

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO  
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

**CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**EFEITOS ALELOPÁTICOS DE EXTRATOS DE PLANTAS DA  
CAATINGA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES**

**WILTON DA SILVA PINHEIRO**

**PETROLINA, PE  
2021**

**WILTON DA SILVA PINHEIRO**

**EFEITOS ALELOPÁTICOS DE EXTRATOS DE PLANTAS DA  
CAATINGA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*  
Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção  
de título de Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE  
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

P654 Pinheiro, Wilton Da Silva.

Efeitos alelopáticos de extratos de plantas da caatinga na germinação de sementes / Wilton Da Silva Pinheiro. - Petrolina, 2021.  
29 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2021.  
Orientação: Prof. Dr. Vitor Lorenzo Prates.

1. Ciências Agrárias. 2. Alelopatia. 3. Aleloquímicos. 4. Interferência. I. Título.

CDD 630

---



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO SERTÃO PERNAMBUCANO

WILTON DA SILVA PINHEIRO

**EFEITOS ALELOPÁTICOS DE EXTRATOS DE PLANTAS DA  
CAATINGA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo, pelo Instituto Federal de  
Educação, Ciências e Tecnologia Sertão  
Pernambucano, Campus Petrolina Zona  
Rural.

Aprovado em: 13 de dezembro de 2021.

VITOR PRATES LORENZO:  
05261851475

Assinado digitalmente por VITOR PRATES LORENZO:05261851475  
DN: cn=B, ou=IFPE-Brasil, ou=Secretaria de Recrutamento e Seleção - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM  
BRANCO, ou=10680051000165, cn=VITOR PRATES LORENZO:05261851475  
Razão: Eu sou o autor deste documento  
Localização: sua localização de assinatura aqui  
Data: 2021.12.27 16:26:14.000Z  
Fonte: PDF Reader Versão: 11.0.1

Orientador: Prof. Dr Vitor Prates Lorenzo – IF Sertão, Campus Petrolina  
Zona Rural.

*Eliatânia Clementino Costa.*

Avaliadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eliatânia Clementino - IF Sertão, Campus Petrolina  
Zona Rural.

Giovanna Nogueira da Silva Avelino  
Oliveira Rocha:05853224573

Assinado de forma digital por Giovanna Nogueira da  
Silva Avelino Oliveira Rocha:05853224573  
Dados: 2021.12.27 14:41:10 -03'00'

Avaliadora: Prof<sup>a</sup>. Ms. Giovanna Nogueira da Silva Avelino Oliveira  
Rocha

## RESUMO

A alelopatia compreende as diversas interações químicas que ocorrem entre microrganismos e plantas. Esta revisão, de cunho narrativo, também apresentou diferentes finalidades, como a definição de conceitos, a revisão de teorias, a análise metodológica frente aos efeitos alelopáticos de extratos de plantas da caatinga na germinação de sementes. O estudo proposto foi realizado a partir da abordagem exploratória, mediante a uma pesquisa bibliográfica. A alelopatia tem sido estudada em plantas da caatinga expressivamente, entretanto, foi observado no trabalho que ainda há alguns impasses a serem resolvidos, principalmente quanto a aplicabilidade, identificação de aleloquímicos, estudos que compreendam de forma diversa o ambiente, realizando estudos tanto in situ quanto ex situ, e que permitam a produção desses compostos em larga escala, assim podendo democratizar a utilização desses compostos através da produção de herbicidas alternativos produzidos através de produtos naturais.

**Palavras-chave:** Alelopatia, aleloquímicos, interferência.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de conclusão de curso em primeiro lugar a Deus, porque d'Ele e por Ele são todas as coisas, a Ele a glória por toda a eternidade. Amém! (Rm 11, 36). A minha Mãe Virgem Maria que sempre foi meu Auxílio em todas as minhas angústias, lutas e aflições. Sempre pondo Sua mão antes da minha. A São João Bosco, Pai e Mestre da juventude que em sua sabedoria me instruiu até aqui, com a certeza de que “não seria fácil, mas que valeria a pena”.

E por amor eterno a minha querida mãe (in memoria), Rita de Cássia que por diversas vezes me ensinou a cultivar o amor e a fé, numa simples frase “jogue duro, pois a vida não é fácil!”. Sendo assim, tenho jogado duro todos os dias, contra todas adversidades que o tempo trás. Trago-a em meu peito e carrego a saudade eterna e realizo o nosso sonho de construir uma sociedade melhor através dos estudos.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha tia Lourde por ser meu colo seguro em todos os momentos de minha vida. Ao meu pai José Pinheiro por ter dado todo apoio necessário e incentivo, nunca me deixando faltar o pão e sempre me motivando a estudar.

A minha avó materna, pelo seu carinho cuidado e por ser como uma mãe aqui na terra. Ao meu orientador Vitor Prates por todo apoio necessário para a conclusão dessa etapa da vida

## EPÍGRAFE

“Quando os meus olhos não podiam ver, tuas  
Mãos seguras me ajudaram andar” ...

[Humano amor de Deus]



## SÚMARIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	12
3.1. ALELOPATIA E SEUS PRINCIPAIS EFEITOS .....	12
3.2. ALELOQUÍMICOS (METABOLITOS SECUNDÁRIOS).....	13
3.3. GERMINAÇÃO .....	15
3.4. ATIVIDADE ALELOQUÍMICA DE ESPÉCIES DA CAATINGA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES.....	16
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	21
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	21

# Efeitos alelopáticos de extratos de plantas da caatinga na germinação de sementes

Artigo redigido seguindo as normas da Revista Semiárido De Visu (SADV)

PINHEIRO, Wilton da Silva. Instituto Federal do Sertão Pernambucano - campus Ouricuri.

