

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA – MG
CURSO SUPERIOR EM BACHARELADO EM AGRONOMIA**

VICTOR HUGO SAMPAIO SANTOS

**CONTROLE DO CARURU NA CULTURA DO FEIJÃO UTILIZANDO ÁCIDO
ACÉTICO**

SÃO JOÃO EVANGELISTA

JULHO/2018

VICTOR HUGO SAMPAIO SANTOS

**CONTROLE DO CARURU NA CULTURA DO FEIJÃO UTILIZANDO ÁCIDO
ACÉTICO**

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. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho

Coorientador: Prof. Dr. Victor Dias Pirovani

SÃO JOÃO EVANGELISTA

JULHO/2018

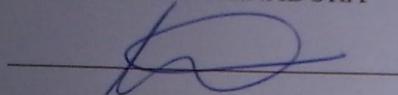
VICTOR HUGO SAMPAIO SANTOS

**CONTROLE DO CARURU NA CULTURA DO FEIJÃO UTILIZANDO ÁCIDO
ACÉTICO**

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.

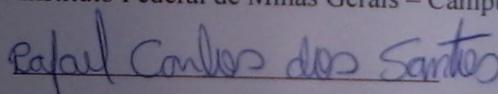
Aprovada em 05 / 06 / 2018

BANCA EXAMINADORA



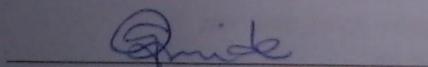
Orientador: Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais – Campus SJE



Prof. Dr. Rafael Carlos dos Santos

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais – Campus SJE



Prof. Dr. Grazielle Wolff de Almeida Carvalho

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais – Campus SJE

*Ao meu honorável pai Geraldo Roberto Pimenta, a
minha benevolente mãe Maria Marta Sampaio,
por toda força, compreensão e carinho ofertados
ao meu digníssimo irmão Vinicius
aos meus avós, in memoriam
e aos que me apoiaram.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado o dom da vida, o de ouvir, todas as dificuldades para que eu pudesse supera-las e me tornar cada vez melhor.

A minha mãe Maria Marta Sampaio, pelos momentos de palavras doces e pesadas sempre me concedendo forças para que eu pudesse alcançar os meus objetivos.

Ao meu pai Geraldo Roberto Pimenta, pelo pulso firme com que sempre me levantava quando eu queria desistir, mostrando-me o caminho para continuar.

Ao meu irmão Vinicius Sampaio, pelos momentos de descontração da palavra fazendo com que eu me sentisse apto para alcançar o final.

A minha madrinha Geiza Damas, por me ajudar nos momentos de dificuldades e por proferir palavras de fé para que eu desse continuação ao meu caminho.

Aos meus avós José de Souza, Helma Colen, Manoel Sampaio e Maria do Socorro (todos in memoriam), pelo apoio mental que me passam através da criação que deram aos meus pais.

Ao orientador Me. Alisson José Eufrásio, por ser um grande professor e mestre sempre indicando os melhores caminhos a serem tomados no ramo profissional.

A Prof. Dr. Grazielle Wolff por todo companheirismo nos momentos difíceis.

Aos meus amigos Hélio Henrique, Monica Vieira, Laisa Gabriela, Carlos Gonçalves, Ivan Borovsk, Marcos Rodrigues, Acalisma Godinho, Gustavo Campos, Augusto Lima, Lilian Lima, Leandro Soares, Stéfany Sousa, João Claudio, João Antônio, Claudio Vieira, Márcia Cesário, Fátima Neves, Mateus Neves e Lucas Neves por todo apoio e momentos de descontração.

A Iasmin Santos por ter me ajudado na correção deste trabalho e por toda paciência.

Aos funcionários e demais professores do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, por colaborarem com minha vida acadêmica e profissional.

Ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, por toda estrutura e material ofertado para que fosse possível a conclusão dessa etapa.

Muito obrigado!

