

**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
HELIO HENRIQUE GOMES BRAGA**

**AVALIAÇÃO DA INFLUENCIA DO ACIDO ACÉTICO NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE MILHO E FEIJÃO**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
FEVEREIRO/2020**

HELIO HENRIQUE GOMES BRAGA

**AVALIAÇÃO DA INFLUENCIA DO ACIDO ACÉTICO NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE MILHO E FEIJÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João
Evangelista como exigência para obtenção de título de
Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Carlos dos Santos

SÃO JOÃO EVANGELISTA

FEVEREIRO/2020

FICHA CATALOGRÁFICA

B813a
2020

Braga, Helio Henrique Gomes.

Avaliação da influência do ácido acético na germinação de sementes de milho e feijão. / Helio Henrique Gomes Braga.. – 2020.
27fl; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2020.

Orientador: Doutor Rafael Carlos dos Santos.

1. Sustentabilidade. 2. Germinação. 3. Ácidos Orgânicos. I. Braga, Helio Henrique Gomes. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. III. Título.

CDD 631.521

Elaborada pela Biblioteca Professor Pedro Valério
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
Campus São João Evangelista
Bibliotecária Responsável: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

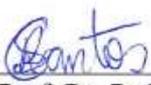
HELIO HENRIQUE GOMES BRAGA

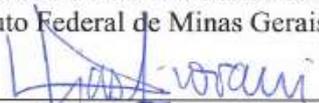
**AVALIAÇÃO DA INFLUENCIA DO ACIDO ACÉTICO NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE MILHO E FEIJÃO**

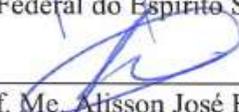
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São
João Evangelista como exigência para obtenção de
título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em 17 / 02 / 2020

BANCA EXAMINADORA


Orientador: Prof. Dr. Rafael Carlos dos Santos
Instituto Federal de Minas Gerais – Campus SJE


Prof. Dr. Victor Dias Pirovani
Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre


Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho
Instituto Federal de Minas Gerais – Campus SJE

Ao meu pai e exemplo de caráter, Hélio B., a minha mãe, minha fonte de esperança, Maria V., minha irmã Ana Júlia, meus avós, Etiene F. *in memoriam*, Magali G., Durval L. *in memoriam*, à Luiza R. que tanto me apoiou e aos amigos que se tornaram irmãos ao longo dessa jornada

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado os dons da vida, de ouvir, falar, ter me permitido superar tantas dificuldades e assim adquirir uma sabedoria que me fez ser cada dia uma pessoa melhor que anteriormente era.

Aos meus pais, Hélio e Maria por todo o apoio e amor incondicional em todos os momentos, por toda a ajuda que me deram, pelo apoio nas horas tristes, pelas palavras duras quando necessárias, pelos momentos incríveis que tivemos e acima de tudo por terem me permitido vir a este mundo.

A minha irmã Ana Julia por todo o apoio ao longo dos anos em que estive fora de casa, pelos momentos de descontração, pelas cartinhas de incentivo, as surpresas a cada visita.

Aos meus avós pelo apoio incondicional à cada encontro, ao saudoso vô Durval, que por tanto tempo convivemos juntos. Etiene e Magali que tanto demonstraram como uma relação forte e duradoura deve ser construída.

Aos amigos Victor Hugo, Marcos Rodrigues, Ivan Borovsk, Marcia Cesário, Talita Alves, Carlos Gonçalves, Valeria Rosado, Fernanda Elizaria, Patrícia Lage, Robson Santos, Laisa Gabriela, Cesar Guerra, Isadora Magalhães, Julia Melo, Carol Maia por todo o companheirismo e descontração em todos os momentos, pelos conselhos que me auxiliaram na caminhada até esse momento.

A Luiza Reis pelo companheirismo e apoio principalmente nos momentos difíceis.

A toda minha família pela paciência e compreensão ao longo desses anos, pelo apoio acima de tudo.

A todos os funcionários do Instituto Federal Minas Gerais – São João Evangelista, pela dedicação ao trabalho que tornou possível esse crescimento pessoal e profissional.

Ao Prof. Dr. Rafael Carlos pela disponibilidade de orientar o presente trabalho e pelas dicas importantes para meu crescimento profissional.

Aos professores que tanto me ensinaram, demonstraram o melhor caminho a seguir.

Ao Instituto Federal Minas Gerais – São João Evangelista pela oportunidade de estudar em uma das melhores instituições de ensino do estado e ter completado esse caminho que muitos outros já tentaram.

Muito Obrigado

*“Não existe nada completamente errado no mundo,
até mesmo um relógio parado,
consegue estar certo duas vezes por dia.”*

Paulo Coelho.

Resumo

A busca por novas tecnologias de produção caminha em direção a sustentabilidade, e a utilização de produtos de origem orgânica, tem crescido amplamente. Dentre esses produtos a utilização do Ácido Acético têm se destacado, visto que apresenta ser uma boa alternativa para a dessecação de plantas daninhas, principalmente as conhecidas como folha larga. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a germinação de sementes de milho (*Zea mays L.*) e feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) em substrato previamente tratado com ácido acético em câmara climatizada (BOD) e no campo. O experimento foi realizado no campus do Instituto Federal Minas Gerais – São João Evangelista (IFMG – SJE), onde num primeiro momento foi realizado um teste em câmara climatizada BOD, onde foram aplicados quatro concentrações de ácido acético (0, 5, 10 e 15%) utilizando-se sementes de milho (*Zea mays L.*) e feijão (*Phaseolus vulgaris L.*), sendo constituído de cinco repetições onde cada parcela ela composta por 25 sementes, durante sete dias, período esse que foi concluído na estabilidade germinativa. Num segundo momento foi realizado um teste em campo onde foram utilizadas as mesmas concentrações de ácido acético. O experimento foi montado em casa de vegetação do viveiro de mudas do IFMG-SJE, onde foram definidos quatro tratamentos e cinco repetições, cada parcela contava com 24 tubetes sendo condicionadas duas sementes em cada tubete, totalizando 48 sementes. Os tratamentos foram aplicados em pré-emergência das culturas, sendo feita a aplicação e em seguida a semeadura. Foram avaliados os seguintes atributos: porcentagem de germinação em ambos os testes. Já no teste em campo, avaliou-se também o comprimento da planta, comprimento da parte aérea, comprimento radicular, massa úmida e massa seca. A utilização do ácido acético como dessecante em pré-plantio prejudica a germinação, e consequentemente, o desenvolvimento das plantas de milho e feijão. O milho mostrou-se mais tolerante que o feijão ao residual do ácido acético. Concentrações acima de 5% causam reduções drásticas no desenvolvimento das plantas, devendo ser evitadas em caso de utilização no campo.