LORENZO, Vitor Prates. Docente do Instituto Federal do Sertão Pernambucano - campus Zona Rural.

## RESUMO

A alelopatia compreende as diversas interações químicas que ocorrem entre microrganismos e plantas. Esta revisão, de cunho narrativo, também apresentou diferentes finalidades, como a definição de conceitos, a revisão de teorias, a análise metodológica frente aos efeitos alelopáticos de extratos de plantas da caatinga na germinação de sementes. O estudo proposto foi realizado a partir da abordagem exploratória, mediante a uma pesquisa bibliográfica. A alelopatia tem sido estudada em plantas da caatinga expressivamente, entretanto, foi observado no trabalho que ainda há alguns impasses a serem resolvidos, principalmente quanto a aplicabilidade, identificação de aleloquímicos, estudos que compreendam de forma diversa o ambiente, realizando estudos tanto in situ quanto ex situ, e que permitam a produção desses compostos em larga escala, assim podendo democratizar a utilização desses compostos através da produção de herbicidas alternativos produzidos através de produtos naturais.

**Palavras-chave:** Alelopatia, aleloquímicos, interferência.

## Allelopathic effects of caatinga plant extracts on seed germination

### ABSTRACT

Allelopathy comprises the various chemical interactions that occur between microorganisms and plants. This review, of narrative nature, also presented different purposes, such as the definition of concepts, the review of theories, and the methodological analysis regarding the allelopathic effects of caatinga plant extracts on seed germination. The proposed study was carried out from an exploratory approach, through a bibliographical research. Allelopathy has been studied expressively in plants of the caatinga; however, it was observed in the work that there are still some impasses to be solved, especially regarding the applicability, identification of allelochemicals, studies that understand the environment in a diverse way, performing both in situ and ex situ studies, and that allow the production of these compounds on a large scale, thus being able to democratize the use of these compounds through the production of alternative herbicides produced by natural products.

**Keywords:** allelochemicals, allelochemicals, herbicide.

## 1. Introdução

A alelopatia compreende as diversas interações químicas que ocorrem entre planta-planta e microrganismos-planta. Vários metabólicos são produzidos e liberados tanto por plantas quanto por microrganismos, esses compostos são chamados de aleloquímicos, e possuem a capacidade de influenciar na germinação ou no desenvolvimento da planta receptora (Einhelling, 1995).

Os aleloquímicos podem ser disponibilizados no meio através de diversas formas, as principais compreendem a volatilização das folhas (liberam compostos volatéis), exsudação das raízes e lixiviação das folhas, resíduos de plantas no solo (Putnam, 1983). Entretanto, compreender a forma com que esses compostos metabólicos interagem ainda é limitada devido à dificuldade de identificar os aleloquímicos envolvidos, com a sua complexidade estrutural (Gillard et al., 2013). Na sua grande maioria, são compostos tóxicos até mesmo para planta produtora quando não liberados no meio, visto que apenas algumas plantas conseguem armazenar aleloquímicos em forma inofensiva (Gliessman, 2000).

Os estudos iniciais abordando alelopatia eram voltados para as relações alelopáticas entre culturas e plantas espontâneas (Pellissier e Souto, 1999), e nas últimas décadas tem se dedicado a compreender a química e o modo de ação dos aleloquímicos (Oliveira, 2020, Gindri et al., 2020).

Os aleloquímicos agem na fisiologia, em especial na divisão, alongamento e ultraestrutura celular, além de influenciar hormônios encarregados pelo crescimento, permeabilidade das membranas celulares, abertura estomática, fotossíntese, respiração, produção de proteínas, quebra molecular de lipídios e ácidos graxos (Ferreira e Aquila, 2000), assim pode realizar um importante papel no processo de invasão de espécies, isso tem sido estudado e constatado que espécies invasoras exóticas alcançaram altas densidades nas áreas invadidas, e com baixas densidades em seus ambientes nativos (Albuquerque et al., 2011). A alelopatia pode ser utilizada como uma forma de combater os desafios da poluição ambiental e do avanço da resistência aos herbicidas (Powles, 2008; Annett et al., 2014).

A caatinga sofre a bioinvasão da mesma forma que todo ecossistema, sendo submetido a ação humana, como forma de sobrevivência ou econômica. A espécie invasora pode alterar a germinação das sementes e desenvolvimento inicial da

vegetação nativa através da ação de aleloquímicos, compostos que agem de formas variadas.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo mapear o conhecimento sobre os efeitos alelopáticos de extratos de plantas da caatinga na germinação de sementes, a partir de uma revisão narrativa.

## **2. Material e Métodos**

O estudo proposto foi realizado a partir de uma revisão narrativa que de acordo com Cordeiro et al., (2007) não há critério explícito e sistemático para a busca e análise crítica das evidências. Foi considerado os artigos ou informações mais relevantes.

Este tipo de pesquisa, de acordo com Gil (2008, p. 50), é “desenvolvido a partir de material já elaborado, constituído de livros e artigos científicos”, corroborando, assim, com a visão de Mattar (2001), ao indicar que os métodos utilizados para este tipo de pesquisa são bem versáteis e abrangem levantamentos em fontes consideradas secundárias.

