



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

**ROBERTO MACHADO PAVANELO**

**INFLUÊNCIA DE EXTRATO AQUOSO DE MILHO NA GERMINAÇÃO E  
CRESCIMENTO INICIAL DA ALFAFA**

**CERRO LARGO**

**2019**

**ROBERTO MACHADO PAVANELO**

**INFLUÊNCIA DE EXTRATO AQUOSO DE MILHO NA GERMINAÇÃO E  
CRESCIMENTO INICIAL DA ALFAFA**

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

Orientador Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

**CERRO LARGO**

**2019**

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

Pavanelo, Roberto Machado  
INFLUÊNCIA DE EXTRATO AQUOSO DE MILHO NA GERMINAÇÃO  
E CRESCIMENTO INICIAL DA ALFAFA / Roberto Machado  
Pavanelo. -- 2019.  
35 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Agronomia, Cerro Largo, RS , 2019.

1. Alelopatia. 2. Autotoxicidade. 3. Medicago sativa.  
4. Zea mays. I. Radons, Prof. Dr. Sidinei Zwick, orient.  
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

ROBERTO MACHADO PAVANELO

INFLUÊNCIA DE EXTRATO AQUOSO DE MILHO NA GERMINAÇÃO  
E CRESCIMENTO INICIAL DA ALFAFA

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

Orientador Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

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

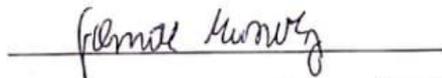
06/11/2019

BANCA EXAMINADORA

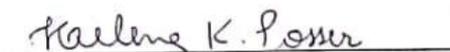


Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons - UFFS

Orientador



Prof. Dr. Gilmar Roberto Meinerz - UFFS



Bióloga Helena Konarzewski Posser

## RESUMO

A cultura da alfafa é uma forrageira de grande importância devido a sua alta produtividade e qualidade de sua forragem, apresentando aproximadamente 20% de Proteína Bruta e sua produção podendo chegar a 20 toneladas/hectare de massa seca por ano, além disso, pode ser utilizada de distintas formas, tais como, fenação, ensilagem, forragem peletizada (compactada), forragem verde e pastejo. No entanto, a alfafa apresenta autotoxicidade, ou seja, as plantas produzem substâncias que limitam a germinação. A autotoxicidade da alfafa pode afetar a germinação, estabelecimento da cultura e produtividade em áreas onde seu cultivo se sobrepõe, surgindo assim a necessidade de rotação de cultura. Os produtores da região das Missões utilizam para essa rotação a cultura do milho. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o potencial alelopático do extrato aquoso de milho em diferentes concentrações (1%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10%) na germinação e desenvolvimento inicial de alfafa. Foram conduzidos ensaios em laboratório, que concluíram que o extrato aquoso de parte aérea de milho apresentou efeito alelopático redutor da percentagem final de germinação e do índice de velocidade de germinação da alfafa somente a partir da concentração 7,5%. Em concentrações até 5%, o extrato aquoso de milho causou aumento da percentagem final de germinação e do índice de velocidade de germinação da alfafa em relação à testemunha com água destilada. Para o comprimento de radícula, comprimento de parte aérea, número de plântulas anormais e massa fresca de plântulas, foi observado que todas as concentrações de extrato apresentaram efeito alelopático negativo, onde as concentrações de 7,5 e 10% foram as que apresentaram maior efeito alelopático.

Palavras-chave: Autotoxicidade, *Medicago sativa*, *Zea mays*, Alelopatia.

## ABSTRACT

Alfalfa crop is a forage of great importance due to its high productivity and quality of forage, presenting approximately 20% of crude protein and its production can reach 20 tons / hectare of dry mass per year, besides, it can be used in different ways such as haying, silage, pelletized (compacted) forage, green forage and grazing. However, alfalfa has autotoxicity, that is, plants produce substances that limit germination. Alfalfa autotoxicity can affect germination, crop establishment and yield in areas where it overlaps, thus necessitating crop rotation. Farmers in the Missions region use this crop to grow maize. Therefore, the objective of this work is to evaluate the allelopathic potential of aqueous corn extract at different concentrations (1%, 2.5%, 5%, 7.5% and 10%) on alfalfa germination and initial development. Laboratory tests were conducted, which concluded that the aqueous extract of corn shoot showed an allelopathic effect reducing the final germination percentage and alfalfa germination speed index only from 7.5% concentration. At concentrations up to 5%, aqueous corn extract caused an increase in the final germination percentage and alfalfa germination speed index in relation to the control with distilled water. For root length, shoot length, number of abnormal seedlings and fresh seedling mass, it was observed that all extract concentrations had negative allelopathic effect, where the concentrations of 7.5 and 10% had the highest effect. allelopathic.

Key words: Autotoxicity, *Medicago sativa*, *Zea mays*, Allelopathy.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 ALELOPATIA .....	10
2.1.1 Extratos vegetais .....	12
2.2 CULTURA DA ALFAFA ( <i>Medicago sativa</i> ).....	13
2.2.1 Alfafa X Autotoxicidade .....	14
2.3 CULTURA DO MILHO ( <i>Zea mays</i> ) .....	16
2.3.1 Milho x Alelopatia.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 LOCAL .....	20
3.2 MATERIAL VEGETAL.....	20
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	20
3.4 TESTES LABORATORIAIS .....	20
3.4.1 Preparo do extrato.....	20
3.4.2 Germinação e crescimento de plântulas .....	21
3.5 AVALIAÇÕES .....	22
3.5.1 Avaliações para o teste de germinação .....	22
3.5.2 Avaliações para o teste de crescimento de plântulas .....	22
3.6 ANÁLISE DOS DADOS.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 GERMINAÇÃO.....	24
4.2 CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS.....	26
5. CONCLUSÕES .....	32
REFERÊNCIAS.....	33

## Lista de Figuras

Figura 1: Índice de Velocidade de Germinação (IVG) da cultura da Alfafa submetido a diferentes concentrações de extrato aquoso de Milho .....	24
Figura 2: Germinação final (%) da cultura da Alfafa submetida a diferentes concentrações de extrato aquoso de Milho.....	25
Figura 3: Número de plântulas anormais da cultura da Alfafa submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de Milho.....	27
Figura 4: Comprimento de radícula de plântulas de alfafa submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de Milho.....	28
Figura 5: Comprimento de parte aérea de plântulas de alfafa submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de milho.....	29
Figura 6: Massa fresca de plântulas de Alfafa submetida a diferentes concentrações de extrato aquoso de Milho.....	30

## 1. INTRODUÇÃO

A Alfafa (*Medicago sativa*) é uma leguminosa perene originária da Ásia menor, tendo sido considerada a primeira planta forrageira domesticada pela humanidade (MITTELMANN *et al.*, 2008). No Brasil, foi introduzida inicialmente no Rio Grande do Sul através da Argentina e Uruguai, sendo que seus primeiros cultivos datam do ano de 1850 (SAIBRO, 1985), nos vales dos rios Caí, Taquarí, Jacuí e Uruguai, também nas regiões serranas (SAIBRO, 1985). Porém, nos últimos anos, a principal produtora de alfafa tem sido a Mesorregião das Missões, com aproximadamente 3000 hectares da cultura, distribuídos em doze municípios (MITTELMANN *et al.*, 2008).

A alfafa é considerada por muitos como a “rainha das forrageiras” devido a sua produtividade anual de aproximadamente 10 t ha<sup>-1</sup> de massa seca de altíssima qualidade distribuída em 6 a 8 cortes (FONTANELI *et al.*, 2012). No entanto, a duração de um alfafal gira em torno de quatro a cinco anos (MITTELMANN *et al.*, 2008). Após, o rendimento cai drasticamente, havendo necessidade de renovação. Porém, como constatado por Oliveira e Oliveira (1999), a alfafa apresenta autotoxicidade, ou seja, as plantas produzem substâncias que limitam a germinação, por certo período, na mesma áreas, surgindo a necessidade de rotação de culturas, sendo que muitos produtores dessa região utilizam para essa rotação a cultura do milho (*Zea mays*).

Algumas gramíneas podem apresentar um potencial alelopático. Estudos com *Brachiaria brizantha*, *B. humidicola* e *B. decumbens* usando extrato aquoso bruto (10%) (SOUZA FILHO *et al.*, 1997) relataram atividade inibitória de germinação e desenvolvimento de radícula em desmódio (*Desmodium adscendens*), guanxuma (*Sida rhombifolia*) e assa-peixe (*Vernonia polyanthes*). Já França (2007) usando extrato aquoso (5%) de diferentes híbridos de milho constatou uma redução de aproximadamente 60% no Índice de Velocidade de Germinação além de significativa redução no desenvolvimento de radícula e hipocótilo de plântulas de alfafa comparado a testemunha (água destilada). Não foram encontrados na literatura trabalhos que relatam a existência ou não de efeito alelopático do milho sobre alfafa.

Este trabalho objetivou analisar o efeito de diferentes concentrações de extrato aquoso de milho na germinação da alfafa. Especificamente, avaliou-se o índice de velocidade de germinação, a porcentagem de germinação e o tamanho das plântulas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ALELOPATIA

Os primeiros registros históricos de que algumas espécies de plantas podem influenciar no desenvolvimento de outras, datam de 500 a. C. onde Democritus percebeu que a leguminosa grão-de-bico (*Cicer arietinum*) exauria o solo (GOMIDE, 1993 *apud* FRANÇA, 2007). O termo alelopatia surgiu somente na década de 30 com o pesquisador austríaco Hans Molisch e vem do grego allelon que significa “de um para outro” e pathós que significa “sofrer” (FERREIRA; AQUILA, 2000). A alelopatia como ciência é considerada recente pois seus preceitos básicos surgiram a apenas 70 anos. No Brasil em 1960 o primeiro relato de interferência entre plantas foi constatado por Miyasara *et al.* em estudo que envolvia rotação de culturas entre soja e algodão (SOUZA FILHO, 2014).