Palavras chave: Sustentabilidade, germinação, ácidos orgânicos.

ABSTRACT

The search for new production technologies is moving towards sustainability, and the use of products of organic origin has grown widely. Among these products, the use of Acetic Acid has stood out, since it is a good alternative for the desiccation of weeds, especially those known as broadleaf. The present work aimed to evaluate the germination of corn (*Zea mays L*) and beans (*Phaseolus vulgaris L*) in substrate previously treated with acetic acid in BOD and in the field. The experiment was carried out on the campus of the Federal Institute of Minas Gerais - São João Evangelista (IFMG - SJE), where at first a BOD test was carried out, where four concentrations of acetic acid were applied (0, 5, 10 and 15%) using corn seeds (*Zea mays L*) and beans (*Phaseolus vulgaris L.*), consisting of 5 repetitions where each plot consists of 25 seeds, for seven days, a period that was concluded in germination stability. In a second step, a field test was performed where the same concentrations of acetic acid were used. The experiment was carried out in the greenhouse of the IFMG-SJE seedling nursery, where four treatments and five repetitions were defined, each plot had 24 tubes and two seeds were conditioned in each tube, totaling 48 seeds. The treatments were applied in pre-emergence of the cultures, being applied and then sowing. The following attributes were evaluated: germination percentage in both tests, while in the field test, plant length, shoot length, root length, wet mass and dry mass were also evaluated. The use of acetic acid as a desiccant in pre-planting harms germination, and consequently, the development of corn and bean plants. Corn was more tolerant than beans to the residual acetic acid. Concentrations above 5% cause drastic reductions in plant development, and should be avoided if used in the field.

Keywords: Sustainability, germination, organic acids.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cadeias carbônicas dos ácidos acético, propiônico e butírico.	15
Figura 2: Experimento montado na Gerbox® pronto para ser levado a BOD (A), Casa de vegetação onde foi realizado o experimento à campo (B), montagem das bandejas onde foram aplicados os tratamentos (C), experimento já montado com os tratamentos aplicados e identificados (D).....	16
Figura 3: Equipamentos utilizados no preparo das soluções ácidas (A), Soluções prontas (B).....	18
Figura 4: Embalagens das Sementes de Feijão (A) e Sementes Milho (B)	18
Figura 5: Pesagem das plantas de milho (A1), Pesagem das plantas de feijão (A2), Plantas após a lavagem e medição, milho (B1) e feijão (B2), estufa de circulação forçada e balança de precisão utilizados (C).....	19
Figura 6 – Ajuste dos modelos de regressão para as características de sementes de milho sobre diferentes concentrações de ácido acético.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da análise de variância das características de sementes de milho e feijão avaliadas sobre diferentes concentrações de ácido acético.....20

Tabela 2 - Comparação de médias da germinação em câmara climatizada BOD e comprimento da parte aérea de plantas de milho e feijão sobre diferentes concentrações de ácido acético.....21

Tabela 3 - Comparação de medias das características de sementes de feijão sobre diferentes concentrações de ácido acético.....24

Sumario

1.Introdução.....	12
2.Referencial Teórico.....	13
2.1 Efeito residual de herbicidas no solo sobre a germinação de sementes.....	13
2.2 Toxicidade e potencial de uso do ácido acético como herbicida.....	14
3. METODOLOGIA.....	15
3.1 Caracterização do experimento.....	15
3.2 Preparo do substrato.....	17
3.3 Preparo da solução ácida.....	17
3.4 Sementes utilizadas.....	18
3.5 Avaliações.....	18
3.6 Análise estatística.....	19
4. Resultados e discussão	20
Conclusões	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1.INTRODUÇÃO

A utilização dos produtos considerados herbicidas é indispensável para as altas produções, visto que o controle mecânico se torna inviável devido a grandes áreas de produção. Com isso a busca por novos produtos tem se destacado, e juntamente com isso, as dúvidas quanto aos efeitos residuais deixados no ambiente.

As novas tecnologias de produção caminham em busca da sustentabilidade, e a utilização de produtos de origem orgânica, tem crescido amplamente, dentre esses produtos o ácido acético tem se destacado, visto que esse apresenta ser uma boa alternativa para a dessecação de plantas daninhas, principalmente as conhecidas como de folha larga. A utilização do ácido acético como dessecante no plantio direto, com destaque para culturas como feijão e milho, tem despertado cada vez mais interesse de produtores do ramo orgânico, pois, o ácido substitui herbicidas convencionais. Com isso o produto vem ganhando cada vez mais visibilidade, e com o seu uso tem surgido diversas dúvidas com relação ao efeito residual causado pelo mesmo. Em estudo realizado nas culturas de milho e feijão Radhkrishnam et al. (2003) verificaram que os danos do ácido acético nas culturas foram 5 a 45% na cultura do feijão e de 5 a 35% na cultura do milho, onde as plantas mais velhas foram menos afetadas, o controle das plantas daninhas variou entre 90 e 100%.