## **3. Resultados e Discussão**

### **3.1. Alelopatia e seus principais efeitos**

A alelopatia foi descoberta a séculos atrás, existe registros quanto a interação entre plantas datadas no século III a.C., porém o termo foi relatado pela primeira vez apenas na década de 1930 (Molisch, 1937). Inicialmente foi definida como "interações bioquímicas diretas ou indiretas entre plantas, e potencialmente também microrganismos, mediadas pela libertação de aleloquímicos pelas plantas" (Latif et al., 2017). Esta definição em seguida foi atualizada por Rice, (1984 apud Ferreira; Aquila, 1999, p.2) como sendo “qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico que uma planta (incluindo microrganismos) exerce sobre outra, pela produção de compostos químicos liberados no ambiente”. E de acordo com a Sociedade Internacional, alelopatia é a definida como a produção de metabolitos secundários que influenciam os sistemas agrícolas e biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos (Macias et al., 2000).

A alelopatia" é um termo que pode ser confundido com "competição" (Ferreira, 2004), apesar de serem conceitos diferentes. A competição pode ser vista como um tipo de interação entre organismos que envolve a remoção de um elemento do ambiente, como água, luz ou minerais, por um organismo, o que de alguma forma afetará o crescimento de vizinhos que dividem o mesmo ambiente (Embrapa, 2020). E ainda pode ser confundido com estudos de fitotoxicidade. No entanto, as diferenças nos métodos utilizados na extração de compostos ativos distinguem um do outro (Reigosa et al., 2013). E apesar de serem termos diferentes, a alelopatia está estreitamente associada à competição entre plantas, sejam por recursos naturais ou não, ou até mesmo devido a estresse desenvolvido por patologias, temperaturas intensas, humidade baixa e presença de produtos químicos para controle de plantas espontâneas (Einhelling, 1995).

A alelopatia tem sido pouco aceita entre cientistas principalmente pela dificuldade em desenvolver estudos *in situ* que tragam resultados incontestáveis de que produtos químicos produzidos por uma planta pode afetar de forma direta uma outra espécie vizinha, e outra dificuldade tem sido provar que a concentração do aleloquímico produzido por uma planta ao ser transportado irá afetar a planta receptora (Fitter, 2003; Weir et al., 2004).

### **3.2. Aleloquímicos**

As interações entre plantas geram aumento na produção de aleloquímicos, causando atritos e ação na comunidade, isso ocorre através da combinação de compostos químicos produzidos por uma planta que irá interferir em diversos processos fisiológicos da planta receptora (Einhelling, 1995).

Os efeitos dos aleloquímicos ainda não foram totalmente elucidados, porém há evidências de que alguns metabolitos secundários, além de ajudarem a planta produtora a evitar os efeitos de insetos, fungos e entre outros, também podem ser úteis como bioherbicidas naturais (Putnan, 1988). A necessidade crescente de herbicidas alternativos é outro fator que tem impulsionado os estudos. Por conseguinte, existem dois possíveis objetos de interesse: os aleloquímicos atuando como herbicidas sintéticos; e os aleloquímicos atuando subtilmente, com múltiplos

modos de ação, provavelmente bastante dependentes da fase ecológica e fisiológica da planta receptora (Reigosa & Carballeira, 1992; Reigosa et al., 1999).

Os compostos produzidos pelas plantas podem influenciar padrões nas comunidades, preservando sementes, atuando na germinação de esporos fúngicos, desenvolver associações de mutualidade no ciclo de azoto, alterar a produtividade de plantações e desenvolver mecanismos de defesa em plantas (Einhelling, 1995).

A origem destes compostos varia amplamente, podendo ser de cultura plantada ou espontânea, ou até mesmo de microrganismos. Podem ser dispostos no ambiente por decomposição, ou liberados no solo como compostos voláteis, até mesmo como soluto na fase aquosa (Aldrich, 1987).

O aleloquímico com estudos mais aprofundado é a sorgoleone, que é uma alotoxina do sorgo (*Sorghum bicolor*) (Kagan et al., 2003), que tem sido utilizado em sistemas de cultivo consorciado com o intuito de minimizar o uso de herbicidas químicos. Este exsudado naturalmente em quantidades relevantes nos tricomas das raízes do sorgo, que quando em contato com as ervas daninhas inibem seu crescimento por atuarem, principalmente, na inibição da via fotossintética (Bais et al., 2004; Santos et al., 2012). Compostos fitotóxicos naturais (incluindo aleloquímicos) podem apresentar alto potencial para o controle de ervas daninhas (Souza Filho, 2006). Visando a obtenção de culturas resistentes às ervas daninhas, estudos têm sido realizados demonstrando que algumas plantas possuem uma defesa natural como o sorgo.

O sorgo é uma das plantas que possuem sua alelopatia comprovada, produzindo um complexo de substâncias lipídicas e proteínas denominados genericamente de sorgoleone, tendo como seu principal composto o 2-hidroxi-5-metoxi-3-[(Z,Z)-8',11',14'-pentadecatrieno]-p-benzoquinona, que é naturalmente liberado para o solo a partir dos tricomas das suas raízes e, no momento em que entram em contato com as ervas daninhas, inibem seu crescimento (Santos et al., 2012).

Os efeitos dos aleloquímicos são divididos em efeitos fisiológicos e ecológicos, tais como inibição da divisão e alongamento celular, perturbação dos sistemas antioxidantes, aumento da permeabilidade celular-membrana, e efeitos dos aleloquímicos sobre os microrganismos e o ambiente imediato (Cheng & Cheng, 2015).

Dayan et al. (1999) discute isso, e cita principalmente a síntese de aminoácidos, lipídios, pigmentos e ácido nucleico. Quanto a identificação desses corpos, Asaduzzaman e Asao (2012) estudaram a autotoxicidade e identificaram aleloquímicos produzidos por feijão (*Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris*, e *Vicia faba*) e para isso testou em um ambiente hidropônico com e sem o auxílio de carvão ativado.