Alelopatia é compreendida como a interação química entre plantas, onde uma espécie vegetal libera substâncias para o ambiente capazes de alterar o padrão de germinação ou estabelecimento de outra espécie ou da própria espécie, esse último sendo denominado de autotoxicidade (CHON *et al.*, 2006). Já Rice (1984) define alelopatia como: “qualquer efeito direto ou indireto danoso ou benéfico que uma planta (incluindo microrganismos) exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente”. Para Rezende *et al.* (2003) a alelopatia é comumente confundida com competição, porém Rice (1984) estabeleceu que a diferença entre competição e alelopatia é que a última necessita de um composto químico liberado ao ambiente, enquanto a competição consiste na remoção ou redução de fatores essenciais ao desenvolvimento como luz, água e nutriente de outras plantas que compartilham o mesmo ambiente. No entanto, em condições naturais é muito difícil de diferenciá-las em virtude de se desencadearem simultaneamente confundindo assim os sintomas de uma com o da outra (ALMEIDA, 1991).

Whittaker (1970) designou como aleloquímicos os compostos químicos capazes de interferir na interação planta x planta, esses aleloquímicos podem ser produzidos em diferentes partes das plantas tais como folhas, flores, frutos, raízes e sua concentração nos tecidos desses órgãos variam conforme a espécie, idade, luminosidade, temperatura entre inúmeros outros fatores (TUR *et al.*, 2010). Souza

filho (2014) considera que a liberação desses aleloquímicos ao ambiente é dada por quatro diferentes vias, sendo estas, lixiviação de material vegetal vivo ou morto, volatilização, exsudação radicular, decomposição de resíduos ou restos culturais. Segundo Azania *et al.* (2003), os aleloquímicos podem pertencer a diversos grupos químicos tais como: fenólicos, cumarinas, terpenóides, flavonóides, alcalóides, glicosídeos cianogênicos, derivados do ácido benzóico, taninos e quinonas complexas. Para que esses aleloquímicos causem interferência em outras plantas é necessário que acumulem-se em quantidade suficiente e que sejam liberados continuamente por algum tempo para que seus efeitos sejam persistentes (ALMEIDA, 1988 *apud* MANO, 2006).

Segundo Ferreira e Áquila (2000) os aleloquímicos possuem duas formas de ação distintas, são estas, ação direta e ação indireta, sendo ação direta quando essas substâncias interferem diretamente no metabolismo, seja se ligando a membrana ou penetrando nas células da planta alvo, e ação indireta quando há alterações nas propriedades do solo seja causando alterações nas condições nutricionais ou alterações nas populações e atividades dos microrganismos.

Há uma grande discussão se as substâncias alelopáticas constituem o produto final do metabolismo celular, por estas se apresentarem em maior quantidade nos vacúolos das células dando a ideia de estar assim depositadas com intuito de evitar autotoxicidade, ou um fator genético onde esses compostos estão constantemente sendo produzidos, sintetizados e degradados pelas plantas (ALMEIDA, 1985). Diversos processos podem ser afetados pelas substâncias alelopáticas, como a germinação das sementes, crescimento de plântulas, fotossíntese, assimilação de nutrientes, perda de nutrientes pelos efeitos de permeabilidade da membrana celular, além da respiração e síntese de proteínas (DURIGAN & ALMEIDA, 1993)

A ação alelopática de uma espécie pode afetar todo o desenvolvimento de outra, porém estudos indicam que a germinação e o desenvolvimento de plântula são muito afetados sendo esse último o mais prejudicado, sendo assim a sua avaliação um instrumento de grande valia para a análise do potencial alelopático de determinado extrato vegetal ou substância a ser testado (FERREIRA e AQUILA 2000).

### 2.1.1 Extratos vegetais

Uma forma de avaliar o potencial alelopático de uma espécie vegetal é através da extração de compostos alelopáticos de seu tecido utilizando um extrator orgânico (álcool, acetona, éter, etc.) ou água destilada, assim formando um extrato bruto, esse extrato é usado em laboratório principalmente para bioensaios de germinação de sementes, onde através da umidificação do substrato com esse extrato é proporcionado o contato direto das sementes da planta receptora com as substâncias alelopáticas (ALMEIDA, 1991). A utilização de extrato aquoso para determinação da existência de atividade alelopática é tradicionalmente usada devido ser caracterizada como sendo muito simples e usual, além disso de possibilitar o melhor isolamento do efeito alelopático de outras interferências (SANTOS, 2002).

A avaliação do potencial alelopático do extrato principal não é somente feita sobre a germinação de sementes mas também sobre o desenvolvimento inicial de plântulas pois nem sempre o efeito alelopático é verificado no percentual de germinação mas sim no Índice de Velocidade de Germinação ou em outras variáveis também analisadas (FERREIRA E ÁQUILA, 2000).

As sementes são consideradas excelentes organismos para bioensaios pois após a reidratação elas entram em processo de germinação e sofrem rápidas mudanças fisiológicas tornando-se assim sensíveis aos estresses ambientais (SOUZA FILHO *et al.*, 1997). O bioensaio mais utilizado é o de inibição ou estímulo de germinação de sementes, que consiste em colocar as sementes da espécie receptora em um substrato saturado com a solução teste, para acomodar esse substrato geralmente são utilizados caixas gerbox ou placas de Petri, esse bioensaio é comumente conduzido com temperatura e fotoperíodo ótimos para a germinação da espécie receptora (PIRES; OLIVEIRA, 2011).

No entanto, é importante salientar que esses resultados obtidos em laboratório não devem ser extrapolados a nível de campo, pois, no campo um grande número de compostos podem ser perdidos para o meio ambiente, seja por lixiviação ou decompostos pela ação de micro organismos (RODRIGUES *et al.*, 1992).

## 2.2 CULTURA DA ALFAFA (*Medicago sativa*)

A alfafa é considerada a primeira leguminosa forrageira domesticada, sendo que os primeiros registros de sua utilização datam de aproximadamente 1300 a.C. onde hoje compreende-se a atual Turquia (LANGER, 1995). No entanto, estima-se que no Paquistão, Afeganistão e Caxemira a alfafa vem sendo cultivada desde 4000, 3000, 2000 anos a.C. respectivamente (KÖPP, 2011).

Porém, a etimologia da palavra ainda é muito discutível, pois pode ter surgido do persa *aspo-asti* que significa comida de cavalo, do árabe *al-fasfasa* ou do caxemiriano *ashwa-bal* que significa poder do cavalo. Na Europa o nome usado para alfafa é lucerne, e pode ter derivado do persa *lājwārd* para lápis-lazúli, em referência à sua flor azulada (SHIFINO-WITTMANN, 2008 *apud* KÖPP, 2011).

A alfafa teve historicamente um grande papel no avanço das civilizações devido ao seu uso para alimentação de animais, principalmente cavalos. Tendo seu centro de origem no Oriente Médio, foi primeiramente introduzida na Grécia aproximadamente 500 anos a.C., então foi difundida para a Itália no século II a.C. onde se propagou por todo o Império Romano, principalmente para a Espanha, França e norte da África (KÖPP, 2011). Com o descobrimento das Américas a alfafa foi introduzida pelos portugueses e espanhóis primeiramente no México e Peru no século XVI, sendo difundida para os EUA pelas fronteiras mexicanas e para a Argentina e Chile pelas fronteiras peruanas (HIJANO; BASIGALUP, 1995 *apud* KÖPP, 2011).

Aproximadamente em 1775 a alfafa chegou à Argentina e Uruguai, sendo introduzida no Brasil pelas fronteiras com o Rio Grande do Sul no século XIX, de onde difundiu-se para o restante dos estados, principalmente Paraná e Santa Catarina (NUERNBERG *et al.*, 1992). No Rio Grande do Sul os primeiros cultivos de alfafa datam aproximadamente do ano de 1850 nos vale dos rios Caí, Taquari, Jacuí e Uruguai além das encostas da Serra (SAIBRO, 1985), de onde surgiu a população denominada hoje de Alfafa Crioula, que resultou da seleção natural juntamente com a seleção realizada pelo homem, pois os produtores somente colhiam as sementes de alfafais de quatro ou cinco anos, assim selecionando somente as plantas mais persistentes (OLIVEIRA, 1991).

No Rio Grande do Sul a cultura da alfafa está presente em 19% dos municípios, sendo a mesorregião das Missões a principal produtora com aproximadamente quatro

mil hectares da cultura (MITTELMANN *et al.*, 2010). A alfafa pode ser utilizada de distintas formas, tais como, fenação, ensilagem, forragem peletizada (compactada), forragem verde e pastejo. No entanto, praticamente toda a produção de alfafa da região das Missões é transformada em feno e comercializada com outras regiões do estado, principalmente a Fronteira Oeste e Região Metropolitana de Porto Alegre além de outros estados como Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul (MITTELMANN *et al.*, 2010).