O ácido acético é um ácido de origem orgânica de cadeia simples e facilmente encontrado, uma vez que é um componente básico do vinagre. Os produtos orgânicos têm apresentado uma demanda crescente de mercado, com isso produtores desse ramo buscam por sistemas alternativos de produção que aumentem a produtividade, a rentabilidade e que sejam menos degradantes ao meio ambiente. Nesse sentido WEBBER e SHREFLER (2005), relatam que as pesquisas em torno do ácido acético como controlador de plantas daninhas ainda são incipientes tendo que ser mais estudadas. Sabe-se que o ácido acético tem bastante potencial como herbicida natural, e atua como um herbicida de contato, promovendo a destruição das membranas celulares e cloroplastos impedindo que ocorra a fotossíntese, dessa forma ocorre a dessecação dos tecidos vegetais.

Dentre as culturas agrícolas passíveis da utilização de herbicidas de origem natural pode-se destacar o feijão e o milho. O feijão (*Phaseolus vulgaris*) que é cultivado por agricultores de diversos perfis, em diferentes escalas, regiões e sistemas de produção. Segundo dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations – (FAO), a produção brasileira em 2010 atingiu o patamar de 2.923.725 toneladas, e segundo o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola feito pelo IBGE em 2013 a produtividade média anual é de

884 kg há⁻¹. O milho (*Zea mays*) é uma das principais culturas cultivadas no mundo, pois, além de fornecer produtos largamente utilizados pelo homem e pelos animais, é importante matéria-prima para a indústria com produção anual no Brasil de 82 milhões de toneladas em 2018 segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial e o segundo maior exportador mundial de milho.

O ácido acético apresenta um grande potencial, porém ainda há inúmeras dúvidas quanto a sua utilização de maneira correta. Dentre essas dúvidas está a relação dele com a germinação de sementes das culturas de interesse, já que o mesmo apresentou influência direta no banco de sementes do solo, conforme corrobora Camargo et al. (1995), ao afirmarem que o solo em condições anaeróbias apresentam diversos compostos orgânicos que causam efeitos negativos a germinação e ao desenvolvimento de plantas. Ainda segundo Fischer e Kizyakou (2010) relataram, em solos com características normais após a aplicação foram encontrados resíduos do ácido acético na massa microbiana ou adsorvido em particulados do solo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a germinação de sementes de milho (*Zea mays L*) e feijão (*Phaseolus vulgaris L*) em substrato previamente tratado com ácido acético em câmara climatizada BOD e no campo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A procura crescente dos consumidores por produtos de origem orgânica juntamente com o interesse dos produtores em sistemas alternativos de produção que auxiliem no aumento da rentabilidade, impulsionam a busca por informações que contribuam para a melhoria dos processos de preparo do solo utilização de plantas para cobertura do solo auxiliando assim a manutenção da fertilidade das áreas destinadas ao cultivo orgânico (CUNHA et al., 2011).

2.1 Efeito residual de herbicidas no solo sobre a germinação de sementes.

Muitos herbicidas com longa atividade residual no solo são utilizados em larga escala no Brasil. Dependendo da estruturação química da molécula do herbicida e das condições ambientais, tais moléculas não são degradadas ao longo do ciclo de plantio de uma cultura, deixando assim resíduos para o próximo plantio. (Silva et al., 1999). O grupo químico das triazinas tem ampla utilização na cultura do milho, sendo assim o efeito residual causa grandes

prejuízos a plantios subsequentes, principalmente quando a sucessora é uma cultura sensível (Brighenti et al., 2002). Produtos do grupo das imidazolinonas apresentam características de longa persistência no solo, causando assim intoxicação do milho “safrinha” causando na maior parte das vezes redução da produtividade (Silva et al., 1999).

O herbicida conhecido como imazapic é seletivo para as culturas do amendoim e da cana-de-açúcar, não sendo tóxicos para estas culturas (RICHHBURG *et al*, 1995), herbicidas do grupo das imidazolinonas podem permanecer no solo por 31 a 410 dias e prejudicar culturas não tolerantes que venham a ser cultivadas (GRYMES, 1995), com isso tem sido investigado o efeito residual fitotóxico sobre culturas sensíveis como feijão e arroz. (CARVALHO *et al.*, 2010; FURLAN *et al.*, 2016).

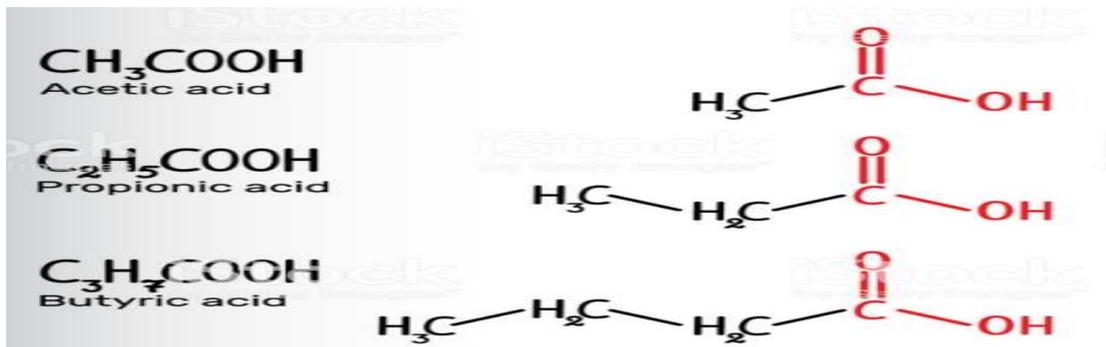
Existem herbicidas registrados e utilizados no controle de plantas daninhas em pré-emergência na cultura do feijão, como trifluralina, S-metolachlor e pendimethalin (Andrei, 2005). Porém ainda demandam mais estudos quanto a seletividade para as cultivares do grupo feijão carioca (Lamego et al., 2011)

2.2 Toxicidade e potencial de uso do ácido acético como herbicida

Através da decomposição anaeróbica de resíduos vegetais ocorre um favorecimento para a formação de uma série de produtos intermediários, principalmente pela fermentação, dentre eles se destacam os ácidos orgânicos, os mais frequentes são, acético, propiônico e o butírico. (CAMARGO et al., 2001; SOUSA et al., 2002)

A toxidez desses ácidos vai depender da concentração. A fitoxidez dos ácidos aumenta de acordo com o tamanho da cadeia de carbonos, ou seja, quanto maior, mais tóxico. Sendo assim, o ácido acético é mais fraco que o propiônico que por sua vez é mais fraco que o butírico (TAKIJIMA, 1964; RAO & MIKKELSEN, 1977; KROGMEIER & BREMNER, 1990).

