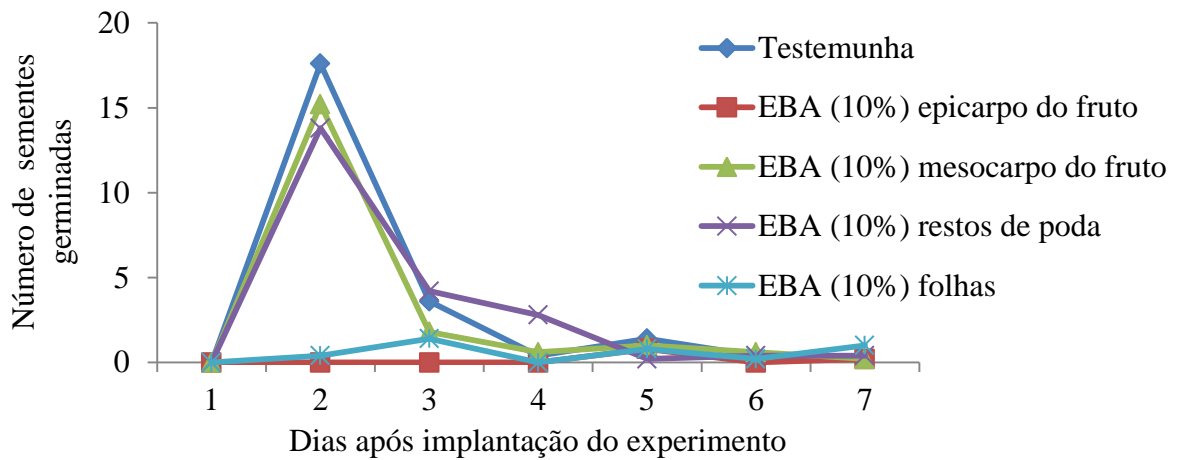
Tratamentos	IVG
Testemunha	10,48 <sup>a*</sup>
EBA (10%) epicarpo do fruto	0,19 <sup>b</sup>
EBA (10%) mesocarpo do fruto	8,68 <sup>a</sup>
EBA (10%) restos de poda	9,16 <sup>a</sup>
EBA (10%) folhas	1,00 <sup>b</sup>
CV	(38,12%)

\*Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 1% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Esses resultados podem estar relacionados ao fato de que nos tratamentos testemunha, EBA (10%) restos de poda e EBA (10%) mesocarpo do fruto apresentaram no início do experimento, um número bastante considerado de sementes germinadas (Gráfico 1), já que quanto mais sementes germinam no início do experimento maior será o valor deste índice, demonstrando que tais tratamentos não afetaram o vigor dos aquênios de alface, se comparado com os tratamentos EBA (10%) epicarpo do fruto e EBA (10%) folhas.

Gráfico 1 - Germinação diária de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

No trabalho realizado por Carvalho et al. (2014), observou-se que todos os extratos de adubos verdes utilizados causaram a diminuição do vigor dos aquênios de alface, em consequência da diminuição do IVG, diferentemente deste trabalho onde somente nos tratamentos EBA (10%) epicarpo do fruto e EBA (10%) folhas ocorreu a redução deste índice.

#### 4.3 PORCENTAGEM DE INIBIÇÃO

O tratamento EBA (10%) epicarpo do fruto apresentou a maior porcentagem média de inibição (95,53%), não diferindo significativamente do tratamento EBA (10%) folhas que apresentou a porcentagem média de inibição de 84,33%. O tratamento Testemunha apresentou a menor porcentagem média de inibição tendo seu valor de 0,00%, o qual não diferiu estatisticamente dos tratamentos EBA (10%) restos de poda e EBA (10%) mesocarpo do fruto, que apresentaram a porcentagem média de inibição de 6,53% e 16,67%, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Média da porcentagem de inibição de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã.