Fernandez-Aparicio et al. (2013) identificaram e avaliaram a eficiência dos aleloquímicos produzidos por cereais na inibição da germinação de *Orobanche crenata*, planta espontânea que causa perdas nas lavouras de cereais, e descobriram que três aleloquímicos afetam a germinação significativamente, são eles 2-benzoxazolinona, 6-cloroacetil-2-benzoxazolinona e escopoletina, enquanto que benzoxazolinonas, L-triptofano, e ácido fumárico afetaram o crescimento radicular.

### 3.3. Germinação

Bewley e Black (1994) definiram germinação como um conjunto de processos que acarretam na absorção de água pela semente seca inativa e terminam com o desenvolvimento do eixo embrionário. E tais processos são influenciados tanto por fatores internos quanto externos, dentre eles destacam-se água, temperatura, oxigênio e luz (Raven et al., 2005). A germinação resulta em alterações morfológicas e fisiológicas na semente, e só é completada quando a radícula cresce a partir das camadas de cobertura da semente (Hermann et al., 2007).

A germinação ocorre rápido em situações favoráveis, entretanto quanto exposta a condições externas, há um impedimento chamado de dormência. Este fenômeno é um mecanismo da semente que impede a germinação em condições desfavoráveis (Bewley et al., 2006), e para que ocorra a germinação, é necessário que o estado de dormência seja perturbado. Há métodos para abalar o estado de dormência, os principais são controle de salinidade, umidade e temperatura do ambiente em que as sementes são acondicionadas (Baskin & Baskin, 1998).

A germinação e o estado de dormência são também controlados por diversos hormônios vegetais através de um sistema de comunicação cruzada (cross-talk), e durante diversos estudos realizados nos últimos anos têm sido relatado a ação do ácido abscísico (ABA) e das giberelinas (GAs) sobre a regulação da germinação das

sementes (Bogatek & Gniazdowska, 2012), e através da alteração artificial desses hormônios ou induzindo outros pode gerar quebra do estado de dormência da semente (Sozzi & Chiesa, 1995).

Sementes possuem proteínas armazenadas, principalmente globulinas e prolaminas, que aumentam em quantidade durante o processo de germinação, principalmente na fase média e tardia, pois é quando se absorve mais quantidade de azoto. O depósito de proteínas está localizado principalmente na membrana celular (Wilson, 1986). Alterações proteicas também são métodos importantes para controle da dormência em sementes (Graeber et al., 2010; Ali-Rachedi et al., 2004).

### **3.4. Atividade aleloquímica de espécies da caatinga na germinação de sementes**

Alguns autores estudaram a atividade aleloquímica de espécies da caatinga na germinação de sementes, neste estudo serão abordadas diferentes propostas realizadas por pesquisadores que tem agregado ao estado da arte quanto a alelopatia. De acordo com Inderjit et al. (2011) é de extrema importância identificar a atividade alelopática em espécies de plantas, cultivadas ou nativas, para entender o papel ecológico que desempenham em suas comunidades, especialmente em caso de controle de espécies de plantas espontâneas, visto que é uma das grandes problemáticas na produção agrícola (Oliveira, 2010).

Souza Ferreira et al. (2010) estudou o efeito alelopático do extrato aquoso do sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) sobre a germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de fava (*Phaseolus lunatus* L.) cv. Branquinha. o extrato aquoso foi produzido a partir de 200 g de folhas em quatro concentrações, e avaliaram porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação além do comprimento da raiz primária. Observou-se que os extratos não afetaram a germinação das sementes de fava, visto que, não apresentou atividade aleloquímica, mesmo nos tratamentos resultando em valores superiores que a testemunha, não houve diferença significativa, assim não causando efeito inibidor na germinação, tanto nos parâmetros de germinação quanto no desenvolvimento das plântulas. Vale destacar a importância do sabiá nos sistemas agroflorestais (Maia, 2004), reflorestamento (Garcia et al., 2002), e além de apresentar propriedades medicinais (Figueirôa et al., 2005).



Por ser uma espécie endêmica do bioma caatinga e utilizada como alimentação de animais da região, além de apresentar propriedades medicinais e cosméticas, juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) é uma espécie de planta extensamente estudada. Coelho et al. (2011) verificaram que os extratos de sementes de juazeiro em concentrações de 75 e 100% afetaram a percentagem e velocidade de germinação de alface da variedade "Mônica SF FI", para determinar isso avaliaram percentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, plântulas normais e anormais.

Oliveira et al. (2012a) avaliaram o efeito alelopático do extrato aquoso de sementes, flores e cascas de mulungu (*Erythrina velutina*) na germinação e desenvolvimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Mônica SF FI testando sete tratamentos (extrato de sementes a 100°C, extrato de sementes a 25°C, extrato de cascas a 100°C, extrato de cascas a 25°C, extrato de flores a 100°C, extrato de flores a 25°C e água destilada (testemunha)), as variáveis avaliadas foram percentagem de germinação, percentagem de plântulas normais, percentagem de plântulas anormais, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e comprimento da raiz. Foi constatado que apenas os extratos provenientes das sementes independente da temperatura foram capazes de reduzir a percentagem e velocidade de germinação de sementes de alface e afetaram o desenvolvimento das plântulas, enquanto os outros tratamentos causaram aparecimento de plântulas anormais e mortas.