Figura 1: Cadeias carbônicas dos ácidos acético, propiônico e butírico.



Fonte: Adaptado de iStockphoto LP

Segundo Takenaga (1995) a fitotoxidez do ácido acético, ocorre devido à queda na respiração e fosforilação oxidativa nas raízes, reduzindo drasticamente a absorção de nutrientes. Além de afetar processos fisiológicos importantes, como transporte vascular, comprometer a integridade das membranas celulares, aeração interna e transporte vascular (ARMSTRONG e ARMSTRONG, 2001).

A quantificação dos efeitos da interação entre plantas e ácidos orgânicos é dificultada por muitos fatores, desde a deficiência de oxigênio até a liberação de compostos tóxicos através dos resíduos, formação de compostos fenólicos tóxicos a incidência de patógenos nas raízes (SOUSA et al., 2002).

Através dos estudos de Jones & Jones (1992) foi identificado que para a tolerância a efeitos abióticos, como a fitotoxidez por ácido acético, é desejável estabelecer faixas de concentração que promovam redução entre 30 e 60% dentro das variáveis resposta. Quanto a utilização de doses muito elevadas, os danos podem ser severos não permitindo assim a observação das diferentes reações à toxicidade entre as espécies. Ainda de acordo com Armstrong (2001) os efeitos da toxidez pelos ácidos orgânicos estão relacionados com a inibição da divisão celular dentro do sistema radicular que por sua vez fica em contato direto com os ácidos, sendo esta a provável razão do baixo crescimento radicular.

Existem duas possibilidades para a inibição da absorção de nutrientes em plantas sob efeito de ácidos orgânicos. A primeira seria a capacidade dos ácidos orgânicos de dissolver a camada lipídica da membrana celular, levando assim a morte celular. A outra se refere a mudanças que ocorrem no citoplasma ou no vacúolo celular, quando os ácidos fracos apresentam menor pH que o citoplasma, sendo assim passam para dentro da célula, levando a morte de organelas, e consequentemente, morte celular (LEE, 1997).

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização do experimento.

O experimento foi conduzido no período de Junho de 2019 a Julho de 2019, no viveiro do Instituto de Ciência e Tecnologia do Estado de Minas Gerais – campus São João Evangelista (18°55'28"S; 42°75'32"O; altitude 697m) , situado na região Centro-Nordeste do estado de Minas Gerais. O clima da região é Cwa – Clima temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso quente. Temperatura média variando entre 26°C máxima anual e 15°C mínima anual, com precipitação estimada em média anual de 1.180 mm (Köppen, 2010; Silva, 2013).

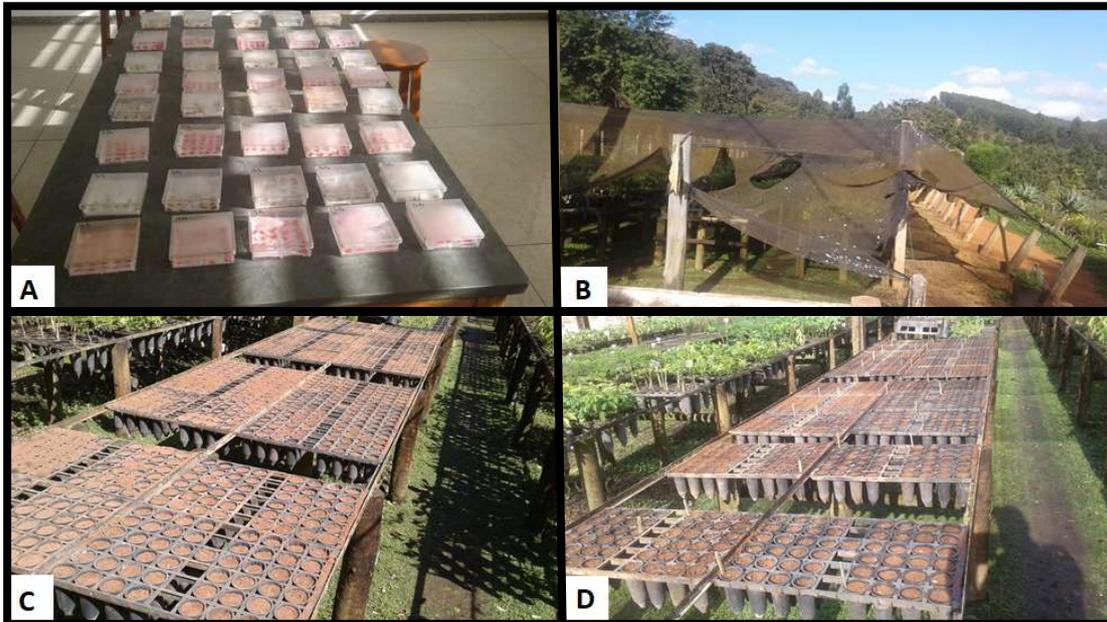
O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições arranjados em esquema fatorial, sendo os fatores em estudo as concentrações de ácido acético e as sementes de duas culturas (milho e feijão). O desenvolvimento do trabalho ocorreu em duas etapas:

A primeira etapa foi um teste realizado em câmara climatizada BOD para verificar a capacidade germinativa das sementes em meio ácido onde foram aplicadas quatro concentrações (0, 5, 10 e 15%) onde os fatores como temperatura, luminosidade, umidade foram mantidos constantes para todos os tratamentos e suas respectivas repetições, essa etapa teve duração de sete dias.

A segunda etapa foi realizada à campo, onde as mesmas concentrações ácidas foram aplicadas ao substrato antes da semeadura. Durante esse período dados de germinação foram registrados e ao fim as plantas que emergiram foram levadas ao laboratório para análises de massa fresca e seca, além de comprimento da parte aérea e radicular.