Tratamentos	Porcentagem de inibição
Testemunha	0,00 <sup>b*</sup>
EBA (10%) epicarpo do fruto	95,53 <sup>a</sup>
EBA (10%) mesocarpo do fruto	16,67 <sup>b</sup>
EBA (10%) restos de poda	6,53 <sup>b</sup>
EBA (10%) folhas	84,33 <sup>a</sup>
CV	(42,63%)

\*Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 1% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

#### 4.4 PLÂNTULAS ANORMAIS

Na média do número de plântulas anormais (Tabela 4), os tratamentos EBA (10%) restos de poda e EBA (10%) mesocarpo do fruto apresentaram a maior média de plântulas anormais de alface (14,2), não diferindo estatisticamente do tratamento Testemunha que apresentou a média de 9,2 de plântulas anormais. E o tratamento EBA (10%) epicarpo do fruto apresentou a menor média de plântulas anormais de alface (1,0) o qual não diferiu estatisticamente do tratamento EBA (10%) folhas que apresentou a média de 3,2 plântulas anormais.

Tabela 4 - Média do número de plântulas anormais e média total da germinação de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã.

Tratamentos	Nº plântulas anormais	Média total da germinação
Testemunha	9,2 <sup>a*</sup>	23,6
EBA (10%) epicarpo do fruto	1,0 <sup>b</sup>	1,0
EBA (10%) mesocarpo do fruto	14,2 <sup>a</sup>	19,4
EBA (10%) restos de poda	14,2 <sup>a</sup>	21,8
EBA (10%) folhas	3,2 <sup>b</sup>	3,8
CV	(38,69%)	(26,10%)

\*Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 1% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Contudo, ao comparar o número de plântulas anormais com a média total de germinação de cada tratamento (Tabela 4), observa-se que o tratamento EBA (10%) epicarpo do fruto apresentou em média 1,0 plântula anormal por repetição, sendo o mesmo valor para a média total de germinação, ou seja, todos os aquênios de alface germinados provenientes do

tratamento EBA (10%) epicarpo do fruto resultaram em plântulas anormais, e demonstrando que tal tratamento possui efeito alelopático maior que os demais levando em consideração esta variável. E somente no tratamento Testemunha, observou-se a maior ocorrência de plântulas normais, enquanto que todos os outros tratamentos que utilizaram EBAs (10%) apresentaram mais plântulas anormais.

O crescimento da plântula é mais sensível que a germinação da semente, assim, a avaliação da normalidade das plântulas é um instrumento muito importante em estudos que realizam a avaliação do efeito alelopático de extratos, sendo que “[...] substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose da radícula um dos sintomas mais comuns.” (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Nos tratamentos com EBAs, observaram-se a presença de plântulas com necrose radicular (Figura 1), sendo que o tratamento EBA (10%) epicarpo do fruto apresentou todas as plântulas com necrose radicular, diferentemente do tratamento Testemunha que não apresentou nenhuma plântula com tal característica (Figura 2). A diferença entre plântulas anormais que apresentam necrose radicular com plântulas normais pode ser observada ao se comparar a Figura 1 e Figura 2.

Figura 1 - Plântula anormal de alface apresentando necrose radicular submetida ao tratamento EBA (10%) epicarpo do fruto.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Figura 2 - Plântula normal de alface apresentando ausência de necrose radicular submetida ao tratamento Testemunha.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

#### 4.5 COMPRIMENTO DAS PLÂNTULAS

Para a média do comprimento das plântulas e média do comprimento radicular, o tratamento Testemunha apresentou a maior média, e para a variável média do comprimento da parte aérea o tratamento EBA (10%) restos de poda apresentou a maior média, o qual não diferiu significativamente do tratamento Testemunha. Nestas três variáveis o tratamento EBA (10%) epicarpo do fruto apresentou a menor média (Tabela 5).

Tabela 5 - Média do comprimento das plântulas, radicular e da parte aérea de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã.