E outro estudo, Oliveira et al. (2012b) estudaram o potencial alelopático do extrato de cascas e de folhas juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) sobre as sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), utilizando diversos tratamentos e para isso avaliaram percentagem de germinação, percentagem de plântulas normais, percentagem de plântulas anormais, percentagem de plântulas mortas, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea da plântula e comprimento da raiz da plântula. Observaram que os extratos aquosos de cascas e de folhas de juazeiro apresentam efeito fitotóxico na germinação de sementes de *L. sativa*, de acordo com os resultados, menos de 50% das sementes germinaram, enquanto que o bruto e diluídos não apresentaram efeito, quanto maior a concentração dos extratos de casca e de folhas maior efeito tóxico a germinação das sementes de alface, ainda reduziram o crescimento da raiz e da parte aérea.

Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poir.) é uma espécie com grande importância no semiárido pela sua resistência na madeira, fornece carvão e lenha de boa qualidade e com alto valor energético (Costa et al., 2014). O marmeleiro (*Croton sonderianus* Mull. Arg.) é uns dos principais responsáveis pela produção apícola no sertão Paraibano (Andrade et al., 2013), além de ser indicada para recuperação de solos e proteção contra erosão. Ambas as espécies são usadas na alimentação de bovinos, caprinos e ovinos (Maia-Silva et al., 2012; Teixeira; Pires, 2017).

Brito & dos Santos (2012) avaliaram o efeito alelopático de extratos aquosos em diversas concentrações (0, 25, 50, 75 e 100% a partir do extrato bruto) de ramos de jurema-preta e marmeleiro na germinação e vigor de feijão macacar, e para isso avaliaram porcentagens de germinação inicial, germinação final, comprimento de parte aérea e radicular. Verificou-se que o feijão é sensível aos extratos da parte aérea de ambas plantas, visto que apresentaram diferença significativa em relação ao grupo controle, o efeito que apresentou foi quanto ao impedimento do desenvolvimento das raízes e do coleóptilo, além de ter mostrado crescimento de plântulas anormais, entretanto não houve alteração significativa na germinação.

Silveira et al. (2012) também estudaram a atividade alelopática da jurema-preta, entretanto avaliando ação na germinação de alface (*Lactuca sativa* L.). Para tanto, empregaram extrato aquoso bruto de folhas em quatro concentrações ((0%, 25%, 50%, 75% e 100%) e avaliaram porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, porcentagem de plântulas normais e anormais, comprimento da parte aérea e da raiz nas plântulas, quanto a germinação. Constataram que o extrato a 75% e a 100% apresentaram diferença significativa em relação a testemunha, variando de 6 a 7% de germinação de sementes de alface, assim apresentando interação alelopática.

Castro et al. (2017) estudaram o potencial alelopático do extrato de folhas, caules e raízes de mussambé (*Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf.), malva (*Melochia tomentosa* L.), crista-de-galo (*Euploca procumbens* (Mill.) Diane & Hilger), salsa-roxa (*Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult) e malva-roxa (*Sida galheirensis* Ulbr.) sobre a germinação de tabaco-arbóreo (*Nicotiana glauca* Graham). Observou-se que todas as espécies em pelo menos uma das três concentrações testadas influenciaram a germinação, uma vez que utilizando o extrato de mussambé e salsa-roxa não houve germinação em nenhuma concentração de extrato caule. Para malva o extrato foliar

apresentou diferença significativa em relação a testemunha para germinabilidade, tempo médio e velocidade de emergência. Os extratos proveniente da salsa-roxa com concentração superior a 5% apresentaram interação alelopática na germinabilidade e na velocidade de emergência, enquanto que os extratos de crista-de-galo a partir da concentração de 15% apresentou diferença significativa, destacando-se a velocidade de emergência como sendo o parâmetro mais afetado.

O cumaru (*Amburana cearensis*) e a malva-santa (*Plectranthus barbatus*) são espécies que têm sido estudadas há algum tempo, alguns pesquisadores já conseguiram isolar metabolitos secundários como o ácido 3,4-dihidroxi-benzóico (Braga, 1976), ácido protocatecuico e o ácido vanílico (LORENZI, 1992; Campos et al., 2015), estes podem causar alelopatia, assim provando o potencial aleloquímico destas espécies.

Observando isso, em seguida, Lessa et al. (2017) analisaram efeitos alelopáticos exercidos por extratos aquosos de folhas frescas e secas dessas espécies na germinação de sementes de caruru (*Amaranthus deflexus*), e para isso avaliaram porcentagem final de germinação e o índice de velocidade de germinação e concluíram que os extratos são capazes de influenciar a germinação de *A. deflexus*, especialmente extratos produzidos a partir de folhas secas, visto que houve diferença significativa nas variáveis avaliadas, apresentando quase 100% em inibição de germinação, e destaca-se a concentração de 100 g.L<sup>-1</sup> como sendo a ideal para aplicação.

Conhecida popularmente como trapιά (*Crataeva tapia* L.), é uma espécie florestal presente em diversos biomas, especialmente caatinga, e foi estudada por Xavier et al. (2019) por apresentar em estudos anteriores proteínas com propriedades biológicas (Zhang et al., 2013). Este teve como objetivo determinar o potencial antioxidante e alelopático em sementes de alface (*Lactuca sativa* T.), e a partir da porcentagem de germinação, concluiu-se que principalmente extratos etanólicos das folhas apresentaram forte atividade alelopática por apresentarem diferenças significativas principalmente nas concentrações de 0,6, 0,8 e 1 mg.mL<sup>-1</sup>.

Na Tabela 1 estão catalogados os estudos que avaliaram atividade aleloquímica de espécies da caatinga na germinação de sementes.

**Tabela 1.** Levantamento bibliográfico de estudos científicos que avaliaram atividade aleloquímica de espécies da caatinga na germinação de sementes.