A alfafa vem sendo considerada por muitos como a “rainha das forrageiras” devido a sua forragem de qualidade, apresentando aproximadamente 20% de Proteína Bruta, 70% de digestibilidade *in vitro* (OLIVEIRA, 2006 *apud* MITTELMANN *et al.*, 2010) e rica em minerais como cálcio, fósforo e vitaminas A e C (NUERNBERG *et al.*, 1992), além de sua produtividade ultrapassar 20 toneladas por hectare de matéria seca (MITTELMANN *et al.*, 2010).

A alfafa é uma planta pertencente à família das Fabaceae sendo descrita como perene. Os caules são herbáceos de hábito ereto, podendo atingir de 60 a 90 centímetros de altura (BALL *et al.*, 2007 *apud* FONTANELI *et al.*, 2012) e saem da coroa da planta onde se encontram as gemas que originam novos caules posteriormente ao envelhecimento ou corte dos primeiros. Apresenta um sistema radicular profundo onde suas raízes pivotantes podem atingir de 2 a 7 metros de profundidade, permitindo assim uma grande resistência a períodos de estiagem. O número de afilhos originados da coroa depende de alguns fatores da planta como o vigor e a idade, os talos da alfafa possuem folhas compostas trifolioladas, composta por folíolos lineares ou oblongos (GROVE e CARLSON, 1972 *apud* BARCIK, 1999). As flores são pequenas de coloração em tons violáceos, em número de cinco a quinze e dispostas em racemos abertos de 15 a 30 centímetros. Seu fruto é um legume de formato espiralado contendo de três a cinco voltas, sendo um fruto indeiscente com número variado de sementes no legume, sendo que a cor destas sementes alterna do amarelo-claro ao marrom-escuro (RODRIGUEZ; EROLES, 2008 *apud* KÖPP, 2011).

### 2.2.1 Alfafa X Autotoxicidade

Quando uma planta produz compostos químicos capazes de prejudicar a criação de novas mudas da mesma espécie, denominamos de autotoxicidade, sendo

esta uma forma específica de alelopatia que pode envolver um ou mais compostos químicos (CHON *et al.*, 2006).

Segundo Barcik (1999) com observações a campo é possível verificar uma tendência a redução da densidade de plantas de alfafa com o passar do tempo, sugerindo assim a existência de uma inibição intraespecífica. Acredita-se que a autotoxicidade da alfafa pode ser um mecanismo de proteção para controlar a competição e provavelmente evoluiu com a seleção natural, pois a alfafa originou-se no Oriente Médio durante o período em que essa região era um deserto quente e seco, e a prevenção de competição por água com mudas próximas iria aumentar a longevidade das plantas já existentes (CHON *et al.*, 2006).

Segundo Mittelman *et al.* (2010) o tempo médio de renovação dos alfafais na região da Missões no Rio Grande do Sul tem sido em média de quatro anos, no entanto, Chon *et al.* (2006) sugere que a autotoxicidade da alfafa pode afetar a germinação, estabelecimento da cultura e produtividade em áreas onde se sobrepõem cultivos de alfafa sendo menores em comparação a áreas com rotação de culturas ou que passaram por períodos de pousio. Barcik (1999) em experimento realizado utilizando extrato aquoso de plantas de alfafa nas concentrações de 5, 10 e 15%, observou uma inibição no processo germinativo das sementes da mesma cultura, sendo esse efeito proporcional ao aumento das concentrações dos extratos, constatando assim o efeito de autotoxicidade. No entanto além da autotoxicidade as alfafa também apresenta heterotoxicidade, a forma normal de alelopatia, que afeta o crescimento de outras espécies, porém a concentração do extrato de alfafa para necessário para ocorrer a heterotoxicidade das plantas invasoras é muito maior do que para causar a autotoxicidade (CHUNG E MILLER, 1995 *apud* CHON *et al.*, 2006).

Cosgrove (1996) citado por Chon *et al.* (2006) em estudos realizados em Illinois e Wisconsin (EUA) constatou que a alfafa cultivada após rotação de um ano com a cultura do milho, obteve um maior rendimento tanto de forragem de alfafa quanto de densidade de plantas em comparação a alfafa ressemeada em áreas onde a alfafa anterior foi arada no outono e novamente semeada na primavera.

### 2.3 CULTURA DO MILHO (*Zea mays*)

O milho pertence à família das *Poaceas*, porém para explicar sua origem existem três principais hipóteses competitivas:

A primeira é a hipótese da “evolução divergente”, onde o milho, os teosintes e o gênero *Tripsacum* teriam sido originados da evolução divergente de uma planta selvagem. A segunda hipótese é do “milho como antepassado do teosinto”, onde afirma-se que o teosinto poderia ter sido originado do milho por apresentar reação ao foto periodismo, redução do sabugo com várias fileiras (polístico) para sabugo de duas fileiras (dístico), redução de grãos pareados para únicos e endurecimento das glumas e da raque. Porém a terceira é a mais aceita, que é a hipótese da “descendência do teosinto”, que sugere que o milho teve origem direta e unicamente do teosinto devido a seleção praticada pelo homem (FORNASIERI FILHO, 2007). Várias alterações acompanharam a evolução, tais como, diminuição das perfilhações, maior separação das inflorescência masculinas e femininas, aumento acentuado das espigas, além de aumento na dominância apical e menor sensibilidade ao fotoperiodismo (PATERNARI, 1984 *apud* FORNASIERI FILHO, 2007).

Segundo Goodman 1987 (*apud* OLIVEIRA *et al.*, 2010) o milho é uma planta originária da América Central, sendo os povos nativos os pioneiros na utilização desse cereal, que além de cultivar selecionaram diversas variedades primitivas de milho. O milho é uma das poucas plantas econômicas nativas das Américas e foi encontrada por membros da expedição de Cristóvão Colombo sendo cultivada a mais de 500 anos e sendo amplamente utilizado pelas populações nativas. Ao regressar à Espanha, Colombo levou sementes desse primeiro milho, as quais foram cultivadas na Bacia do Mediterrâneo, de onde espalharam-se amplamente para outras regiões (FORNASIERI FILHO, 2007).

Galinat, 1988 (*apud* FORNASIERI FILHO, 2007) afirma que a domesticação do milho ocorreu há quatro mil anos e que hoje encontra-se completamente domesticado, pois não sobrevive em forma selvagem, dependendo assim, dos cuidados do homem. Por apresentar grande adaptabilidade, pode ser cultivado em climas tropicais, subtropicais e temperados desde o Equador até o limite das terras temperadas e desde o nível do mar até altitude superiores a 3600 metros (BARROS e CALADO, 2014). O indígena habitante da América, através da seleção, desenvolveu um dos

mais importantes alimentos da história da civilização, capaz de ser utilizado tanto na alimentação de animais, quanto na alimentação humana e sendo fonte de grande número de produtos industriais (FORNASIERI FILHO, 2007).

Atualmente o milho apresenta grande importância econômica devido as suas diversas formas de utilização, que vai desde alimentação animal até a indústria de alta tecnologia, apresentando utilização mundial de 66% do milho em grão na alimentação animal e 25% é utilizado na alimentação humana e em processos industriais, sendo que o restante é utilizado como sementes. Além disso em populações de baixa renda o milho constitui a fonte de energia e proteína, fornecendo 15% do total anual de proteína e 19% das calorias produzidas pela alimentação (FORNASIERI FILHO, 2007).

No âmbito mundial o Brasil ocupa a terceira posição no ranking dos maiores produtores de milho, ficando somente atrás dos Estados Unidos e China (FAO, 2017). Segundo dados da Conab (2019), o Brasil possuía na safra 2018/2019 uma área plantada de 17.255,6 mil hectares com produção de 94.008,5 mil toneladas. No âmbito nacional, a cultura tem elevada importância, tanto no aspecto econômico, ocupando a segunda maior área cultivada e segunda maior produção de grãos ficando em ambas atrás apenas da cultura da soja; já no aspecto social respalda-se por ser componente básico na dieta das camadas mais pobres da população, por ser um produto típico do pequeno produtor rural e por ser o principal componente da ração animal (FORNASIERI FILHO, 2007).

No sistema de plantio direto a cultura do milho tem grande importância, pois é utilizado no esquema de rotação de culturas por ter grande adaptabilidade e por deixar uma grande quantidade de matéria seca com relação C/N maior que a da soja protegendo assim o solo de erosão por um maior período de tempo e melhorando o solo. A importância da cultura do milho na rotação de culturas também foi ressaltada por Fornasier Filho (2007):

Outra característica marcante da cultura do milho é sua importância agrônômica, por ser componente indispensável do sistema de produção de grãos. A prática continuada de monocultura potencializa os danos causados por insetos-praga e doença, aumentando a ocorrência de plantas daninhas, prejudica os atributos químicos e físicos do solo e os econômicos. Nesse aspecto, o milho é um dos mais importantes produtos utilizados na rotação de culturas, principalmente em sistemas agrícolas nos quais a soja é a principal cultura (FORNASIERI FILHO, 2007, p.10).

Além disso, por ser uma gramínea o milho possui um sistema radicular que alcança profundidades diferente em comparação com a cultura da soja, consequentemente obtém um maior aproveitamento dos nutrientes.