Para realização do ensaio na BOD foram utilizadas caixas de Gerbox[®] e papel germinativo. Já no campo foram utilizados tubetes de 10 cm e substrato feito com a mistura de solo de barranco e areia. Durante a primeira etapa foram utilizadas cinco repetições para cada tratamento, onde cada unidade amostral foi composta por 25 sementes. Na segunda parte em campo o substrato foi adicionado aos tubetes, sendo aplicada sobre cada tubete a concentração ácida sorteada de maneira aleatória, e cada parcela em campo foi composta por 24 tubetes com duas sementes cada.

Figura 2: Experimento montado na Gerbox[®] pronto para ser levado a BOD (A), Casa de vegetação onde foi realizado o experimento à campo (B), montagem das bandejas onde foram aplicados os tratamentos (C), experimento já montado com os tratamentos aplicados e identificados (D).



Fonte: Autor, 2019.

3.2 Preparo do substrato

O solo utilizado para preparo do substrato apresentou as seguintes características químicas: matéria orgânica $0,87 \text{ dag kg}^{-1}$; pH 4,74; 16 mg dm^{-3} de potássio; $1,04 \text{ mg dm}^{-3}$ fósforo; $0,55 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ cálcio; $0,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de magnésio; $0,45 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de alumínio; e 13,92% de saturação por bases (V%). O substrato foi preparado utilizando duas partes de terra de barrando e uma de areia 2:1. Todos os compostos foram peneirados e depois misturados utilizando enxada, de forma a obter a melhor homogeneidade.

3.3 Preparo da solução ácida.

As soluções ácidas foram preparadas no laboratório de química do campus, utilizando Becker e um bastão de vidro para mistura, além de garrafas de vidro de cor âmbar para armazenamento das soluções, equipamento de proteção individual como luvas e máscaras além do ácido acético glacial 99,7%. As concentrações preparadas foram de 5, 10 e 15% utilizando água destilada para a diluição.

O processo de diluição foi realizado dentro da capela para que não ocorresse a inalação dos gases e vapores decorrentes da utilização do ácido.

Figura 3: Equipamentos utilizados no preparo das soluções ácidas (A), Soluções prontas (B).



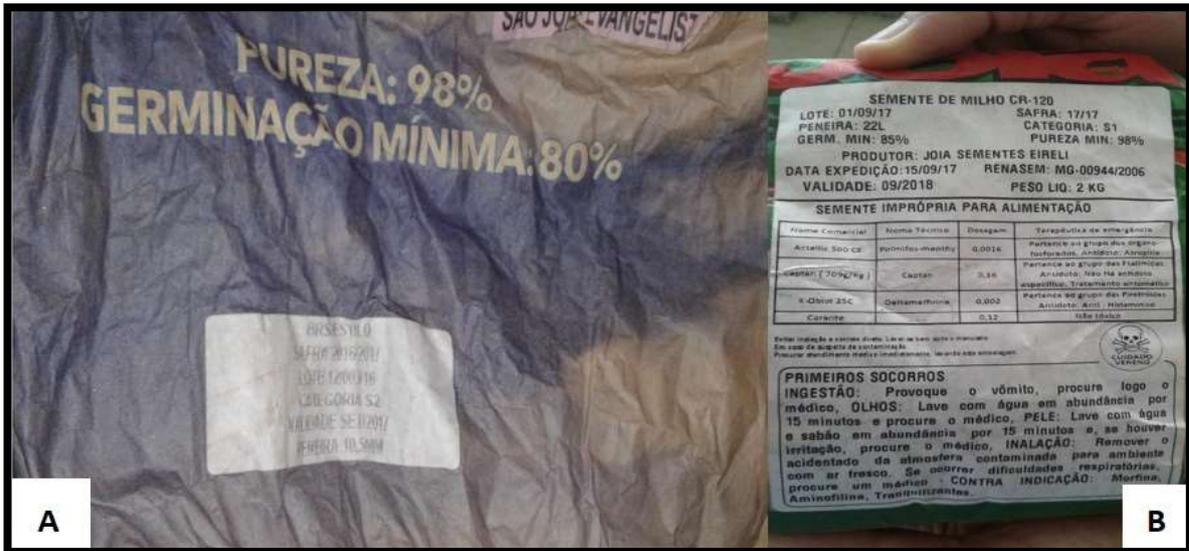
Fonte: Autor, 2019.

3.4 Sementes utilizadas

Foram utilizadas sementes de feijão carioca comerciais, da empresa SEMENTES CAMPOLINA[®], safra 2016/2017, cultivar BRS/ESTILO, as sementes foram selecionadas pela peneira de 10,5 mm, o ciclo médio das plantas é de 92 dias, germinação mínima 80%, porte da planta ereto, tolerante a ferrugem (*Uromyces phaseoli*) e ao oídio (*Erysiphe polygoni*).

Quanto ao milho foram utilizadas sementes da cultivar CR-120, da empresa JOIA SEMENTES EIRELI[®], safra 2017/2017, sendo que as sementes foram selecionadas pela peneira 22L, classificadas com categoria s1, apresentando pureza min de 98% e germinação de 85%. A cultivar é um híbrido duplo, apresenta ciclo médio 130 dias, tolerante as principais doenças da cultura, planta de porte alto chegando a 2,4m ponto médio de inserção da espiga de 1,05m.

Figura 4: Embalagens das Sementes de Feijão (A) e Sementes Milho (B)



Fonte: Autor, 2019.

3.5 Avaliações.

Foram avaliados e registrados os dados de germinação, comprimento total da planta (cm), comprimento de parte aérea (cm), comprimento radicular (cm) além de massa úmida (g) e seca (g). De posse dos dados será possível obter uma resposta sobre o nível de influência do ácido acético na capacidade germinativa das sementes. Desta forma os dados de germinação foram registrados e convertidos em porcentagem, enquanto os de comprimento foram realizados após a retirada do excesso de substrato que estava aderido as raízes, após essa primeira medição a planta foi cortada na base do caule para que fosse feito a medição separada das partes aéreas e radiculares. As plantas após de lavadas e secas em jornal passaram pelo processo de pesagem para registro do valor da meteria fresca, após essa pesagem as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa de circulação forçada a 65° C por 72 horas, ao fim do processo elas passaram por nova pesagem para registro da massa seca das plantas.