*“Projetistas fazem canais, arqueiros aparam flechas,
artífices modelam madeira e o barro, o homem sábio
modela-se a si mesmo.”*

Siddharta Gautama - Buda

RESUMO

Em virtude da exigência por produtos com melhores qualidades e da preocupação com o meio ambiente por parte da população a uma tendência em reduzir ou até mesmo eliminar o uso dos herbicidas na agricultura. Dessa forma cabe a serem estudados novos métodos que possam realizar o controle das plantas daninhas sem que ocorra a agressão do ambiente e que reduza o mal causado ao homem. O experimento foi conduzido no período de agosto de 2017 a março de 2018 no setor de produção de mudas do Instituto Federal de Minas Gerais-IFMG-SJE, em condições de ambiente protegido. Foram realizados dois experimentos nesse período de tempo: um pré-teste ao qual foram testadas concentrações de 5, 10 e 15% v/v de ácido acético no controle de plantas de caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus*) a fim de selecionar uma das concentrações para a realização do próximo teste. O segundo experimento avaliou os danos causados pelos resíduos do ácido acético a cultura do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). As sementes de caruru foram recolhidas em plantas que se encontravam no campus do IFMG e, as sementes de feijão carioca escolhidas foi a cultivar BRS/Estilo da empresa SEMENTES CAMPOLINA[®]. O delineamento experimental adotado nessa ocasião foi o inteiramente casualizado, sendo o pré-teste composto por quatro tratamentos (T1 (aplicação de ácido acético a 5%), T2 (aplicação de ácido acético a 15%), T3 (aplicação de ácido acético a 10%), T4 (Testemunha)) e 25 repetições para cada tratamento e o teste sendo seis tratamentos (T0 (testemunha), T1 (Um dia após aplicação), T2 (Plantou e aplicou), T3 (Três dias após aplicação), T4 (Aplicou e plantou), T5 (Cinco dias após a aplicação)) e 10 repetições para cada tratamento. Foram avaliados os seguintes parâmetros: 1) no pré-teste foi avaliado o número de mortes das plantas daninhas; 2) e no experimento foram avaliados germinação, comprimento de raiz e parte aérea, diâmetro do caule, massa seca de raiz e da parte aérea. A partir dos dados coletados referentes as variáveis avaliadas, procedeu-se com análises de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade, para aferir a eficiência da utilização do ácido acético para o controle de plantas daninhas. O ácido acético pode ser utilizado como herbicida orgânico; às aparições de novas daninhas se dá a partir de duas semanas após a aplicação; já a cultura do feijão deve ser plantada após três dias de aplicação do ácido.

Palavras chave: Ácidos orgânicos, Sustentabilidade.

ABSTRACT

Because of the demand for products with better qualities and concern for the environment by the population, there is a tendency to reduce or even eliminate the use of herbicides in agriculture. In this way, new methods that can control weeds without environmental aggression and reduce the harm caused to man are studied. The experiment was conducted from August 2017 to March 2018 in the seedling production sector of the Federal Institute of Minas Gerais-IFMG-SJE, under protected environment conditions. Two experiments were carried out during this time: a pre-test to test concentrations of 5, 10 and 15% v / v acetic acid in the control of giant caruru (*Amaranthus retroflexus*) plants in order to select one of the concentrations for the next test. The second experiment evaluated the damage caused by acetic acid residues to Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). The caruru seeds were collected in plants that were on the campus of the IFMG, and the seeds of carioca beans chosen were the cultivar BRS / Style of the company SEMENTES CAMPOLINA®. The experimental design was completely randomized, with four treatments (T1 (application of 5% acetic acid), T2 (application of acetic acid at 15%), T3 (application of acetic acid to (T0 (control), T1 (One day after application), T2 (Planting and applying), T3 (Three days after application), T4 (T4) and T4 (Witness)) and 25 replicates for each treatment. T4 (applied and planted), T5 (Five days after application)) and 10 replicates for each treatment. The following parameters were evaluated: 1) the pre-test was evaluated the number of weed deaths; 2) and in the experiment, germination, root and shoot length, stem diameter, dry root and shoot mass were evaluated. From the collected data regarding the variables evaluated, we performed analyzes of variance and Tukey's test at 5% of probability, in order to evaluate the efficiency of the use of acetic acid for weed control. Acetic acid can be used as an organic herbicide; the occurrence of new weeds occurs from two weeks after application; already the culture of the bean should be planted after three days of application of the acid.