### 2.3.1 Milho x Alelopatia

A semeadura direta é um dos sistemas de cultivo predominantes no Brasil. Porém, os restos culturais da planta de cobertura, ao decomporem-se, liberam no solo compostos orgânicos capazes de influenciar o desenvolvimento tanto de plantas daninhas quanto das culturas subsequentes (ALMEIDA, 1976 *apud* FRANÇA *et al.*, 2007). O milho é uma cultura muito utilizada nesse sistema de cultivo, e reduções de produtividade são encontradas na literatura quando o mesmo é submetido a monocultura, além disso a inibição do próprio desenvolvimento pode ser encontrada quando utilizados extratos aquosos ou incorporação da palha ao solo caracterizando assim a autoalelopatia (FRANÇA *et al.*, 2007). Segundo Guenzi & McCalla (1962 *apud* SANTOS, 2002) os resíduos de trigo, aveia e sorgo, assim como o de milho, apresentam substâncias alelopáticas que são solúveis em água, capazes de reduzir a germinação de sementes de trigo em 89%, crescimento de raízes em 87% e brotações de plântulas em 93%. Além disso, estes autores observaram que os efeitos alelopáticos dos resíduos de milho em decomposição persistiram por 22 semanas sobre o crescimento de plântulas de trigo.

Chou & Patrick (1976) em experimento utilizando cromatografia gasosa em resíduos culturais de milho deixados por um período de 30 dias sobre o solo, encontraram 18 compostos sintéticos voláteis e não voláteis, onde alguns deste apresentaram uma grande inibição do crescimento de alface. Em experimento utilizando extrato de várias partes da planta de milho Guenzi *et al.* (1967 *apud* FRANÇA *et al.*, 2007) encontrou uma inibição no crescimento de parte aérea de plântulas de trigo de até 67%, outro experimento semelhante foi realizado por Al-Mezori *et al.* (1999 *apud* FRANÇA *et al.*, 2007) onde foi utilizado diferentes concentrações de extrato aquoso de raízes e parte aérea de milho, sendo observado reduções significativas tanto na germinação de sementes de milho quando no desenvolvimento de raízes e colmo. Além disso, o milho pode apresentar resistência a pragas e doenças e destoxificação de herbicidas, devido a produção do ácido

hidroxâmico também denominado de benzoxazolinona, porém esse ácido pode causar redução na clorofila de outras plantas prejudicando assim a fotossíntese (Sicker *et al.*, 2001). Jiménez *et al.* (1983) afirmam que o acúmulo de grãos de pólen de milho no solo possui efeito alelopático sobre algumas plantas daninhas, conferindo-lhe assim uma vantagem competitiva principalmente durante o período de floração.

No entanto, Santos (2002) afirma que a cultura do milho pode apresentar caráter inibitório ou estimulatório e que esses caracteres dependem do ambiente, genótipo e estágio de desenvolvimento, pois o mesmo observou que com a incorporação no solo de 2 toneladas por hectare de matéria seca do híbrido C-435 foi possível perceber o caráter estimulatório para o cafeeiro.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 LOCAL

O experimento foi conduzido no laboratório de sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul(UFFS), *campus* Cerro Largo – RS, no período de março a abril de 2019, em estufa incubadora do tipo B.O.D.

### 3.2 MATERIAL VEGETAL

A parte aérea de plantas de milho utilizadas foram coletadas de plantas sadias no estágio de florescimento, da cultivar LG 6030. Após serem coletadas foram acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft e levados a uma estufa de secagem por um período de 120 horas a uma temperatura de 50°C. Após a secagem o material vegetal foi triturado em moinho de facas do tipo Willey.

### 3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), utilizando 5 concentrações de extrato (1%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10%) e uma testemunha contendo apenas água destilada, em 4 repetições.

Cada unidade experimental foi constituída por uma caixa Gerbox, contendo 25 sementes, resultando em 24 caixas e 600 sementes da cultivar Crioula para o teste de germinação, e 24 caixas e 216 sementes da cultivar Crioula para o experimento de crescimento de plântulas, pois nesse foram utilizadas 9 sementes por caixa.

### 3.4 TESTES LABORATORIAIS

#### 3.4.1 Preparo do extrato

Para obter o extrato foi preparado primeiramente o extrato bruto (10%), no qual foi pesado 100 g do material vegetal seco na balança de precisão e após foi acrescentado 900 ml de água. Com o auxílio de um liquidificador foi realizada a

mistura do material, e após com o auxílio de uma gaze foi feita a filtragem do extrato para retirar as partículas maiores conforme BORGES et al. (2007).

Para obter as demais concentrações (1%, 2,5%, 5% e 7,5%) foi realizada a diluição do extrato bruto nas proporções correspondentes. Para a concentração de 1%, foi realizado a diluição de 20 ml de extrato bruto e 180 ml de água destilada. Para a concentração de 2,5%, foram diluídos 50 ml de extrato bruto e 150 ml de água destilada. Para a concentração de 5%, foram diluídos 100 ml de extrato bruto e 100 ml de água destilada e, para a concentração de 7,5%, foram diluídos 150 ml de extrato bruto e 50 ml de água destilada. Para a testemunha foi utilizado apenas água destilada.

#### 3.4.2 Germinação e crescimento de plântulas

Os ensaios de germinação e crescimento e plântulas foram realizados separadamente conforme metodologia adaptada de Inoue *et al.* (2009). Para os ensaios de germinação, as sementes de alfafa (*Medicago sativa*) foram acondicionadas em caixas do tipo gerbox previamente higienizadas com NaClO à 1%, com 25 sementes cada. As caixas foram forradas com 2 folhas de papel germitest e, posteriormente, umedecidos com 9ml de extrato, ou água destilada no caso das testemunhas e fechadas com filme plástico para evitar a perda de água. Após a adição dos extratos, as gerbox foram mantidas em BOD sem fotoperíodo a uma temperatura de 18°C (BRASIL, 2009) e avaliadas diariamente até o décimo dia após a implantação do experimento.

Para o ensaio de crescimento de plântulas, foram acondicionadas 9 sementes pré-germinadas, com radícula de 2 mm de comprimento cada, em cada caixa gerbox previamente higienizada com hipoclorito de sódio (NaClO) à 1%. As caixas foram forradas com 2 folhas de papel germitest e, posteriormente, umedecidos com 9ml de extrato, ou água destilada no caso das testemunhas e fechadas com filme plástico para evitar a perda de água. Após a adição dos extratos, as gerbox foram mantidas em BOD sem fotoperíodo a uma temperatura de 18°C (BRASIL, 2009), foram avaliadas somente no décimo dia após a instalação do experimento.

## 3.5 AVALIAÇÕES

### 3.5.1 Avaliações para o teste de germinação

Para o cálculo da porcentagem de germinação foram consideradas germinadas as sementes que apresentarem radícula igual ou superior a 2 mm de comprimento (BRASIL, 2009).

A porcentagem de germinação foi calculada utilizando-se a seguinte fórmula:

$$G = (N/A) * 100$$

Onde:

G= Porcentagem de germinação;

N= Número total de sementes germinadas ao final do experimento;

A= Número total de sementes colocadas para germinar;

O índice de velocidade de germinação foi calculado através do acompanhamento diário e utilizando a fórmula proposta por Maguire (1962), onde o IVG é definido por:

$$IVG = N1/1 + N2/2 + N3/3 + Nn/n...$$

Onde:

IVG = Índice de Velocidade de Germinação;

Nn = números não acumulados de sementes germinadas ao primeiro, segundo, terceiro... dias após a instalação do experimento;

n = número de dias após a instalação do experimento.

### 3.5.2 Avaliações para o teste de crescimento de plântulas

O comprimento de radícula e parte aérea foi determinado com o auxílio de uma régua milimétrica, onde foram medidas somente as plântulas que apresentarem comprimento de radícula igual ou maior que dois milímetros. Foi também determinado plântulas normais e anormais de acordo com as indicações do RAS (Regras para análise de sementes), sendo consideradas plântulas normais, as que demonstram potencial para se desenvolver e originar plantas normais, ou seja, plântulas com todas

as estruturas bem desenvolvidas ou com pequenos defeitos que não prejudiquem seu desenvolvimento (BRASIL, 2009). E a determinação de massa fresca foi realizada através da pesagem dos tratamentos com auxílio de uma balança eletrônica de precisão.

### 3.6 ANÁLISE DOS DADOS

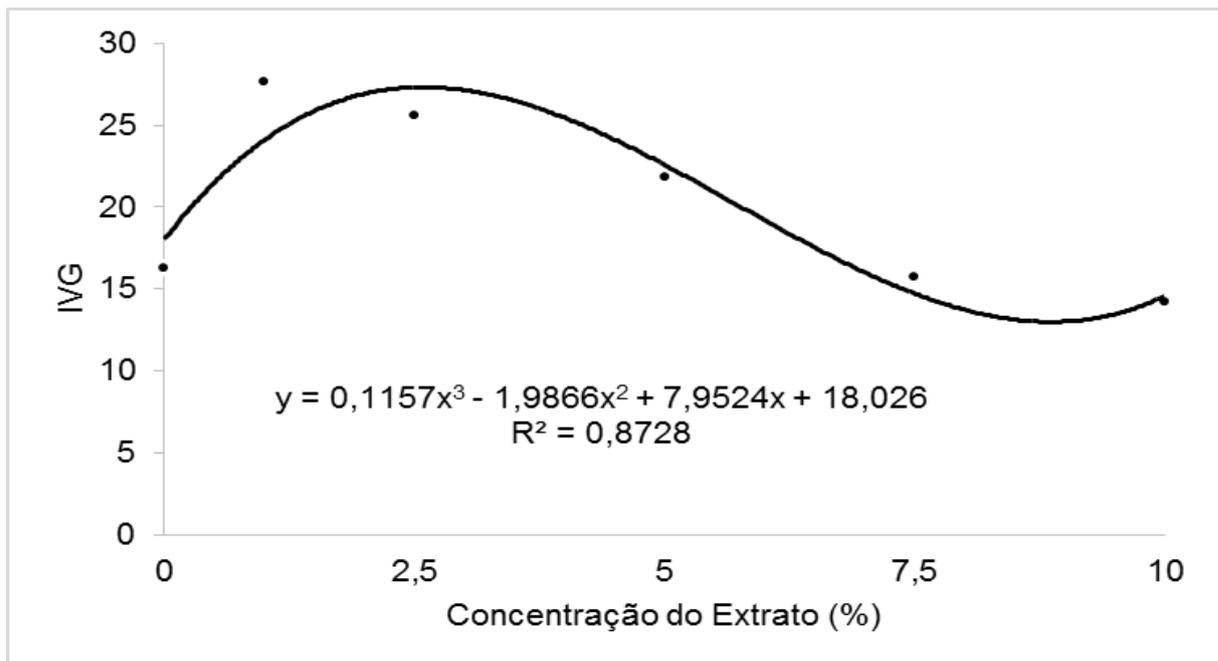
Os resultados foram submetidos à análise de variância em 5% de probabilidade de erro utilizando o software SASM-Agri e, quando constatado efeito significativo, foi feita análise de regressão para interpretação dos resultados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 GERMINAÇÃO