Tratamentos	Plântula (mm)	Radicular (mm)	Parte Aérea (mm)
Testemunha	11,18 <sup>a**</sup>	6,76 <sup>a*</sup>	4,41 <sup>a**</sup>
EBA (10%) epicarpo do fruto	1,85 <sup>c</sup>	1,85 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>
EBA (10%) mesocarpo do fruto	8,21 <sup>ab</sup>	4,55 <sup>ab</sup>	3,66 <sup>a</sup>
EBA (10%) restos de poda	10,48 <sup>a</sup>	5,88 <sup>ab</sup>	4,61 <sup>a</sup>
EBA (10%) folhas	4,04 <sup>bc</sup>	3,45 <sup>ab</sup>	0,58 <sup>b</sup>
CV	(43,46%)	(56,18%)	(32,90%)

\*\*Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 1% de probabilidade de erro.

\* Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Extratos aquosos de folhas frescas e secas de pingo-de-ouro (*Duranta repens* L.) reduziram significativamente o comprimento radicular de plântulas de alface e o extrato aquoso a 2% de frutos de pingo-de-ouro estimulou o crescimento radicular, sendo superior ao controle. E o comprimento da parte aérea somente foi reduzido com extratos de folhas frescas a 1% e folhas secas a 2% e 4% de pingo-de-ouro (BORELLA; TUR; PASTORINI, 2010). Diferentemente do que foi encontrado neste trabalho, onde somente o EBA (10%) epicarpo do fruto reduziu significativamente o comprimento radicular e nenhum outro EBA (10%) estimulou o crescimento radicular. Verificou-se também que os EBA (10%) epicarpo do fruto e EBA (10%) folhas de noqueira-pecã reduziram significativamente o comprimento da parte aérea, enquanto que os outros EBAs (10%) não diferiram estatisticamente do controle.

O EBA (10%) restos de poda de noqueira-pecã apresentou média maior que o tratamento controle, mas de acordo com Rigon et al. (2014), “[...] não se pode afirmar ser um estímulo, pois não houve diferença significativa do tratamento com a testemunha.” Rice (1984) afirma que o estímulo no crescimento de plântulas é possivelmente resultado da influência do extrato sobre a produção de fito-hormônios ou pelo aumento na sensibilidade

dos tecidos da espécie alvo (BORELLA et al., 2012). O que nos permite concluir que nem todos os órgãos vegetais de uma mesma espécie apresentam a mesma capacidade de causar efeitos alelopáticos, positivos ou negativos, sobre uma mesma espécie alvo.

#### 4.6 MASSA FRESCA TOTAL

Na média da massa fresca total (Tabela 6), o tratamento Testemunha apresentou a maior média de massa fresca total (0,13 g), não diferindo significativamente dos tratamentos EBA (10%) restos de poda EBA (10%) mesocarpo do fruto, que apresentaram a média de 0,12 g e 0,10 g de massa fresca total, respectivamente. O tratamento EBA (10%) epicarpo do fruto apresentou a menor média de massa fresca total (0,04 g) o qual não diferiu estatisticamente do tratamento EBA (10%) folhas que apresentou a média de 0,05 g de massa fresca total.

Tabela 6 - Média da Massa Fresca Total de aquênios de alface submetidos à RV provenientes de noqueira-pecã.

Tratamentos	Massa Fresca Total (g)
Testemunha	0,13 <sup>a*</sup>
EBA (10%) epicarpo do fruto	0,04 <sup>b</sup>
EBA (10%) mesocarpo do fruto	0,10 <sup>a</sup>
EBA (10%) restos de poda	0,12 <sup>a</sup>
EBA (10%) folhas	0,05 <sup>b</sup>
CV	(24,79%)

\*Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem entre si, pelo teste de Tukey, em nível de 1% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

No trabalho realizado por Rigon et al. (2014), os extratos provenientes de folha e caule de canola nas concentrações de 25%, 50%, 75% e 100% não proporcionaram diferenciação nos resultados da massa fresca total de plântulas de picão-preto. Diferentemente do que foi verificado neste trabalho, onde os diferentes órgãos vegetais apresentaram diferença significativa sobre a massa fresca total, sendo que os Extratos Brutos Aquosos do epicarpo do fruto e folhas de noqueira-pecã apresentaram significativa redução desta variável em relação ao controle.