Key words: Organic acids, Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Compostos do substrato misturado e homogeneizado (A) Sacos de mudas preenchidos com o substrato (B)	17
Figura 2: Sementes de caruru (A) Saco das sementes de feijão (B)	17
Figura 3: Materiais utilizados para o preparo das soluções acéticas.....	18
Figura 4: Saco de mudas (A) Pacote com 100 sacos (B) Pulverizador costal manual de 20 litros.....	19
Figura 5: Balança de precisão (A) Estufa de circulação e renovação de ar (B) Temperatura da estufa (C)	20
Figura 6: Comprimento de raiz (A) Comprimento de parte aérea (B).....	20
Figura 7: Gráfico com o número de plantas de caruru mortas em função da aplicação do ácido acético em diferentes concentrações.....	21
Figura 8: Efeitos visuais do ácido nos testes: T1 (5%) (A), T2 (15%) (B), T3 (10%) (C), T4 (Testemunha) (D)	22
Figura 9: Semente com coloração escura do tratamento T4 (Aplicou e Plantou).....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características químicas do solo usado na composição do substrato.....	16
Tabela 2: Valores médios de germinação (GR) em função da aplicação do ácido acético.....	23
Tabela 3: Comprimento de parte aérea (CPA) do feijão em função da aplicação do ácido acético em diferentes concentrações.....	25
Tabela 4: Comprimento de raiz (CR) do feijão em função da aplicação do ácido acético	25
Tabela 5: Diâmetro do caule (DC) do feijão em função da aplicação do ácido acético.....	27
Tabela 6: Massa seca da raiz (MSR) do feijão em função da aplicação do ácido acético em diferentes concentrações.....	28
Tabela 7: Massa seca da parte aérea (MSA) do feijão em função da aplicação do ácido acético	29

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO FEIJÃO.....	11
2.2 POTENCIAL DO ÁCIDO ACÉTICO NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS	13
3. METODOLOGIA.....	15
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	15
3.2 PREPARO DO SUBSTRATO.....	16
3.3 SEMENTES UTILIZADAS NO ENSAIO	17
3.4 PREPARO DA SOLUÇÃO PARA APLICAÇÃO.....	18
3.5 CONDUÇÃO	18
3.6 PARÂMETROS AVALIADOS.....	20
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	21
4.1 PRÉ-TESTE – DANINHAS CONTROLADAS.....	21
4.2 TESTE.....	23
4.2.1 Germinação do Feijão (GR)	23
4.2.2 Comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR) do Feijão	24
4.2.3 Diâmetros de caule (DC) do Feijão.....	26
4.2.4 Massa seca de raiz (MSR) do Feijão.....	27
4.2.5 Massa seca da parte aérea (MAS) do Feijão	28
CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS	31
APÊNDICE: ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos alimentos encontrados em maior quantidade em todo o território nacional, devido às condições climáticas do Brasil consegue-se produzir feijão praticamente o ano todo (RIOS, et al, 2003). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento a produção total de feijão de 2016/2017 foi de 3.327,8 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2017).

Devido a sua distribuição, o feijoeiro sofre com diversas espécies de plantas daninhas. Além disso, é uma cultura de ciclo vegetativo curto, tornando-se muito sensível a competição (COBUCCI, et al., 1999).

A competição sem dúvidas é a forma mais conhecida de interferência direta das plantas daninhas nas diversas culturas agrícolas. Os recursos ambientais mais frequentes passíveis de competição são os nutrientes minerais essenciais, luz, água e o espaço (PITELLI, 1987)

Dessa forma se faz necessário a realização do controle das plantas daninhas. O princípio básico para o controle dessas plantas é evitar a produção de sementes e esgotar todo o estoque destas presente no solo. A forma de controle depende da capacidade competitiva da cultura, nível e período crítico da competição, daninhas presentes e predominantes (LORENZI, 1994).

Segundo BAYER et al. (2000) as diversas operações mecânicas realizadas para o controle das plantas daninhas deixam o solo mais vulnerável. As constantes repetições das operações mecânicas ainda provocam a dispersão de propágulos de daninhas aumentando o nível de infestação (CAIXETA, 2013).

Sendo assim as operações mecânicas foram substituídas pelo controle utilizando herbicidas no cultivo convencional (GOMES & CHIISTOFFOLETI, 2008). No Brasil o uso dos herbicidas tem crescido em larga escala sendo comumente mais utilizado o glifosato (GOMES & CHIISTOFFOLETI, 2008; VARGAS, et al., 2005, 2006, 2007; PRIOCÓPIO, et al., 2006; PITELLI, 1987). O crescimento no uso do glifosato deve-se, principalmente, ao fato de que esse produto apresenta alta eficiência e custo relativamente baixo (VARGAS, et al. 2005).

Devido aos fatores alta eficiência e baixo custo, os herbicidas começaram a ser utilizados de forma indiscriminada, possibilitando assim o desenvolvimento de muitos casos

de resistência a tais compostos por diversas espécies de daninhas (DA SILVA et al., 2017; BURNISIDE, 1992).