Com relação ao Índice de Velocidade de Germinação (IVG) a diferença entre tratamentos foram significativos. No entanto, somente os extratos nas concentrações 7,5 e 10% apresentaram interferência negativa no índice de velocidade de germinação em comparação a testemunha contendo apenas água destilada, como apresentado na figura 1, as demais concentrações de extrato aquoso apresentaram interferência positiva no índice de velocidade de germinação, em comparação a testemunha.

Figura 1: Índice de Velocidade de Germinação (IVG) da cultura da Alfafa submetido a diferentes concentrações de extrato aquoso de Milho.



Fonte: Elaborado pelo autor.

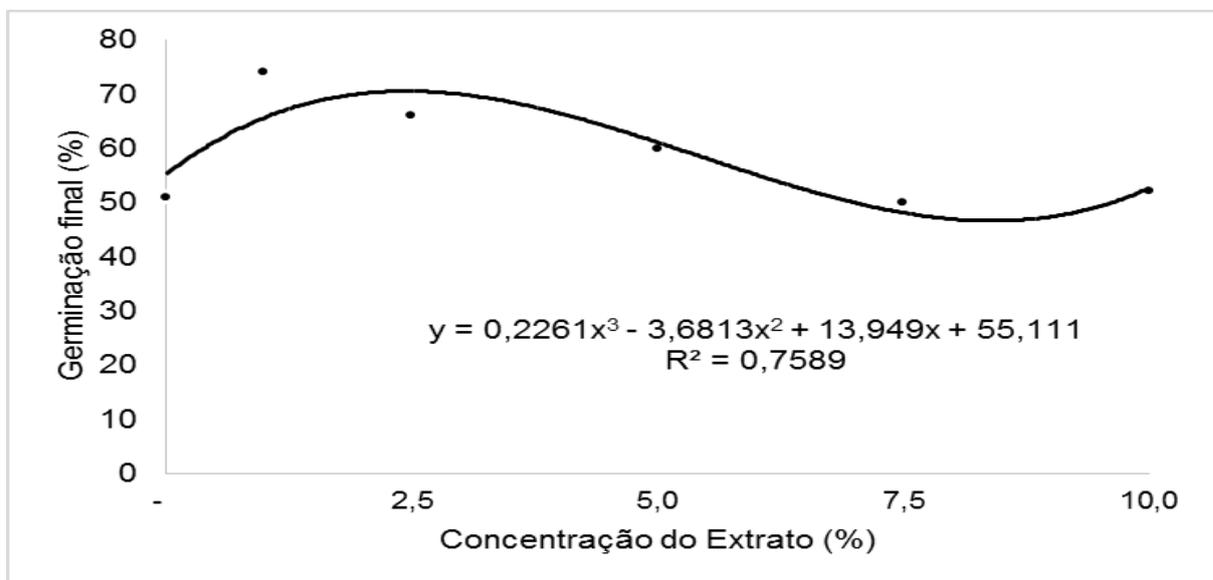
Em trabalho utilizando diferentes concentrações de extrato aquoso de híbridos de milho na germinação de alface, França (2007) encontrou que na concentração 5% alguns híbridos de milho apresentaram maior efeito alelopático causando uma diminuição de até 59% no índice de velocidade de germinação (IVG). No entanto, Al-Mezori et al. (1999) utilizando extrato aquoso de milho (cv. Nerium) nas concentrações 3 e 6% não observaram redução no índice de velocidade de germinação para sementes de alface. Taiz e Zeiger (2013) afirmam que alguns fatores interferem na

produção de aleloquímicos, como a precipitação, temperatura, umidade, radiação, podendo assim ocorrer diferença entre testes realizados com as mesmas culturas e mesmos extratos.

Meinerz et al. (2010) utilizando extratos de plantas de cobertura, algumas delas sendo da mesma família botânica do milho como a aveia, o azevem e a brachiaria, observaram que os extratos de azevem e de brachiaria não diferiram da testemunha contendo apenas água destilada, no entanto, o extrato de aveia apresentou uma redução de 42,36% no índice de velocidade de germinação (IVG) em comparação a testemunha contendo apenas água destilada, sugerindo um possível efeito alelopático.

No teste de germinação final a diferença entre os resultados dos diferentes tratamentos foi significativa. Sendo que foi verificada interferência negativa na germinação final somente na concentração a 7,5% em comparação a testemunha contendo apenas água destilada, como mostra a figura 2, sendo que as demais concentrações apresentaram interferência positiva em comparação a testemunha contendo apenas água destilada.

Figura 2: Germinação final (%) da cultura da Alfafa submetida a diferentes concentrações de extrato aquoso de Milho.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Ferreira e Áquila (2000) algumas espécies possuem maior tolerância aos aleloquímicos, sendo que algumas espécies são mais sensíveis e são usadas

como indicadores de atividade alelopática, tais como alface (*Lactuca sativa*), o tomate (*Lycopersicon esculentum*) e o pepino (*Cucumis sativus*).

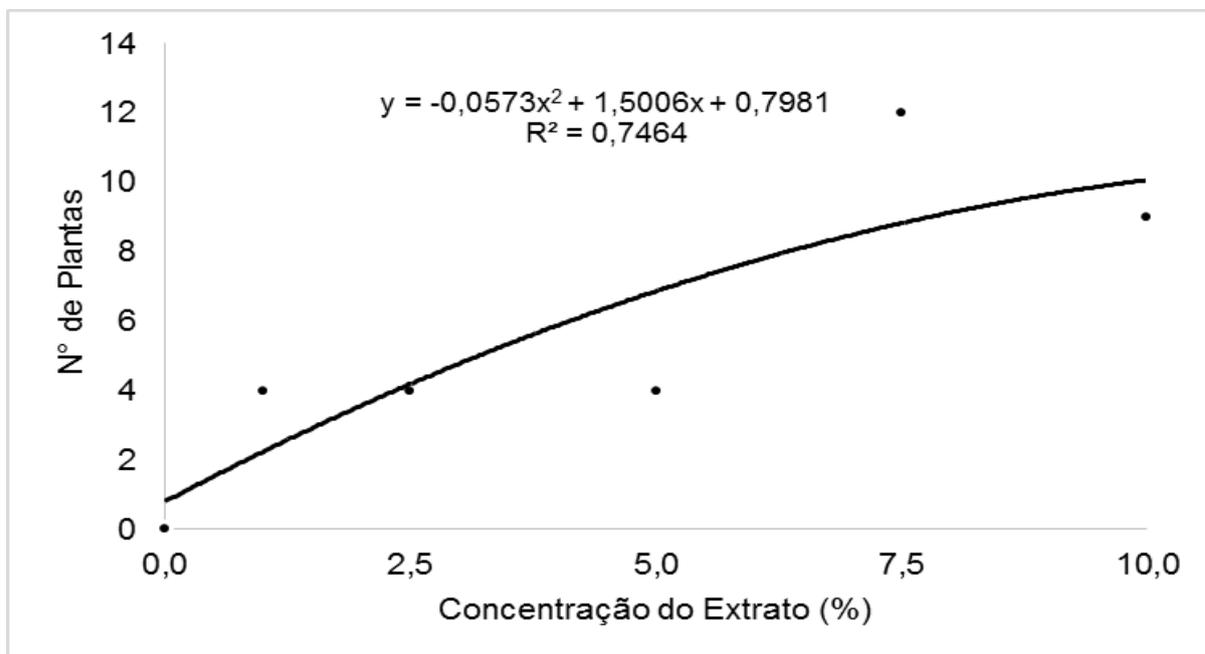
Meinerz *et al.* (2010) em estudo utilizando extrato aquoso de diferentes plantas de cobertura sobre indicadores, como alface, tomate e pepino, encontraram que o extrato aquoso de aveia na concentração de 5% apresentou uma redução de até 47% na porcentagem de germinação de alface em comparação a testemunha contendo apenas água destilada. No entanto, nos indicadores tomate e pepino não foi encontrado efeito significativo dos extratos tanto de aveia quanto das demais culturas de cobertura. Peres *et al.* (2004) afirmam que a germinação e emergência da plântula se dá as custas das reservas das sementes, por isso que a germinação é menos sensível aos aleloquímicos do que o crescimento das plântulas.