A juglona foi isolada de muitas espécies pertencentes a família das noqueiras, e este composto é abundante nas folhas, cascas dos frutos e nas raízes (TERZI; KOÇAÇALISKAN, 2010). E de acordo com Graves Jr., Diehl e Thies (1989), foi realizado um levantamento dos níveis de juglona em várias espécies de noqueiras pertencentes a família Juglandaceae, e

nesse trabalho se observou que as espécies de *Juglans regia* L. e *Juglans nigra* L. apresentaram níveis maiores de juglona se comparado com as outras espécies de noqueira. Os materiais vegetais que mais apresentaram o composto juglona foram a casca exterior do fruto (epicarpo) e os folíolos da folha composta, respectivamente. Os mesmos autores relataram ainda que estudos evidenciaram variações sazonais do conteúdo de juglona em noqueira-pecã. E que nos materiais vegetais de raques das folhas, ramos, cascas dos galhos, troncos, raízes, cascas das raízes e o pólen apresentaram os menores índices do composto juglona comparando com o que foi encontrado nos tecidos do epicarpo do fruto e nos folíolos das folhas compostas.

Estas afirmações corroboram com o que foi encontrado neste trabalho, pois se observou que Extratos Brutos Aquosos de epicarpo do fruto e folhas de noqueira-pecã apresentaram maiores efeitos alelopáticos na germinação de aquênios e desenvolvimento de plântulas de alface do que os Extratos Brutos Aquosos provenientes do mesocarpo do fruto e de restos de poda de noqueira-pecã.

Alguns efeitos fisiológicos que o composto juglona pode causar durante a germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas são: diminuição do crescimento, da fotossíntese, da transpiração, da respiração, da condutância dos estômatos, aumento do estresse oxidativo devido a produção de espécies reativas de oxigênio que causam danos a membrana e resultam na perda da viabilidade celular (BÖHM, 2009), redução do conteúdo de clorofila, dos vasos do xilema, do tamanho e número de estômatos (TERZI et al., 2003), inibição da RNA polimerase, causando o bloqueio da síntese de proteínas no estágio de transcrição (CHAO; GREENLEAF; PRICE, 2001).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que RV de noqueira-pecã podem apresentar efeito negativo para outras plantas. Neste trabalho verificou-se que EBAs (10%) proveniente de diferentes RV de noqueira-pecã afetaram negativamente a germinação e o desenvolvimento de plântulas de alface e, que os diferentes órgãos vegetais apresentaram diferença quanto a este efeito negativo. O EBA (10%) epicarpo do fruto de noqueira-pecã apresentou o maior efeito alelopático sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de alface, seguido do EBA (10%) folhas de noqueira-pecã.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Fernando Sousa de. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, 1991.
- APPLETON, Bonnie; BERRIER, Roger. **The Walnut Tree: Allelopathic Effects and Tolerant Plants**. 2015. Disponível em: <[http://pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs\\_ext\\_vt\\_edu/430/430-021/430-021\\_pdf.pdf](http://pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/430/430-021/430-021_pdf.pdf)>. Acesso em: 17 dez. 2017.
- BARATELLI, Tatiana de Gouveia. **ESTUDO DAS PROPRIEDADES ALELOPÁTICAS VEGETAIS: INVESTIGAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS ALELOQUÍMICAS EM *Terminalia catappa* L. (COMBRETACEAE)**. 2006. 206 p. Dissertação (Mestre em Química de Produtos Naturais) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Química de Produtos Naturais, Rio de Janeiro, 2006.
- BÖHM, Paulo Alfredo Feitoza. **AÇÕES METABÓLICAS DO ALELOQUÍMICO JUGLONA NAS RAÍZES DE SOJA**. 2009. 14 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Maringá, Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Maringá, 2009.
- BORELLA, Junior; TUR, Celia Maria; PASTORINI, Lindamir Hernandez. Alelopatia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicum esculentum*. **Revista Biotemas**, v. 23, n. 2, 2010.
- BORELLA, Junior et al. Respostas na germinação e no crescimento inicial de rabanete sob ação de extrato aquoso de *Piper mikanianum* (Kunth) Steudel. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 2, p. 415-420, 2012.
- BOSCARDIN, Jardel; COSTA, Ervandil Corrêa. A NOGUEIRA-PECÃ NO BRASIL: uma revisão entomológica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, 2018.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes - RAS**. 2009. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf)>. Acesso em: 17 dez. 2017.
- CARMO, Flávia Maria da Silva; BORGES, Eduardo Euclides de Lima e; TAKAKI, Massanori. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer). **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, n. 3, 2007.
- CARVALHO, Denise Bruginski de; CARVALHO, Ruy Inacio Neiva de. Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz. **Acta Scientiarum**, v. 31, n. 3, Maringa, 2009.
- CARVALHO, Wellington Pereira de et al. ALELOPATIA DE EXTRATOS DE ADUBOS VERDES SOBRE A GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE ALFACE. **Bioscience Journal**, v. 30, n.3, Uberlandia, 2014.
- CASTRO, Henrique Guilhon de et al. **Contribuição ao Estudo das Plantas Medicinais: metabólitos secundários**. Editora UFV, 2ª Ed., Visconde do Rio Branco, 2004. 113 f.