Esse uso indiscriminado de herbicidas acaba assustando o consumidor, que passa a exigir alimentos com maior qualidade e a se preocupar com a situação do meio ambiente. Esses fatores contribuem para redução ou até mesmo suspensão do uso dos herbicidas da agricultura (TOZANI, et al, 2006). Seguindo esse padrão imposto pelo consumidor o produtor rural procura agregar técnicas de plantio que permita um manejo sustentável, buscando pacotes tecnológicos que consigam proporcionar um novo modo de produção, de modo a alcançar assim a produção de alimentos com melhor qualidade (ALTIERI, 2004).

Nesse sentido alguns pesquisadores estão buscando melhorar esses pacotes tecnológicos testando novos produtos, como por exemplo, o vinagre (JOHNSON et al., 2003).

HUSSEIN et al. (2009) realizaram a pesquisa sobre o vinagre e afirmaram que o composto possui ação de contato, sendo letal para as plantas, e dependendo da sua concentração e volume torna-se capaz de controlar várias espécies de plantas daninhas.

O conhecimento sobre o vinagre levou cientistas a desenvolverem pesquisa visando conhecer as potencialidades desse composto como substituto dos herbicidas. Nos cultivos orgânicos o uso do vinagre pode ser uma alternativa para substituir os herbicidas para realização do controle de plantas daninhas, pois é um material de fácil disponibilidade e de baixa agressividade ao meio ambiente. Dessa forma no cultivo de produtos orgânicos o vinagre pode ser uma ótima alternativa para substituir os herbicidas sintéticos no controle de plantas daninhas (MAIA, 2011).

WEBBER & SHREFLER (2009) e HUSSEIN et al. (2009) realizaram trabalhos utilizando vinagre em diferentes concentrações e foram observados efeitos positivos no controle de plantas daninhas, tanto nas de folhas largas como nas gramíneas.

Baseando-se no potencial do ácido acético no controle de plantas daninhas deve-se aprofundar os estudos e pesquisas sobre esse composto, a sua eficácia e potencial de impacto ao meio ambiente. A obtenção de resultados satisfatórios é de grande importância para o Brasil, devido ao seu grande complexo alcooleiro, a produção alcoólica tem gerado muita vinhaça a qual voltara para a lavoura como fertilizante ou como ácido acético sendo usado para realizar o controle de plantas daninhas (CAIXETA, 2013).

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o controle de plantas daninhas de caruru utilizando o ácido acético e o efeito causado pelo seu possível resíduo presente no solo. Avaliou-se de forma específica o controle do caruru utilizando o ácido acético e verificou o resíduo desse ácido utilizando como indicador a cultura do feijão, tendo como hipóteses: 1) O

uso do ácido acético pode controlar as plantas de caruru; 2) O seu resíduo pode atrapalhar o desenvolvimento da cultura do feijoeiro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO FEIJÃO

As plantas daninhas são um dos fatores que ocasionam a baixa produtividade na cultura do feijoeiro. A cultura é muito sensível à interferência das plantas daninhas, podendo assim ocorrer perdas na produtividade de 50 a 70% dos grãos (MANABE et al., 2015).

BLACKSHAW (1991) avaliou o efeito da competição entre o feijoeiro e *Solanum sarrachoides* em dois anos diferentes 1988 e 1989, e constatou respectivamente que a biomassa e a produção de semente do feijoeiro reduziram em média 63,1 e 24,7 g m⁻². Relatou ainda que a convivência entre a cultura e as daninhas durante as três primeiras semanas são mais que suficientes para reduzir a produção.

KOZLOWSKI et al. (1999) determinaram que o período crítico de prevenção de interferência na cultura do feijoeiro é determinado a partir de dois modelos de interferência: 1) onde manteve-se as daninhas na cultura desde a sua emergência até que alcançassem os diferentes estádios de desenvolvimento quando se realiza o controle das daninhas; e 2) onde se mantém ausente as plantas daninhas desde o início da emergência do feijoeiro até as diferentes fases do desenvolvimento. Foi concluído pelos autores que o período crítico de prevenção é entre os estádios V₄ (terceira folha trifoliolada completamente plana) e R₆ (Abertura da primeira flor), onde o feijoeiro apresenta uma maior taxa de crescimento, dessa forma qualquer competição afetaria o desenvolvimento do feijoeiro.

Segundo SILVA & SILVA (2013) entre o vigésimo e o quinquagésimo dia após a emergência é o período onde ocorre uma intensa competição entre as plantas daninhas e culturas anuais.