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Ano</b>	<b>Planta</b>	<b>Semente</b>	<b>Extrato</b>		<b>Parâmetros</b>	<b>Interação</b>
<b>Souza Ferreira et al.</b>	Efeito alelopático do extrato aquoso de sabiá na germinação de sementes de fava	2010	Sabiá	Fava	Aquoso	Folhas	Porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da raiz primária	Ausência
<b>Coelho et al.</b>	Atividade alelopática de extrato de sementes de juazeiro	2011	Juazeiro	Alface	Aquoso	Sementes, flores e cascas	Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, plântulas normais, plântulas anormais	Negativa
<b>Oliveira et al.</b>	Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface	2012	Mulungu	Alface	Aquoso	Sementes, flores e cascas	Porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas normais, porcentagem de plântulas anormais, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz	Negativa
<b>Oliveira et al.</b>	Atividade alelopática de extratos de diferentes partes de juazeiro ( <i>Ziziphus joazeiro</i> Mart. -Rhamnaceae).	2012	Juazeiro	Alface	Aquoso	Sementes, flores e cascas	Porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas normais, porcentagem de plântulas anormais, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz	Negativa
<b>Brito e Santos</b>	Alelopatia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macaçar	2012	Jurema-preta e Marmeleiro	Feijão Macacar	Aquoso	Ramos	Porcentagens de germinação inicial, germinação final, comprimento de parte aérea e radicular	Negativa
<b>Silveira et al.</b>	Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Moir. na germinação de <i>Lactuca sativa</i> L.	2012	Jurema-preta	Alface	Aquoso	Folhas	Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, porcentagem de plântulas normais e anormais, comprimento da parte aérea e da raiz	Negativa
<b>Castro et al.</b>	Sociabilidade e potencial alelopático de espécies da caatinga sobre a invasora <i>Nicotiana glauca</i> Graham (Solanaceae)	2017	Mussambé, malva, crista-de-galo, salsa-roxa e malva-roxa	Tabaco-arbóreo	Aquoso	Folhas, caules e raízes	Porcentagem de germinação, tempo médio, velocidade de emergência e uniformidade de germinação de plântulas	Negativa
<b>Lessa et al.</b>	Efeitos alelopáticos de extratos aquosos de folhas de <i>Amburana cearensis</i> e <i>Plectranthus barbatus</i> na germinação de <i>Amaranthus deflexus</i>	2017	Cumarú e Malva-santa	Caruru	Aquoso	Folhas	Porcentagem final de germinação e o índice de velocidade de germinação	Negativa
<b>Xavier et al.</b>	Potencial antioxidante e alelopático de <i>Crataeva tapia</i> L.	2019	Trapiá	Alface	Etanólico	Folhas	Porcentagem de germinação	Negativa

#### 4. Conclusões

Por essa revisão foi possível perceber que pesquisas nesse tema têm sido expressivamente desenvolvidas, principalmente em relação a eficiência da utilização do potencial alelopático de espécies nativas como estratégia adaptativa na Caatinga, uma vez que estas espécies se mostram eficazes também no processo de competição com espécies exóticas invasoras.

Contudo, ainda há alguns impasses a serem resolvidos, principalmente quanto a aplicabilidade, identificação de aleloquímicos, estudos que compreendam de forma diversa o ambiente, realizando estudos tanto *in situ* quanto *ex situ*, e que permitam a produção desses compostos em larga escala, assim podendo democratizar a utilização desses compostos através da produção de herbicidas alternativos produzidos através de produtos naturais. Além disso, foi percebido que em quase todos os trabalhos encontrados o extrato produzido foi aquoso.

#### Referências

ALBUQUERQUE, M. B.; DOS SANTOS, R. C.; LIMA, L. M.; DE ALBUQUERQUE MELO FILHO, P.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; DA CÂMARA, C. A. G., & DE REZENDE RAMOS, A. Efeito do extrato aquoso das folhas de nim indiano (*Azadirachta indica*) sobre o crescimento inicial de indivíduos daninhas. *Gaia Scientia*, 9, 1-6, 2015.

ALDRICH, R. J. Interference between crops and weeds. 300-312. 1987.

ALI-RACHEDI, S.; BOUINOT, D.; WAGNER, M. H.; BONNET, M.; SOTTA, B.; GRAPPIN, P.; JULLIEN, M. Changes in endogenous abscisic acid levels during dormancy release and maintenance of mature seeds: studies with the Cape Verde Islands ecotype, the dormant model of *Arabidopsis thaliana*. *Planta*, 219(3), 479-488. 2004.

ANDRADE, A. B. A.; SILVA, R. A.; SANTOS, D. P. Origem Floral dos Méis Produzidos pelos Apicultores do Município de Poço de José de Moura, PB. *Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 3(2), 2013.

ANNETT, R.; HABIBI, H. R.; & HONTELA, A. Impact of glyphosate and glyphosate-based herbicides on the freshwater environment. *Journal of Applied Toxicology*, 34(5), 458-479. 2014.

ASADUZZAMAN, M., & ASAO, T. Autotoxicity in beans and their allelochemicals. *Scientia Horticulturae*, 134, 26-31. 2012.

BAIS, H. P.; PARK, S. W.; WEIR, T. L.; CALLAWAY, R. M.; VIVANCO, J. M. How plants communicate using the underground information superhighway. *Trends in plant science*, 9(1), 26-32. 2004.

BASKIN, C. C., & BASKIN, J. M. (Seeds: ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination. Elsevier, 1998.

BEWLEY, J. D. & BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. Springer Science & Business Media, 2013.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. & HALMER, P. The encyclopedia of seeds: science, technology and uses. Cabi, 2006.

BOGATEK, R. & GNIAZDOWSKA, A. Ethylene in seed development, dormancy and germination. *Annual Plant Reviews online*, 189-218, 2018.