CHAO, Sheng-Hao; GREENLEAF, Arno L.; PRICE, David H. Juglone, an inhibitor of the peptidyl-prolyl isomerase Pin1, also directly blocks transcription. **Nucleic Acids Research**, vol. 29, n. 3, 2001.

CODER, Kim D. **Black Walnut Allelopathy: Tree Chemical Warfare**. 2017. Disponível em: < <https://www.warnell.uga.edu/sites/default/files/publications/WSFNR-17-06%20Coder.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2017.

COSTA, Tainara. **CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE ÓLEOS EXTRAÍDOS DE CASTANHAS E NOZES**. 2011. 122 p. Dissertação (Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista - UNESP, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, São José do Rio Preto, 2011.

DAKSHINI, K. M. M. et al. (Ed.). **Principles and practices in plant ecology: allelochemical interactions**. CRC Press, 1999.

DELACHIAVE, Maria Elena A.; RODRIGUES, João Domingos; ONO, Elizabeth Orika. EFEITOS ALELOPÁTICOS DE LOSNA (*Artemisia absinthium* L.) NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PEPINO, MILHO, FEIJÃO E TOMAT. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 2, 1999.

EVANGELISTA, Antônio Ricardo et al. COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE SILAGENS DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) ADITIVADAS COM FORRAGEM DE LEUCENA (*Leucaena leucocephala* (LAM.) DEWIT). **Ciência e agrotecnologia**, v. 29, n. 2, 2005.

FERREIRA, Alfredo Gui; AQUILA, Maria Estefânia Alves. ALELOPATIA: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 1, 2000.

FILIPPIN, Ivandro Luiz. **Viabilidade econômica do cultivo de nogueira-pecã em áreas de reserva legal e de preservação permanente**. 2011. 74 p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Pelotas, 2011.

FRONZA, Diniz; POLETTO, Tales; HAMANN, Jonas Janner. **O cultivo da nogueira-pecã**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Núcleo de Fruticultura Irrigada, Santa Maria, 2015. 301 f.