Souza *et al.* (2004) observaram que utilizando extrato de Nim na concentração a 1%, há um incremento significativo na porcentagem de germinação final da cultura da alface em relação as demais concentrações de extrato utilizadas. Efeitos estimulatórios podem ser observados em baixas concentrações de extrato e podem estar ligadas a mecanismos de proteção (HONG *et al.*, 2004 *apud* SOUZA *et al.*, 2004)

## 4.2 CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS

Os testes realizados com a cultura da alfafa para verificar o crescimento de plântulas mostraram diferença significativa entre os tratamentos com diferentes concentrações de extrato. Sendo que a testemunha, contendo apenas água destilada, não apresentou plantas anormais, ocorrendo um aumento de 11% de plântulas anormais no extrato a 1% que permaneceu constante até o extrato a 5%. O extrato a 7,5% apresentou o maior número de plantas anormais quando comparado aos demais tratamentos, como apresentado na figura 3.

Figura 3: Número de plântulas anormais da cultura da Alfafa submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de Milho.



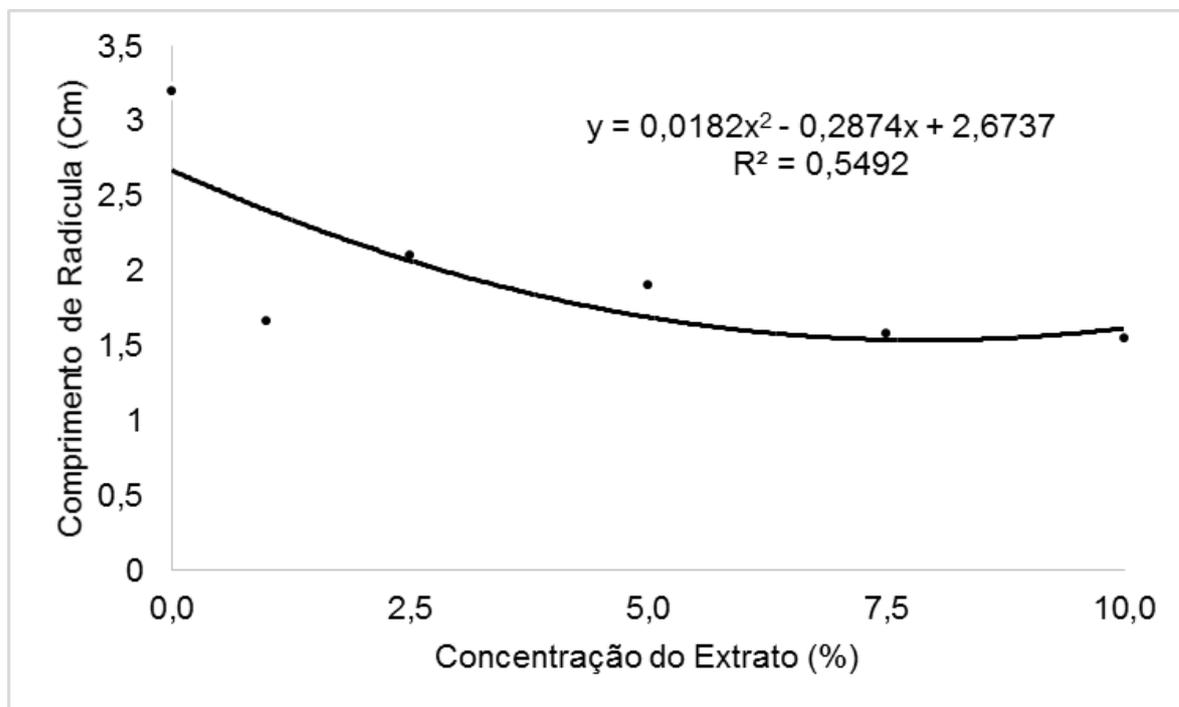
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gusman, Vieira e Vestena (2012) em estudos realizados utilizando extrato aquoso de alecrim-do-campo, jaborandi, amora, tiririca, falso boldo e guaçatonga nas culturas da alface, repolho, brócolis, couve, mostarda, tomate e rúcula observaram que tais extratos causaram anormalidades nas plântulas destas culturas apresentando principalmente a ocorrência de raízes atrofiadas ou ausentes.

Carvalho *et al.* (2014) utilizando extrato aquoso de gramíneas como sorgo, milho e aveia preta na cultura da alface, observaram que todos os extratos causaram uma redução no número de plântulas normais, sendo que o extrato aquoso de milho apresentou uma redução de 56% no número de plântulas normais.

Em relação ao comprimento de radícula, os resultados mostraram diferença significativa entre os tratamentos. Sendo que com o aumento da concentração do extrato aquoso a média de comprimento de radícula diminui, onde a concentração de 10% foi a concentração que apresentou a menor média de comprimento de radícula, apresentando uma redução de 48,12% no comprimento de radícula em comparação a testemunha contendo apenas água destilada. Pode-se observar na figura 4 o decréscimo na média de comprimento de radícula com o aumento da concentração do extrato aquoso.

Figura 4: Comprimento de radícula de plântulas de alfafa submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de Milho.



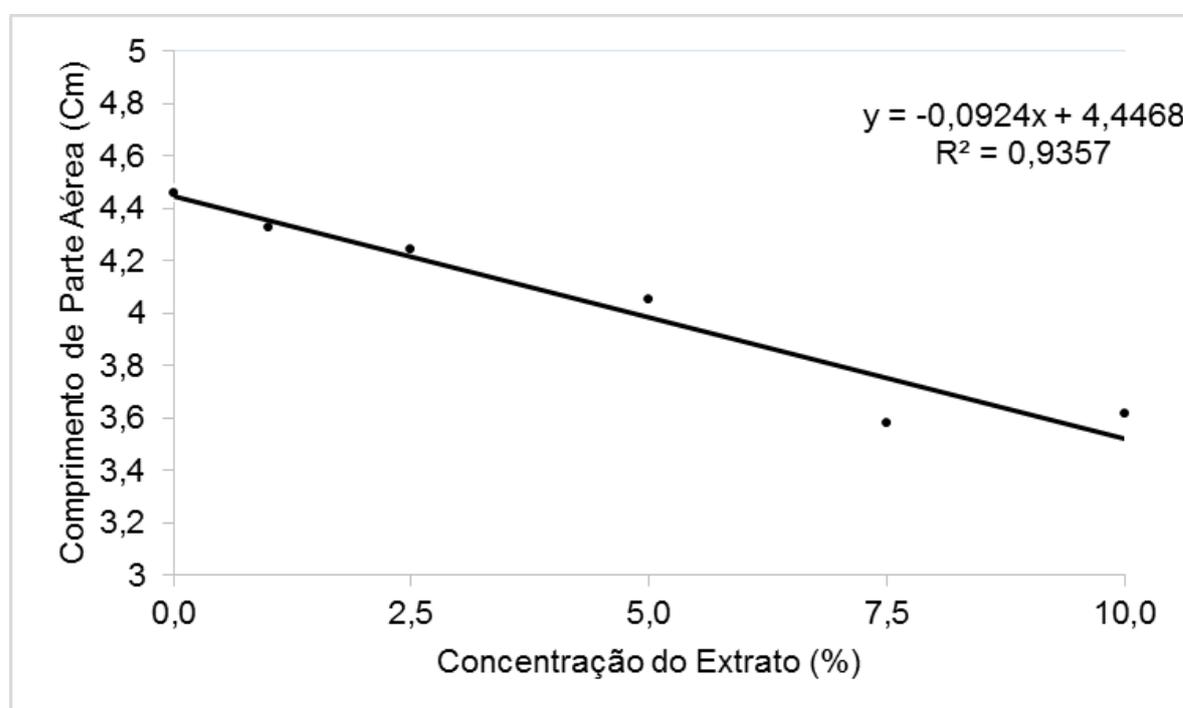
Fonte: Elaborado pelo autor.

Carvalho *et al.* (2014) utilizando extrato de feijão de porco + aveia preta em estudos na cultura da alface, verificaram que todas as concentrações do extrato reduziram a média de comprimento de radícula de alface, sendo que houve uma maior redução com o aumento das concentrações de extrato, resultado semelhante ao encontrado no presente estudo.

França *et al.* (2007) utilizando extrato aquoso de diferentes híbridos de milho, observaram que todos os híbridos utilizados apresentaram redução no comprimento de radícula da cultura da alface, sendo que o híbrido GNZ 2005 apresentou a maior redução de radícula (25,04%), em comparação a testemunha contendo apenas água destilada. No entanto, Martinelli e Silva (2018) utilizando extrato aquoso de centeio (*Secale cereale*) na germinação e crescimento de beterraba (*Beta vulgaris*), verificaram que extratos com concentrações acima de 25% apresentaram um estímulo de crescimento de até 52,63% no comprimento de radícula de beterraba. Formagio *et al.* (2010) utilizando extratos de algumas plantas da família Annonacea (*Duguetia furfuracea*, *Annona coriacea*, *A. dioica*, *A. crassiflora* e *A. sylvatica*) observaram redução de até 14,28% na média de comprimento de radícula da cultura da alface.