BRITO, I. C. A.; DOS SANTOS, D. R. Alelopatia de espécies arbóreas da caatinga na germinação e vigor de sementes de feijão macaçar. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 7(1), 129-140, 2012.

BRAGA, R. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. 3.ed. Fortaleza: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1976. 510p.

CAMPOS, A. R.; CUSTÓRDIO, C. S.; MESQUITA, Y. N. G.; DE MORAIS, A. C. L. N. Efeito gastroprotetor de fitoterápicos à base de *Plectranthus Barbatus* (Malva-Santa). *Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias*, 5(2), 2051-2057, 2015.

CARVALHO, G. J.; ANDRADE, L. A. B.; GOMIDE, M.; FIGUEIREDO, P. A. M. Potencialidades alelopáticas de folhas verdes ponteiros de cana de açúcar em diferentes diluições de matéria seca, na germinação de sementes de alface. *Revista Ciencias, Marília*, 5 (2), 19-24, 1996.

CASTRO, R. A.; FABRICANTE, J. R.; ARAÚJO, K. C. T. Sociabilidade e potencial alelopático de espécies da caatinga sobre a invasora *Nicotiana glauca* Graham (Solanaceae). *Natureza online*, 15(1), 59-69, 2017.

CHENG, F.; CHENG, Z. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Frontiers in plant science*, 6, 1020. 2015.

COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; OLIVEIRA, A. K.; DIOGENES, F. E. P. Atividade alelopática de extrato de sementes de juazeiro. *Horticultura Brasileira, Brasília*, 29(1), 108-111, 2011.

CORDEIRO, A. M.; OLIVEIRA, G. M.; RENTERÍA, J. M.; GUIMARÃES, C. A. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 34(6), 2007.

COSTA, T. G.; BIANCHI, M. L.; PROTÁSIO, T. P.; TRUGILHO, P. F.; PEREIRA, A. J. Qualidade da madeira de cinco espécies de ocorrência no Cerrado para produção de carvão vegetal. *Cerne*, 20(1),37-46, 2014.

DAYAN, F.; ROMAGNI, J.; TELLEZ, M.; RIMANDO, A.; DUKE, S. *Pest. Outlook* (1999), pp. 185-188.

EINHELLING, F. A. Characterization of mechanisms of Allelopathy. Modeling and experimental approaches. In: cheng Idergit HH and Dakshini KMM. (eds), *allelopathy, organism, processes and applications*. American Chemical Society, Washington, pp 132-141, 195.

EINHELLIG, F. A.; GALINDO, J. C. G.; MOLINILLO, J. M. G.; CUTLER, H. G. Mode of allelochemical action of phenolic compounds. *Allelopathy: Chemistry and mode of action of allelochemicals*, 217-238. 2004.

EMBRAPA. Controle biológico de pragas da agricultura / Eliana Maria Gouveia Fontes, Maria Cleria Valadares-Inglis, editoras técnicas. - Brasília, DF : Embrapa, 2020.

FERNÁNDEZ-APARICIO, M.; CIMMINO, A.; EVIDENTE, A.; RUBIALES, D. Inhibition of *Orobanche crenata* seed germination and radicle growth by allelochemicals identified in cereals. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(41), 9797-9803. 2013.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia Porto Alegre: UFRGS. 1999;

FERREIRA, A. G. Interferência: Competição e Alelopatia. Pp. 251-262. In: FERREIRA, A. G. & BORGHETTI, F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre, Artmed Editora, 2004.

FERREIRA, E. G. B. SL.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. M.; SALES, A. G. F. A. Efeito alelopático do extrato aquoso de sabiá na germinação de sementes de fava. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 3, 2010.

FIGUEIRÔA, J. M.; PAREYN, F. G. C.; DRUMOND, M. A.; ARAÚJO, E. de L. Madeireiras. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C.; FIGUEIRÔA, J. M. de; SANTOS JÚNIOR, A. G. Madeiras. In: SAMPAIO, E. V. S. B. Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 327 p

FITTER, A. Making allelopathy respectable. *Science*, 301(5638), 1337-1338. 2003.

GARCIA, J.; DUARTE, J. B.; FRASSETO, E. G. Superação de dormência em sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* L.). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 32(1), 29-31, 2002.



GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GILLARD, J.; FRENKEL, J.; DEVOS, V.; SABBE, K.; PAUL, C.; REMPT, M.; INZÉ, D.; POHNERT, G.; VUYLSTEKE, M.; VYVERMAN, W. Metabolomics enables the structure elucidation of a diatom sex pheromone. *Angewandte Chemie International Edition*, 52(3), pp.854-857. 2013.

GINDRI, D. M.; COELHO, C. M.; UARROTA, V. G. Efeitos fisiológicos e bioquímicos de aleloquímicos de *Lantana camara* L. na germinação de sementes de *Avena sativa* L.. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 50, 2020.

GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: UFRGS, 2000, 653 p.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Ed. Plantarium, 1992. 352p.

KAGAN, I. A.; RIMANDO, A. M.; DAYAN, F. E. Chromatographic separation and in vitro activity of sorgoleone congeners from the roots of *Sorghum bicolor*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(26), 7589-7595. 2003.

GRAEBER, K.; LINKIES, A.; MÜLLER, K.; WUNCHOVA, A.; ROTT, A. & LEUBNER-METZGER, G. Cross-species approaches to seed dormancy and germination: conservation and biodiversity of ABA-regulated mechanisms and the Brassicaceae *DOG1* genes. *Plant molecular biology*, 73(1-2), 67-87. 2010.