FRONZA, Diniz; HAMANN, Jonas Janner. **20º Curso sobre cultivo da nogueira-pecã**. Santa Maria: Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, 2016. (Comunicação oral).

GATTO, Darci Alberto et al. Características tecnológicas das madeiras de *Luehea divaricata*, *Carya illinoensis* e *Plantanus x acerifolia* quando submetidas ao vergamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, 2008.

GONZÁLEZ, Horacio Rodríguez; MEDEROS, Dagoberto Mederos; SOSA, Isabel Hechevarría. Efectos alelopáticos de restos de diferentes espécies de plantas medicinales

sobre la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) em condiciones de laboratório. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 7, n. 2, 2002.

GRAVES Jr., Clinton H.; DIEHL, Susan; THIES, Karen. Progress in Breeding Pecans for Disease Resistance. **MISSISSIPPI AGRICULTURAL & FORESTRY EXPERIMENT STATION**, Boletim 963, Mississippi, 1989.

HENNING, Ademir A. Patologia de sementes. **Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E)**, 1994.

INTERNATIONAL ALLELOPATHY SOCIETY, 1996 [**CONCEITO DE ALELOPATIA**]. Disponível em: < <http://allelopathy-society.osupytheas.fr/about/> >. Acesso em: 22 dez. 2017.

LAZAROTTO, Marília. **Identificação e caracterização de *Fusarium spp.* e *Pestalotiopsis spp.* associados a *Carya illinoensis* no Rio Grande do Sul**. 2013. 156 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria, 2013.

MAGUIRE, James D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MENDONÇA, Raquel Lourenço. **DETERMINAÇÃO DE ALELOQUÍMICOS POR HPLC/UV-Vis EM EXTRATOS AQUOSOS DE SEMENTES DE *Canavalia ensiformis* E ESTUDO DA ATIVIDADE ALELOPÁTICA**. 2008. 100 p. Dissertação (Mestre em Ciências) - Universidade de São Paulo, 2008.

NOVAES, Paula. **Alelopatia e bioprospecção de *Rapanea ferrugínea* e de *Rapanea umbellata***. 2011. 156 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, São Carlos, 2011.

ORO, Tatiane. **COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL, COMPOSTOS BIOATIVOS E VIDA DE PRATELEIRA DE NOZ E ÓLEO Prensado a Frio de Noz-Pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) C. Koch]**. 2007. 105 p. Dissertação (Mestre em Ciências de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Florianópolis, 2007.

ORTIZ, Edson Roberto Neto. **Propriedades nutritivas e nutracêuticas das nozes**. 2000. 49 p. Monografia (Especialista em Tecnologia dos Alimentos) - Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia dos Alimentos, Santa Cruz do Sul, 2000.

PINTO, Angelo C. et al. PRODUTOS NATURAIS: ATUALIDADE, DESAFIOS E PERSPECTIVAS. **Química nova**, 2002.

PIRES, Nádja de Moura; OLIVEIRA, Valter Rodrigues. **Capítulo 5: Alelopatia**. 2011. Disponível em:

<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/910833/1/BMPDcap5.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

PORTO, Luiz Carlos Santos et al. Evaluation of acute and subacute toxicity and mutagenic activity of the aqueous extract of pecan shells [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]. **Food and chemical toxicology**, v. 59, 2013.

REZENDE, Cláudia de Paula et al. **ALELOPATIA E SUAS INTERAÇÕES NA FORMAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS**. 2003. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/51501989/ALELOPATIA-PASTAGENS>>. Acesso em: 22 dez. 2017.

RIGON, Carlos Alerto Gonsiorkiewicz et al. Germinação e desenvolvimento inicial de picão-preto e nabo forrageiro submetidos a extratos de canola. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 8, n. 2, 2014.

RODRIGUES, Luís Roberto de Andrade; RODRIGUES, Teresinha de Jesus Deléo; REIS, Ricardo Andrade. **Alelopatia em plantas forrageiras**. Universidade Federal Paulista, FUNEP, Jaboticabal, 1992. 18 f.