Revisando diversas literaturas VICTORIA FILHO (1994) relatou que o período mais crítico para que se ocorra uma competição entre plantas daninhas e a cultura do feijão, é o período do vigésimo ao trigésimo dia após a emergência da cultura. O mesmo autor ainda relatou que essa competição depende de fatores que estariam relacionados com a cultura e a daninha. Segundo JAKELAITIS et al. (2006) dentre esses diversos fatores destacam-se a

densidade, tipo de plantas daninhas presentes no local, época de ocorrência da competição, a cultura que será empregada, banco de sementes.

COBUCCI (2008) diz que por ser de baixa capacidade competitiva o feijoeiro se enquadra no grupo de culturas que menos sombreiam o solo, logo, sofre intensa interferência ocasionada pela competição com daninhas, dessa forma ocorrendo sérios prejuízos. Segundo o mesmo autor ainda deve-se considerar que as daninhas hospedam agentes causais de doenças, fungos e pragas.

Segundo SALGADO, et al. (2007) o controle das plantas daninhas depende de qual período de interferência ocorre entre as plantas daninhas e a cultura destacando-se três períodos: período anterior a interferência (PAI); período total de prevenção da interferência (PTPI); e período crítico de prevenção da interferência (PCPI).

LAGE, et al. (2017) relatam que o manejo de plantas daninhas envolve diversas atividades voltadas para o controle das daninhas ou para o sistema que é formado entre o solo e a cultura. O manejo voltado para o controle de plantas daninhas ou manejo direto consiste na eliminação direta das daninhas, o manejo através do sistema solo e cultura ou manejo indireto consiste em eliminar sementes ativas e inativas.

Segundo COBUCCI, et al. (1999) a terminologia “controle integrado” seria a utilização de duas ou mais formas de controle de plantas daninhas objetivando manter as daninhas abaixo do nível de dano econômico causando o menor dano possível ao meio ambiente. A utilização desse método evita com que ocorram sérios problemas na área a ser cultivada.

O método e a forma de controle a serem utilizados dependem das espécies presentes na área, tipo da cultura, época, estágio de desenvolvimento dessas plantas presentes (DEUBER, 1992). SILVA et al. (2007a) ressalta que a partir dessas análises podem ser escolhidos qual será a melhor forma de controle a ser empregado no combate as plantas daninhas. Este mesmo autor ainda diz que os métodos de controle mais recentes são: preventivo, mecânico, cultural, físico, biológico e/ou químico, e que esses métodos podem ser usados de forma conjunta para que seja realizada a melhor forma de controle.

Segundo CAIXETA (2013) deve-se levar em consideração que o controle de plantas daninhas é comumente direcionado às espécies predominantes, mas não se deve ignorar as espécies secundárias.

2.2 POTENCIAL DO ÁCIDO ACÉTICO NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

O ácido acético (CH_3COOH) é um dos ácidos orgânicos de cadeia curta e de baixo peso molecular resultante da decomposição anaeróbica, geralmente é o principal ácido orgânico formado no processo, sendo normalmente responsável por mais de 60% dos ácidos orgânicos produzidos em ambientes anaeróbios. Quando liberado no ar pode-se degradar por reação produzindo radicais hidroxil, e quando liberado no solo e na água torna-se biodegradável (SOUSA & BORTOLON, 2002 e SCHMIDT et al. 2010)

A produção do ácido acético é advinda da oxidação do álcool no processo de acidificação (CEDENÕ, 2014). Os ácidos acéticos da fermentação proveniente do álcool etílico são mais puros do que os advindos de outros álcoois. Em contato com a água ocorre sua ionização liberando íons acetato (CH_3COO^-) e íons hidrônio (H_3O^+) (Caixeta, 2013).

As pesquisas em torno do ácido acético como controlador de plantas daninhas ainda são incipientes, tendo que ser mais aprofundadas. O ácido acético possui potencial como herbicida natural, atuando como um herbicida de contato, agindo na destruição das membranas celulares e cloroplastos impedindo que ocorra a fotossíntese, dessa forma ocorre à dessecação dos tecidos das plantas (WEBBER & SHREFLER, 2005).