HERMANN, K.; MEINHARD, J.; DOBREV, P.; LINKIES, A.; PESEK, B.; HEß, B.; MACHÁČKOVÁ, I.; FISCHER, U.; LEUBNER-METZGER, G. 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid and abscisic acid during the germination of sugar beet (*Beta vulgaris* L.): a comparative study of fruits and seeds. *Journal of Experimental Botany* 58.11 (2007): 3047-3060.

INDERJIT; WARDLE, D. A.; KARBAN, R.; CALLAWAY, R. M. The ecosystem and evolutionary contexts of allelopathy. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(12), 655-662, 2011.

LATIF, S.; CHIAPUSIO, G.; WESTON, L. A. Allelopathy and the role of allelochemicals in plant defence. In *Advances in botanical research Academic Press*. 82, 19-54. 2017.

LESSA, B. F. da T.; SILVA, M. L. dos S.; BARRETO, J. H. B.; OLIVEIRA, A. B. de. Efeitos alelopáticos de extratos aquosos de folhas de *Amburana cearensis* e *Plectranthus barbatus* na germinação de *Amaranthus deflexus*. *Rev. de Ciências Agrárias, Lisboa*, v. 40(1), 79-86, 2017.

MACIAS, F.A., CASTELLANO, D., MOLINILLO, J.M.G. Search for a standart phytotoxic biossay for allelochemicals. Selection of standard target species. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 48(6), 2000.

MAIA, G. N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D&Z Computação gráfica e editora, 2004. 333-341.

MAIA-SILVA, C.; SILVA, C. I.; HRNCIR, M. Guia de plantas visitadas porabelhas na Caatinga. Fortaleza-CE: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012. 191 p.

MOLISCH, H. Der Einfluss einer Pflanze auf die andere, Allelopathie. Fischer Jena. 1937.

MATTAR, F. N. Pesquisa de marketing. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

OLIVEIRA, A. K. de. Potencial alelopático de espécies arbóreas da Caatinga. 2010. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M. de F. B, MAIA, S. S. S; DIÓGENES, F. E.P., MEDEIROS FILHO, S. Alelopatia de extratos de diferentes órgãos de mulungu na germinação de alface. *Horticultura Brasileira*, 30(3), 480-483, 2012.

OLIVEIRA, A. K. D.; COELHO, M. D. F. B.; MAIA, S. S. S., DIÓGENES, F. É. P., & MEDEIROS FILHO, S. Atividade alelopática de extratos de diferentes partes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.-Rhamnaceae). *Acta Botanica Brasilica*, 26(3), 685-690, 2012.

OLIVEIRA, Y. R.; SILVA, P. H.; ABREU, M. C.; LEAL, C. B.; OLIVEIRA, L. P. Potencial Alelopático de Espécies da Família Fabaceae Lindl, *Revista Ensaios e Ciencias*, 24(1), 2020.

PELLISSIER, F.; SOUTO, X. C. Allelopathy in northern temperate and boreal semi-natural woodland. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 18(5), 637-652. 1999.

POWLES, S. B. Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 64(4), 360-365. 2008.  
PUTNAM, A.R. *Chem. Eng. News*, 61 (14), pp. 34-45. 1983.

QUEIROZ, L.P. Leguminosas da caatinga. Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2009. 443p.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Physiology of Seed Plants: Plant Nutrition and Soils. Biology of Plants.* New York: WH Freeman and Company, 639, 978-7167, 2005.

REIGOSA, M.; GOMES, A. S.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Allelopathic research in Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 27(4), 629-646. 2013.

RICE, E.L. 1984. *Allelopathy.* 2nd edition. Orlando, Academic Press. 422.

DE SOUSA FERREIRA, E. G. B.; MATOS, V. P.; DE MOURA SENA, L. H.; SALES, A. G. D. F. A. Efeito alelopático do extrato aquoso de sabiá na germinação de sementes de fava. *Revista Ciência Agronômica*, 41(3), 463-467. 2010.

DA SILVEIRA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. D. F. B. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. na germinação de *Lactuca sativa* L. *Bioscience Journal*, 28(3), 2012.

SANTOS, I.L.V.L.; DA SILVA, C.R.C.; DOS SANTOS, S.L.; MAIA, M.M.D. sorgoleone: benzoquinona lipídica de sorgo com efeitos alelopáticos na agricultura como herbicida. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.79, n.1, p.135-144, 2012.

SOZZI, G. O., & CHIESA, A. Improvement of caper (*Capparis spinosa* L.) seed germination by breaking seed coat-induced dormancy. *Scientia Horticulturae*, 62(4), 255-261. 1995.

SOUZA FILHO, A.P.S. Proposta metodológica para análise da ocorrência de sinergismo e efeitos potencializadores entre aleloquímicos. *Planta Daninha* 24(3):607-610, 2006.

TEIXEIRA, C. T. M.; PIRES, M. L. L. S. Análise da Relação Entre Produção Agroecológica, Resiliência e Reprodução Social da Agricultura Familiar no Sertão do Araripe. *RESR*, 55( ), 47-64, 2017.

XAVIER, M. E. V.; SILVA, D. C. G.; da, MACEDO, E. da S.; SOUZA, M. A.; SANTOS, A. F. dos; COSTA, J. G. Potencial antioxidante e alelopático de *Crataeva tapia* L. *Diversitas Journal*, 4(1), 306-318. 2019.

WILSON, K. A. Role of proteolytic enzymes in the mobilization of protein reserves in the germinating dicot seed. *Plant proteolytic Enzymes.*, 2, 1-18. 1986.

WEIR, T. L.; PARK, S. W.; & VIVANCO, J. M. Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Current opinion in plant biology*, 7(4), 472-479. 2004.