Figura 5: Pesagem das plantas de milho (A1), Pesagem das plantas de feijão (A2), Plantas após a lavagem e medição, milho (B1) e feijão (B2), estufa de circulação forçada e balança de precisão utilizados (C).



Fonte: Autor, 2019.

3.6 Análise estatística

Os dados de germinação e desenvolvimento das plântulas foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, tendo sido utilizado o aplicativo computacional SISVAR. As médias dos tratamentos foram comparados pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade para a cultura feijão e os dados da cultura do milho submetidos à análise de regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística mostrou que todas as variáveis analisadas apresentaram efeito significativo para o fator concentração ácida, indicando assim que o mesmo possui influência direta nos resultados (Tabela 1). Para o fator cultura apenas a variável germinação em BOD não apresentou efeito significativo. A interação entre os fatores mostrou efeito significativo para as

variáveis germinação à campo (GC), peso da matéria fresca (PMF), peso da matéria seca (PMS), comprimento de plantas (CP), e comprimento das raízes (CR).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância das características de sementes de milho e feijão avaliadas sobre diferentes concentrações de ácido acético

Fonte de variação	G L	Germ. BOD	Germ. Campo	PMF	PMS	CP	CPA	CR
-----QMR-----								
Conc. Ác.	3	2,8**	2,7**	9999,34**	2995,4**	577,56**	87,36**	242,18**
Cultura	1	0,15ns	0,76**	624,4**	110,85*	616,23**	120,76**	240,10**
Conc. Ác. X cultura	3	0,15ns	0,2**	683,43**	333,26**	133,03**	4,12ns	94,02**
Resíduo	28	0,053	0,01	68,06	31,29	9,84	2,06	13,89
Total	39							
CV		77,89	23,31	35,87	43,93	24	30,92	41,4

** = significativa a 1% de probabilidade de erro pelo teste F.

* = significativa a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Conc. Ác. = Concentração de ácido, CV = Coeficiente de variação, QMR = Quadrado médio do resíduo.

Dados: PMF = peso da matéria fresca (g), PMS = peso da matéria seca (g), CP = comprimento de planta (cm), CPA = comprimento da parte aérea (cm), CR = comprimento de raiz (cm).

Na tabela 2 são apresentados os resultados do efeito das concentrações do ácido acético sobre o germinação das sementes em BOD e comprimento da parte aérea (CPA) das plântulas, onde observou-se que apenas na concentração 0% foi obtida germinação de 82% a qual diferiu-se estatisticamente das demais concentrações, nas quais não foi observada germinação. Para a característica CPA observou-se diferença significativa entre as concentrações, de modo que a concentração 0 foi superior às demais. Com base nesses resultados pode-se afirmar que o ácido acético apresentou efeito negativo na germinação e no desenvolvimento das plantas. Evans et al. (2011), observou que altas doses de ácido acético causam efeitos pré-emergentes em algumas daninhas. Dentro do presente trabalho ficou confirmado que tal influencia residual vai além das plantas daninhas afetando também diretamente as culturas de interesse.

Com relação ao fator cultura como havia apenas um grau de liberdade do resíduo o teste F é considerado conclusivo, de modo foi possível identificar que o milho obteve melhores resultados em relação ao feijão, já que o mesmo sempre obteve médias maiores além do fato de ter ocorrido germinação em todos os tratamentos. Já o feijão na presença de concentrações acima de 5% não apresentou nenhuma germinação, além disso, do tratamento 0% para o 5% ocorreu uma diminuição de 75% da germinação. Estes resultados mostram que as sementes de milho são mais tolerantes ao efeito residual do ácido acético que as sementes de feijão.

Como visto na Tabela 1 todas as variáveis avaliadas mostraram efeito significativo para o fator concentração ácida. Em estudo de Gotoh e Onikura (1971), ficou demonstrado que o ácido acético provocou uma redução de 47,3% do desenvolvimento radicular do arroz. De acordo com os dados obtidos na concentração de 15% ocorreu uma redução de 49,3% no desenvolvimento radicular do milho com relação aos dados da testemunha, já no feijão a redução para a concentração de 5% foi de 16,7% enquanto as demais concentrações foi de 100% já que não ocorreu nenhuma germinação.

Tabela 2 - Comparação de médias da germinação em BOD e comprimento da parte aérea de plantas de milho e feijão sobre diferentes concentrações de ácido acético.

Conc. Ác. Acét. (dal L ⁻¹)	Germ. BOD (%)	CPA (cm)
0	82a	8,2a
5	0b	5,9b
10	0b	2,6c
15	0b	1,85c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Skott Knot a 5% de probabilidade de erro.