SALVADOR, Ana Augusta. **ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE EXTRATOS DA TORTA DE NOZ PECÃ (*Carya illinoensis*) OBTIDOS POR EXTRAÇÃO SUPERCRTICA**. 2014. 139 p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis, 2014.

SAMPIETRO, Diego A. **ALELOPATIA: Concepto, características, metodología de estudio e importancia**. Disponível em: <<http://www.biologia.edu.ar/plantas/alelopatia.htm>>. Acesso em: 23 dez. 2017.

SANTOS, S.; MORAES, M. L. L.; REZENDE, M. O. O. Allelopathic potential and systematic evaluation of secondary compounds in extracts from roots of *Canavalia ensiformis* by capillary electrophoresis. **Eclética Química**, São Paulo, v. 32, n. 4, 2007.

SIMÕES, Cláudia Maria Oliveira et al. (Org.). **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Editora: UFRGS, 6ª ed., 1ª reimpressão, 2010. 1102 f.

SOTTERO, Adriana Nanô et al. Rizobactérias e alfaca: colonização rizosférica, promoção de crescimento e controle biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 2, 2006.

SOUZA, Clarice Sales Moraes de et al. ALELOPATIA DO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE AROEIRA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ALFACE. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.2, n.2, Mossoró-RN, 2007.

SOUZA FILHO, A. P. S.; BORGES, F. C.; SANTOS, L. S. ANÁLISE COMPARATIVA DOS EFEITOS ALELOPÁTICOS DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS TITONINA E TITONINA ACETILADA. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, Viçosa-MG, 2006.

STORCK, Lindolfo et al. **Experimentação Vegetal**. 4. ed., Santa Maria: UFSM, 2011. 198 f.

TERZI, Irfan; KOCAÇALISKAN, Ismail. The effects of gibberellic acid and kinetin on overcoming the effects of juglone stress on seed germination and seedling growth. **TÜBİTAK**, 2010.

TERZI, Irfan et al. Effects of juglone on growth of cucumber seedlings with respect to physiological and anatomical parameters. **Acta physiologiae plantarum**, v. 25, n. 4, 2003.

TRATSCH, Mauricio Vicente Motta. **COMPOSTO ORGÂNICO: COMPOSIÇÃO, MINERALIZAÇÃO E PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE PORTA-ENXERTO DE NOGUEIRA-PECÃ (*Carya illinoensis* (WANG) K.)**. 2017. 90 p. Tese (Doutor em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Santa Maria, 2017.

TUR, Célia Maria et al. Atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de rabo-de-bugio sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas de alface. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.10, n.4, 2012.

VENKATACHALAM, M. **Chemical composition of select pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] varieties and antigenic stability of pecan proteins**. (Dissertation) - College of Human Sciences, The Florida State University. 2004.

VIDAL, Virginia Takata; PINTOS, Victoria Varela Garcia. **Caracterización de la nuez Pecan "*Carya illinoensis*" y sus perspectivas de comercialización en el Uruguay**. 2013. 135 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade de la Republica, Curso de Agronomia, Montevideo, 2013.

VIECELLI, Clair Aparecida; ARAUJO DA CRUZ-SILVA, Claudia Tatiana. Efeito da variação sazonal no potencial alelopático de Sálvia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, 2009.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **FISIOLOGIA VEGETAL**. Editora: Artmed, 5ª ed., Porto Alegre, 2013. 918 f.

THE PLANT LIST [FAMÍLIA JUGLANDACEAE]. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Juglandaceae/>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

ZANINE, Anderson de Moura; SANTOS, Edson Mauro. **COMPETIÇÃO ENTRE ESPÉCIES DE PLANTAS – UMA REVISÃO**. **Revista da FZVA**, v. 11, n. 1, Uruguiana, 2004.