No que diz respeito ao comprimento de parte aérea de plântulas, os resultados também foram significativos entre os tratamentos. Onde a concentração a 7,5 % apresentou a menor média de comprimento de parte aérea de plântulas quando comparado aos demais tratamentos, e uma redução de 19,55% em comparação a testemunha contendo apenas água destilada. A figura 5 demonstra que com o aumento gradual da concentração de extrato aquoso há concomitantemente um decréscimo gradual da média de comprimento de parte aérea de plântulas de alfafa, mostrando um comportamento linear.

Figura 5: Comprimento de parte aérea de plântulas de alfafa submetidas a diferentes concentrações de extrato aquoso de milho.



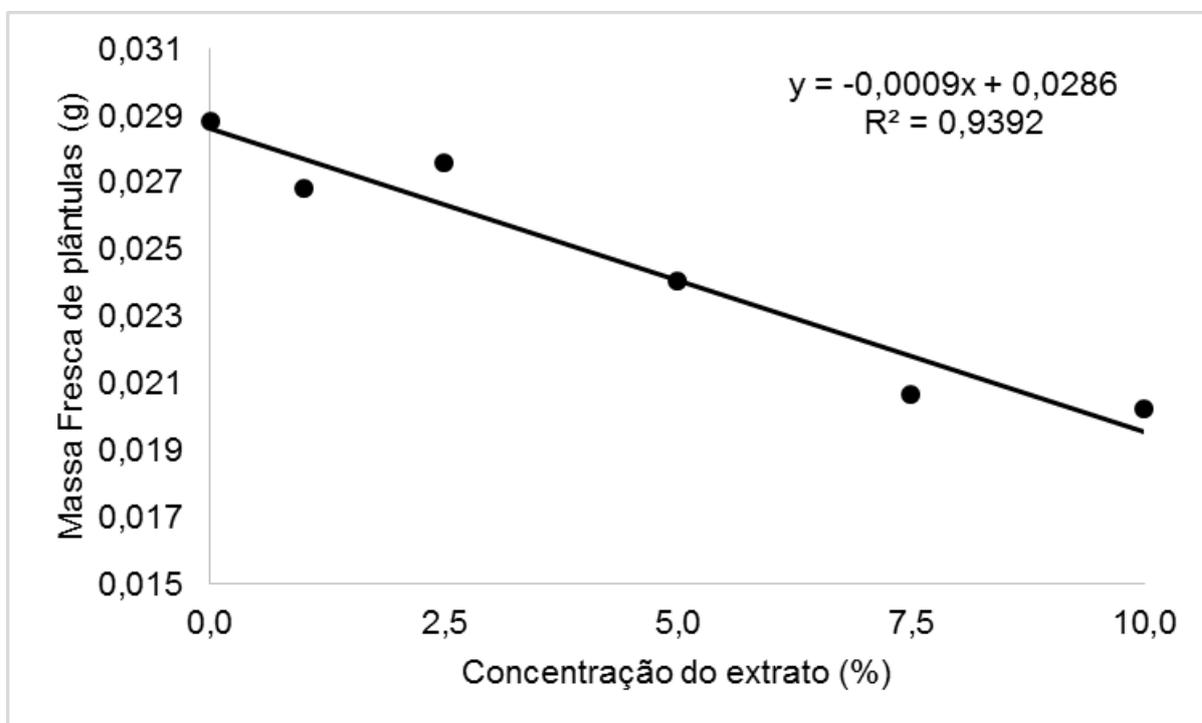
Fonte: Elaborado pelo autor.

França *et al.* (2007) observaram que os extratos dos diferentes híbridos de milho apresentaram redução no comprimento de hipocótilo de plântulas de alface, sendo que o híbrido DKB 350 na concentração a 10% apresentou a maior redução, com um efeito de 77,24% no comprimento de hipocótilo da cultura da alface. Resultado semelhante ao encontrado por Santos *et al.* (2004), onde foi observado uma redução de 69,70% no comprimento de hipocótilo de plântulas de alface quando utilizado o extrato do híbrido de milho C-435.

Fabiani (2016) observou uma maior redução no comprimento de parte aérea da cultura da soja, quando utilizado o extrato da cultura do trigo na concentração a 10%, resultado muito parecido com o encontrado no presente trabalho, pois pode ter relação por se tratar de plantas da mesma família tanto as plantas doadoras quanto as plantas receptoras. No entanto, Martinelli e Silva (2018) observaram que para a cultivar de beterraba Vermelha Comprida as doses de extratos de centeio não houve efeito significativo para o comprimento de parte aérea. Já Carvalho *et al.* (2014) em trabalho utilizando extrato aquoso de aveia preta, verificaram um efeito benéfico para o crescimento de parte aérea da cultura da alface.

Com relação a massa fresca de plântulas os resultados também foram significativos entre os diferentes tratamentos. Onde pode-se observar (Figura 6) que com o aumento da concentração de extrato aquoso de milho há um decréscimo gradual na média de massa fresca de plântulas de alface. Sendo que a concentração a 10% apresentou a menor média de massa fresca de plântulas de alface em comparação as demais concentrações.

Figura 6: Massa fresca de plântulas de Alface submetida a diferentes concentrações de extrato aquoso de Milho.



Fonte: Elaborado pelo autor.

França *et al.* (2007) em estudos realizados com extrato aquoso de diferentes híbridos de milho, observaram que a biomassa das plântulas de alface foi afetada negativamente por alguns. Estes resultados são semelhantes aos do presente trabalho, onde foi observado que todos os extratos afetaram negativamente a massa fresca de plântulas de alface, apresentando uma tendência linear na redução de massa fresca de plântulas em comparação a testemunha contendo apenas água destilada.

## 5. CONCLUSÕES

O extrato aquoso de parte aérea de milho apresentou efeito alelopático redutor da percentagem final de germinação e do índice de velocidade de germinação da alfafa somente a partir da concentração 7,5%.

Em concentrações até 5%, o extrato aquoso de milho causou aumento da percentagem final de germinação e do índice de velocidade de germinação da alfafa em relação à testemunha com água destilada.

Para o comprimento de radícula, comprimento de parte aérea, número de plântulas anormais e massa fresca de plântulas, foi observado que todas as concentrações de extrato apresentaram efeito alelopático negativo, onde as concentrações de 7,5 e 10% foram as que apresentaram maior efeito alelopático.

No entanto, como exposto por Rodrigues et al. (1992), os resultados obtidos em laboratório não devem ser extrapolados a campo pois os efeitos em solo podem ser diferentes. Ficando assim como sugestão para trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. S. Influência da cobertura morta na biologia do solo. **A Granja**, São Paulo, v. 4, n. 451, p. 52-67, 1985.

ALMEIDA, F.S. Controle de plantas daninhas em plantio direto. **Circular. Iapar**, Londrina: n. 67, 34 p., 1991.

AL-MEZORI, H. A.; AL-SAADAWI, I S.; AL-HADITHI, T. R. Allelopathic effects of corn residues on the subsequent corn crop. **Allelopathy Journal**, Hisar, v. 6, n. 2, p. 193-200, Feb. 1999. Disponível em: < <http://www.allelopathyjournal.org/search/>> Acesso em: 31 ago. 2019.

AZANIA, A. A. P. M. et al. Dormancy breaking methods in *Ipomoea* and *Morremia* seeds. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 203-209, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000088&pid=S0100-8358201000030002600002&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000088&pid=S0100-8358201000030002600002&lng=en)>. Acesso em: 12 mar.2019.

BARCELLOS, J. M. A cultura da alfafa. **Comunicado técnico**, Planaltina, n. 56, p. 12, jul. 1990. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/549341/1/comtec56.pdf?fbclid=IwAR1fH9h2kBQwNOvHQ2PiUCMsWwch-zz7-HK41KG19GqjrKYDCdfcDyJ4cSw>> Acesso em: 02 abr. 2019.

BARCIK, C. **Processos autoalelopáticos na cultura da alfafa (medicago sativa L. Cv. Crioula) em solos de diferentes texturas.**1999. 101 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", Curitiba, 1999. Disponível em:< <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/39392/D%20-%20CRISTINA%20BARCIK.pdf?sequence=2&isAllowed=y&fbclid=IwAR34BeJd44zepujOW8pspNXhdfL-QCydcIlgKQUusy719WDjvQsC5L5YmH-A>> Acesso em: 25 Mar. 2019.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho.** 1. ed. Évora, 2014. 52 p. Disponível em:<<http://hdl.handle.net/10174/10804>> Acesso em: 16 Abr. 2019.

BORGES, C.S. et al. Alelopatia do Extrato de Folhas Secas de Mamona (*Ricinus communis* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 747-749, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

CARVALHO, W.P. et al. Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a germinação e crescimento inicial de alface. **Bioscience Journal**, v. 30, n.3, p. 1-11, 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13910>> Acesso: 03 set. 2019.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Disponível em:  
<<https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safras>>. Acesso em: 16 Abr. 2019.

CHON, S. U.; JENNINGS, J. A.; NELSON, C. J. Alfalfa (*Medicago sativa* L.) autotoxicity : Current Status, **Allelopathy Journal**, v.18, n.1,p.57-80,2006. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/publication/286332606\\_Alfalfa\\_Medicago\\_sativa\\_L\\_autotoxicity\\_Current\\_status](https://www.researchgate.net/publication/286332606_Alfalfa_Medicago_sativa_L_autotoxicity_Current_status)> Acesso em: 19 Mar. 2019.

CHOU, C.; PATRICK, Z. A. Identification and phytotoxic activity of compounds produced during decomposition of corn and rye residues in soil. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 2, n. 3, p. 369-387, 1976. Disponível em:<<https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00988283>>. Acesso em: 9 abr. 2019.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. S. Noções sobre a alelopatia. **Boletim Técnico**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 28 p., 1993.