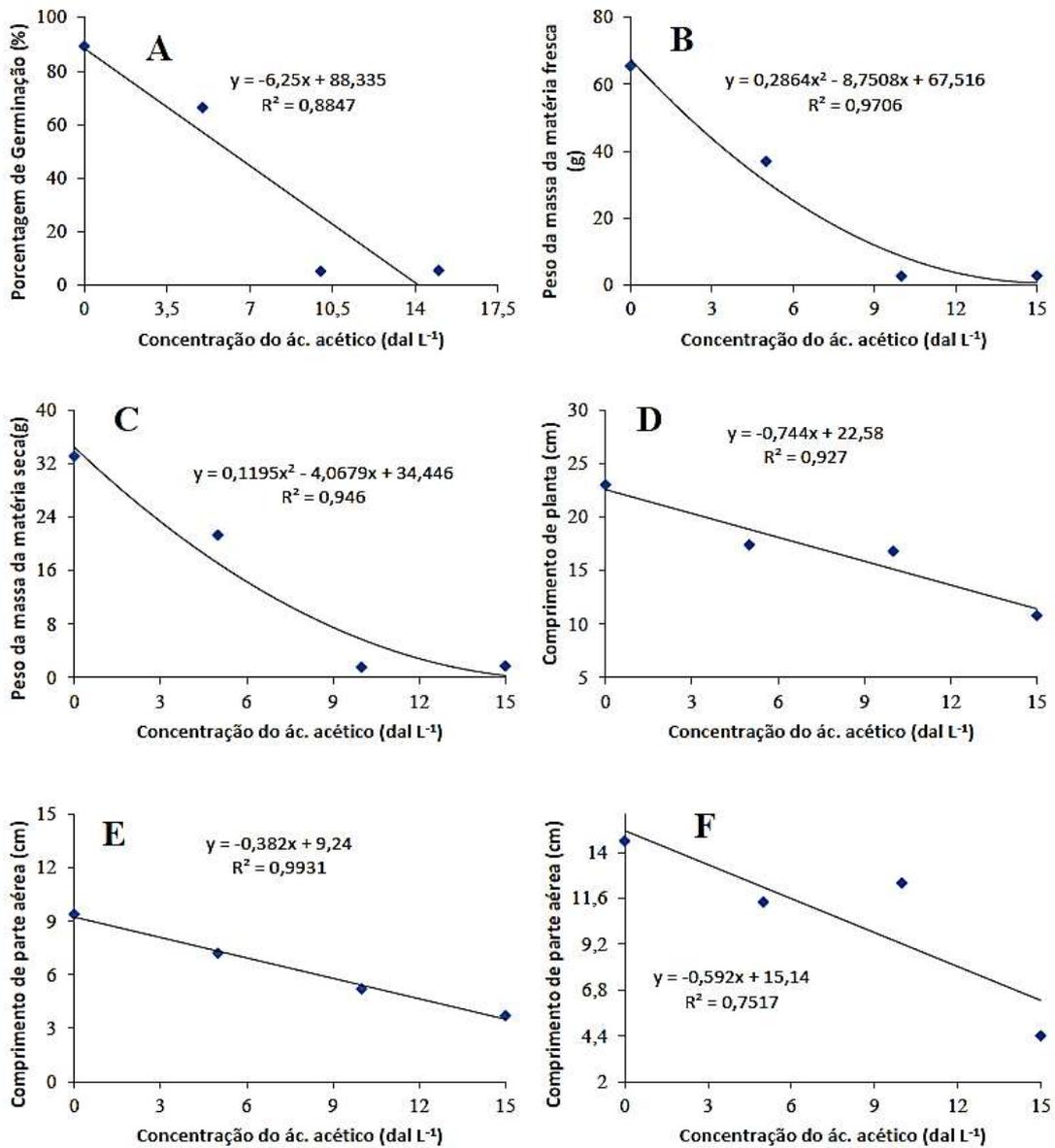
Dados: PMF = peso da matéria fresca (g), PMS = peso da matéria seca (g), CP = comprimento de planta (cm), CPA = comprimento da parte aérea (cm), CR = comprimento de raiz (cm).

Durante o período do experimento na câmara climatizada BOD nenhum tratamento com concentração ácida apresentou germinação. Acredita-se que por efeito do contato direto do ácido com as sementes, o mesmo tenha causado a morte dos embriões. Durante essa avaliação algumas sementes apresentaram mudança na sua coloração além da textura. Os níveis considerados críticos das concentrações de ácido acético são variáveis sendo que normalmente são relatados com relação ao arroz (Schimidt et al., 2008)

Nos valores de parte aérea não houve significância para a interação já que nos tratamentos em que as plantas germinaram o desenvolvimento ao longo do período de estudo foi semelhante. Os valores médios para o desenvolvimento de parte aérea do milho nas concentrações de 0 e 5% foram de 9,4 cm e 7,2 cm respectivamente, enquanto no feijão foi 7 cm e 4,6 cm.

Na análise de desdobramento dos dados da interação das concentrações do ácido dentro de cada cultura em condições de campo não se obteve ajuste satisfatório dos modelos de regressão testados para explicar o comportamento das sementes de feijão, uma vez que a partir da concentração 10 dal L⁻¹ não foi obtida germinação das sementes, e consequentemente não sendo possível avaliar as demais características. Para as sementes de milho os modelos da regressão são apresentados na Figura 6.

Figura 6 – Ajuste dos modelos de regressão para as características de sementes de milho sobre diferentes concentrações de ácido acético.



Durante o experimento o milho apresentou germinação em todas as concentrações testadas, demonstrando ser mais tolerante a toxidez do ácido acético. Os dados resultantes de tal experimento estão demonstrados na figura 6 onde os modelos que melhor se ajustaram foram o quadrático decrescente para as variáveis peso da matéria fresca (PMF) e peso da matéria seca (PMS), e linear decrescente para porcentagem de germinação à campo (GC), comprimento de planta (CP), comprimento de parte aérea (CPA) e Comprimento de raiz (CR). Independente do

modelo de melhor ajuste observou-se redução das características avaliadas com o aumento da concentração do ácido acético nas sementes de milho.

Segundo Schimidt et al., (2008) as concentrações de 2,7 mM de ácido acético foram suficientes para reduzir em 50% o desenvolvimento do sistema radicular das plantas de milho, e a concentração de 1,0 mM causou redução de 30% na soja e aproximadamente 15% no milho. No presente trabalho as plantas de milho que cresceram no substrato que recebeu a concentração ácida de 15% tiveram uma redução de 50,7% no desenvolvimento radicular.

A germinação do milho da concentração 0% para a com concentração 15% teve uma queda de 93,9%. Isso mostra a atividade residual do ácido acético, quando se compara com os demais tratamentos a diferença é menor, mas em todos os testes com a presença do ácido ocorreu diminuição dos fatores analisados.

Para a cultura do feijão como não foi possível ajustar um modelo de regressão que explicasse os dados, optou-se pela utilização do teste de Skott Knot a 5% de chance de erro (Tabela 3).

Tabela 3 - Comparação de médias das características de sementes de feijão sobre diferentes concentrações de ácido acético.

Conc. Ác. Acét. (dal L ⁻¹)	Germ. Campo	PMU	PMS	CP	CR
0	83,75a	71,20a	41,95a	21,2a	14,30a
5	8,33b	4,98b	2,32b	15,40b	11,90a
10	0c	0c	0c	0c	0b
15	0c	0c	0c	0c	0b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Skott Knot a 5% de probabilidade de erro.

Conc. Ác.Acét. = Concentração de ácido acético, Germ. Campo = germinação no campo.

Dados: PMF = peso da matéria fresca (g), PMS = peso da matéria seca (g), CP = comprimento de planta (cm), CPA = comprimento da parte aérea (cm), CR = comprimento de raiz (cm).

Como se pode observar na Tabela 3 os tratamentos acima de 5% de concentração ácida não obtiveram germinação, e conseqüentemente, não houve valores para serem mensurados. Os resultados mostraram que as plantas que receberam a concentração de 0% obtiveram os melhores índices de rendimento, sendo assim, é possível afirmar que as sementes de feijão eram muito sensíveis ao efeito residual do ácido acético. As reduções são drásticas quando consideramos os dados obtidos, na germinação de 0 pra 5 % a redução foi de pouco mais de 90%, enquanto no milho a mesma redução ocorreu quando a concentração ácida foi de 15%.

Segundo Schmidt (2008), as concentrações de ácido acético necessárias para reduzir o crescimento do sistema radicular em 50% foram 2,7mM, para o milho e 2mM, para a soja. Corroborando assim para a afirmação de que as plantas ditas como folhas largas apresentam maior susceptibilidade ao contato com o ácido acético.

Ainda de acordo com Gotoh & Onikura (1971) demonstraram que a concentração de 5 mM de ácido acético reduziu o crescimento radicular de arroz em 47,3. No presente trabalho a concentração de 5% o CR para a cultura do feijão não diferiu estatisticamente da testemunha, porem em concentrações acima de 10% não houve germinação.

A partir desses resultados foi possível perceber que o ácido acético é bastante prejudicial para a cultura do feijão, enquanto o milho apresentou-se mais tolerante à presença do mesmo no solo.

CONCLUSÕES

De posse de todos os dados analisados no decorrer do presente trabalho é possível concluir que a utilização do ácido acético no tratamento prévio do substrato prejudica a germinação, e conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas de milho e feijão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMSTRONG, J.; ARMSTRONG, W. Rice and phragmites: effects of organic acids on growth, root permeability, and radial oxygen loss to the rhizosphere. *American Journal of Botany*, v. 88, n. 8, p.1359-1370, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Anuário 2016** . Brasília: ABRASEM, 2017. 128 p.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: MAPA / ACS; 2009.
- CARVALHO, L. C.; KAZAMA, E. H. Efeito da salinidade de cloreto de potássio (KCl) na germinação de sementes e crescimento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.). *Enciclopédia Biosfera*, v.7, p.429-435. 2011.
- COBUCCI, T.; DI STEFANO, J.G.; KLUTHCOUSKI, J. Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 56p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 35).
- CUNHA, E. Q., L. F. STONE, J. A. A. MOREIRA, E. P. B. FERREIRA, A. D. DIDONET, E W. M. LEANDRO. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I-Atributos físicos do solo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* v. 35,p. 589-602, 2011.
- FURLAN, R. G.*et al.* Simulação do efeito residual da Atrazine em cenoura. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 584-587, 2016. doi: 10.1590/ s0102-053620160420.
- GRYMES, C.F. Response of soybean (*Glycine max*) and rice (*Oryza sativa*) in rotation to AC 263222. **Weed Technology**, v. 9, p. 504-511, 1995.
- HAYAT, Q.; HAYAT, S.; IRFAN, M.; AHMAD, A. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, v. 68, p. 14-25, 2010.
- KRZYANANOWSKI FC, VIEIRA RD, FRANÇA-NETO JB. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina (PR): Abrates: 1999.
- MAHMOOD, AH *et al* . Influência de vários fatores ambientais na germinação e emergência de plântulas de uma erva daninha ambiental: galenia verde (*Galenia pubescens*). **Weed Science** , v. 64, n. 3, p. 486-494, 2016.
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: ABRATES; 2015.
- MARCOS FILHO, J. Teste de vigor de sementes: uma visão geral do passado, presente e perspectiva do futuro. **Scientia Agricola** , v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015.

- MOTSA, MM *et al* . Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de vegetais folhosos africanos selecionados. **Revista Sul-Africana de Botânica** , v. 99, n. 1, p. 29-35, 2015.
- NORONHA BG, MEDEIROS AD, MD PEREIRA. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lam. *Ciência Florestal*. 2018; 28 (1): 393-402.
- RICHHBURG, J. S.; WILCUT, J. W.; WILLEY, G. L. AC 263,222 and imazethapyr rates and mixture for weed management in peanut (*Arachis hypogaea*). **Weed Technology**, v. 9, p. 801-806, 1995.
- SCHMIDT, F., BORTOLON, L., SOLANGE, E., & BORTOLON, O. Nível crítico de toxidez do ácido acético em culturas alternativas para solos de várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.5, p.1068-1074, 2010
- SILVA, A. A; OLIVEIRA JUNIOR, R.S; COSTA, E.R; FERREIRA, L.R; CONSTANTIN, J.; APOLONI, D.K.M; OLIVEIRA, M.F. Efeito residual no solo dos herbicidas imazamox e imazethapyr para as culturas de milho e sorgo. *Planta Daninha*, v. 17, n. 3, p. 345-354, 1999.
- STEFANELLO, R .; VIANA, BB; NEVES, LAS Germinação e vigor de sementes de linhaça sob diferentes condições de luz, temperatura e estresse hídrico. **Semina: Ciências Agrárias** , v. 38, n. 3, p. 1161-1168, 2017.
- ZUCARELI, V .; HENRIQUE, LAV; ONO, EO Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Passiflora incarnata* L.. **Journal of Seed Science** , v. 37, n. 2, p. 162-167, 2015.