FABIANI, M. S. **Germinação de sementes e crescimento de plântulas de milho e soja afetados por palha e extrato aquoso de culturas de inverno**. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Universidade do Estado de Santa Catarina, Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2016. Disponível em:<[http://www.cav.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/871/dissertacao\\_mirian\\_fracasso\\_fabiani.pdf](http://www.cav.udesc.br/arquivos/id_submenu/871/dissertacao_mirian_fracasso_fabiani.pdf)>. Acesso em: 24 set. 2019.

FAO. **Countries by commodity**. 2017. Disponível em:  
<[http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity)>. Acesso em: 16 abr. 2019.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: Uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** (Edição Especial), v. 12, p.175-204, 2000. Disponível em:  
<<http://pointer.esalq.usp.br/departamentos/lpv/lpv672/4%20-%20Referencia%2011%20-%20Alelopatia%20na%20agricultura.pdf>> Acesso em: 20 Mar. 2019.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. Leguminosas forrageiras perenes de verão. In: **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira** -2.ed. Brasília, p.235-250, Embrapa,2012.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da Cultura do Milho**. 1º ed. Jaboticabal: FUNEP, 2007. Cap. 1 e 2, p. 1-101.

FORMAGIO, A. S. N. et al. Potencial alelopático de cinco espécies da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 349-354, 2010. Disponível em:  
<<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/1485/975>> Acesso em: 27 set 2019.

FRANÇA, A. C. et al. Efeito de restos culturais de milho no desenvolvimento inicial de cafeeiros. **Scientia Agraria**, p. 247-255, out. 2007. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/9539>>. Acesso em: 19 Mar. 2019.

GUSMAN, G. S.; VIEIRA, L. R.; VESTENA, S. V. Alelopátia de espécies vegetais com importância farmacêutica para espécies cultivadas. **Revista Biotemas**, v. 25, n. 4, p. 37-48, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/21757925.2012v25n4p37/23208>> Acesso em: 27 set 2019.

INOUE, M. H. et al. Extratos Aquosos de *Xylopiá aromática* e *Annona crassiflora* sobre Capim-Marandu (*Brachiaria brizantha*) e soja. **Scientia Agraria**. V.10, n.3, 2009. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/pdf/995/99515223010.pdf> > Acesso em 11 de junho de 2019.

JIMENEZ, J. J. et al. Allelopathic potential of corn pollen. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.9, n. 8, p. 1011-1025, 1983. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/226121337\\_Allelopathic\\_potential\\_of\\_corn\\_pollen](https://www.researchgate.net/publication/226121337_Allelopathic_potential_of_corn_pollen)>. Acesso em: 25 abr.2019.

KÖPP, M. M. Origem, evolução e domesticação da alfafa. In: FERREIRA, R. DE P.; BASIGALUP, D. H.; GIECO, J. O. (Ed.). **Melhoramento genético da alfafa**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, p. 13-41, 2011. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/pecuaria-sul/busca-de-publicacoes/-/publicacao/930666/origem-evolucao-e-domesticacao-da-alfafa>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

MARTINELLI, V. A.; SILVA, V. N. Efeito Alelopático De Centeio Na Germinação E Crescimento De Plântulas De Beterraba. **Agrarian Academy**, Universidade Federal da Fronteira Sul, 2018. Disponível em:<<http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2018a/efeito%20alelopatico.pdf>>. Acesso em: 27 set 2019.

MEINERZ, C. C. et al.. POTENCIAL ALELOPÁTICO DE AVEIA, *Cajanus cajan*, *Lolium multiflorum* e *Brachiaria brizantha* NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E TEOR DE PROTEÍNA DE ALFACE, TOMATE E PEPINO. In: **SENAMA 2010 - I** Seminário Nacional de Meio Ambiente e Extensão Universitária, 2010, Marechal Cândido Rondon. SENAMA 2010 - I Seminário Nacional de Meio Ambiente e Extensão Universitária, 2010. Disponível em: < [http://cac.php.unioeste.br/eventos/senama/anais/PDF/ARTIGOS/245\\_1270011056\\_ARTIGO.pdf](http://cac.php.unioeste.br/eventos/senama/anais/PDF/ARTIGOS/245_1270011056_ARTIGO.pdf)>. Acesso em: 27 set 2019.

MITTELMANN, A.; LÉDO, F. J. S.; GOMES, J. F. **Tecnologias para a produção de alfafa no Rio Grande do Sul**. Embrapa, Pelotas, RS/ Juiz de Fora, MG, 2010.

OLIVEIRA, P. P. A.; OLIVEIRA, W. S. Estabelecimento da cultura. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 16., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 67-93.

OLIVEIRA, T. R. de.; BARANA, A. C.; JACCOUD-FILHO, D. de. S.; NETO, F. F. Avaliação da contaminação por aflatoxinas totais e zearalenona em variedades de milho crioulo (*zea mays* l.) Através do método imunoenzimático elisa. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, [s.l.], v. 4, n. 2, p.180- 185, 17 dez. 2010. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/606>>. Acesso em: 16 Abr. 2019.

PERES, M. T. L. P. et al. **Potencial alelopático de espécies de Pteridaceae (Pteridophyta)**. Acta Botânica Brasílica, Porto Alegre, v.18, p. 723-730, 2004. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/228803089\\_Potencial\\_alelopatico\\_de\\_especies\\_de\\_Pteridaceae\\_Pteridophyta](https://www.researchgate.net/publication/228803089_Potencial_alelopatico_de_especies_de_Pteridaceae_Pteridophyta)> . Acesso em: 24 set. 2019.

PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Org.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba, PR: omnipax,2011. P. 95-123. **Cumarú (Amburana Cearensis S.) Sobre A Germinação De Sementes, Desenvolvimento E Crescimento De Plântulas De Alface, Picão-Preto e Carrapicho**. 2006. 102 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006. Disponível em: <[http://www.fitotecnia.ufc.br/Disserta%E7%F5es/2006\\_Ana\\_Raquel.pdf](http://www.fitotecnia.ufc.br/Disserta%E7%F5es/2006_Ana_Raquel.pdf)>. Acesso em: 22 mar. 2019.

REZENDE, C de P. et al. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens plantas forrageiras. Lavras: UFLA, 2003. p.18. **Boletim Agropecuário**. Disponível em: <<http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-54.pdf>>. Aceso em: 20 Mar. 2019.

RICE, E.L. **Allelopathy. 2.ed.** New York: Academic Press, 1984. 422 p.  
RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D.; REIS, R. A. Alelopatia em plantas forrageiras. **Boletim**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 18 p, 1992.

SAIBRO, J. C. Produção de alfafa no Rio Grande do Su. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 7., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1985. P. 61-106.

SANTOS, J. C. F. et al. Efeito de extratos de cascas de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru-de-mancha. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 783-790, jun. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n6/10555.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2019.

SANTOS, C. C. **Efeito de resíduos de milho sobre o desenvolvimento de cafeeiros (Coffea arabica L.)**. 2002. 62 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/29822/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Efeito%20de%20res%C3%ADduos%20de%20milho%20sobre%20o%20desenvolvimento%20de%20cafeeiro%20%28Coffea%20arabica%20L.pdf](http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/29822/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Efeito%20de%20res%C3%ADduos%20de%20milho%20sobre%20o%20desenvolvimento%20de%20cafeeiro%20%28Coffea%20arabica%20L.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2019.

SICKER, D. et al. Glycoside carbamates from benzoxazolin-2(3H)-one detoxification in extracts and exudates of corn roots. *Phytochemistry*, Oxford, v. 58, n. 5, p. 819-

825, Nov. 2001. Disponível em:<  
[https://www.researchgate.net/publication/11679388\\_Glycoside\\_carbamates\\_from\\_benzoxazolin-23H-one\\_detoxification\\_in\\_extracts\\_and\\_exudates\\_of\\_corn\\_roots](https://www.researchgate.net/publication/11679388_Glycoside_carbamates_from_benzoxazolin-23H-one_detoxification_in_extracts_and_exudates_of_corn_roots)>.  
Acesso em: 9 abr. 2019.

SOUZA, A.M.S. et al. Bioatividade de extratos vegetais de nim, jambu e pimenta de macaco sobre sementes de alface. **Revista Científica eletrônica de agronomia**, São Paulo, n 30, Dez.2016. Disponível em:<  
[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/kSgPfUUU6OMP7Jt\\_2018-1-25-14-23-3.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/kSgPfUUU6OMP7Jt_2018-1-25-14-23-3.pdf)>. Acesso em: 02 out. 2019.

SOUZA FILHO, A.P.S.; RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. Potencial aleloquímico de forrageiras tropicais: efeitos sobre invasoras de pastagens. **Planta Daninha**, v.15,n.1,p.53-60,1997. Disponível em:<  
<http://www.scielo.br/pdf/pd/v15n1/a07v15n1.pdf>>. Acesso em: 19 Mar. 2019.

SOUZA FILHO, A. P. S. Alelopatia: Princípios básicos e mecanismos de interferência. In: MONQUEIRO, P. A. (Org.). **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos:RIMA,2014. p.83-100.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre:Artemed, 2013. 954p.  
TUR, C. M.; BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Alelopatia de extratos aquosos de *Duranta repens* sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* e *Lycopersicon esculentum*. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 13-22, 2010. Disponível em:  
<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/viewFile/16535/15100>>. Acesso em: 12 mar.2019.