Sobre o solo, CAMARGO et al. (1995) afirmam que em condições anaeróbicas muitos compostos orgânicos trazem efeitos negativos a germinação e desenvolvimento de plantas. Em solos com boas condições de aeração e drenagem, FISCHER & KIZYAKOU (2010) relataram que após a aplicação foi encontrado ácido acético no solo, em massa microbiana ou adsorvido em particulados do solo, aproximadamente 26% na forma de C-COOH e 36% como C-CH₃. Os microrganismos têm utilizado essas formas como fonte de crescimento e descarboxilação.

Pesquisas foram realizadas utilizando o vinagre em diversas concentrações acéticas, nas quais realizaram o controle tanto de daninhas de folhas largas como gramíneas, embora o controle das gramíneas tenha sido menor (HUSSEIN et al., 2009; WEBBER & SHREFLER, 2009; EVANS et al., 2012; CAIXETA, 2013; CEDENÕ, 2014).

No controle das plantas daninhas, JOHNSON et al. (2005) utilizaram ácido acético a 10% e obtiveram efeitos positivos no controle. O ácido acético deve ser aplicado em dias ensolarados evitando ventos, pois podem causar danos a cultura devido à deriva. EVANS et al. (2012) relataram que altas doses do ácido acético causam efeitos pré-emergentes a algumas

daninhas. Os mesmos autores observaram que duas semanas após a aplicação do ácido a 20% na dose de 700 L ha⁻¹ a germinação de novas plantas foi inibida em 75%.

Em estudo realizado nas culturas de feijão e milho RADHKRISHNAM et al. (2003) verificaram que os danos do ácido acético nas culturas foram entre 5 a 45% na cultura do feijão e entre 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%.

EVANS et al. (2012) realizaram um estudo com ácido acético na concentração acética de 20% utilizando a dose de 700 L ha⁻¹ para controlar daninhas nas culturas do pimentão e do brócolis e verificaram que um dia após a aplicação o controle foi de 100% para o pimentão e 96% no campo de brócolis.

WEBBER & SHREFLER (2009) utilizaram ácido acético a 20% nas doses de 200 e 400 L ha⁻¹ no controle de plantas daninhas em dois tipos de variedades de cebolas, os quais obtiveram um controle de 95% das daninhas, sendo que esse controle reduziu com o tempo. A redução foi maior para dose de 200 L ha⁻¹. O rendimento da cebola foi grandemente afetado quando comparado com o rendimento da cebola livre de daninhas e sem aplicação do ácido acético.

PUJISISWATO et al. (2012) realizaram a aplicação de ácido acético glacial nas concentrações 10 e 20 % na cultura do milho, observaram a inibição da germinação, brotos e do crescimento e desenvolvimento das raízes. Segundo CEDENÕ (2014) isto ocorre devido ao aumento da condutividade elétrica da solução presente no solo, dificultando a absorção da água pelas sementes e na radícula ocorre o aumento da osmolaridade nas células. Existe ainda a possibilidade de o ácido acético causar a degradação das proteínas da membrana.

PUJISISWATO et al. (2013) ressaltaram que o ácido acético aplicado a cultura do milho em pré-emergência não causa inibição da germinação e nem reduz o crescimento de raízes e nem da parte aérea.

Como aspecto a ser considerado deve-se ainda avaliar o efeito que o ácido acético causa sobre o homem. RIZZON et al. (2006) realizaram um estudo e ressaltaram que o ácido em concentrações superiores a 11% pode causar queimaduras na pele e danos severos aos olhos, podendo inclusive levar a cegueira, dessa forma não eliminando o uso dos equipamentos de proteção individual.

Os resultados de pesquisas utilizando o ácido acético indicam resultados aceitáveis sobre o controle de daninhas, mas para que seja aceito como herbicida orgânico. Ainda são necessárias mais informações acerca do impacto que causa ao homem e ao meio ambiente.

3. METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido no período de agosto de 2017 a março de 2018, no viveiro do Instituto de Ciência e Tecnologia do Estado de Minas Gerais - campus São João Evangelista, situado na região Centro-Nordeste do estado de Minas Gerais. O viveiro fica localizado na latitude 18°55'28" sul, longitude 42°75'32" oeste, altitude 697,4096. 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 de 1.180 mm (SILVA, 2013).

O experimento foi realizado através de dois processos:

1. Pré-teste no qual a função foi determinar a concentração letal para que houvesse o controle do caruru;
2. Experimento para controle do caruru com a concentração escolhida no pré-teste e avaliação dos efeitos causados na cultura do feijão pelo ácido acético e seus resíduos presentes nos coloides do solo.

Para realização dos ensaios foram utilizados sacos de mudas de 18x30 cm (volume de 2,7 l). Os sacos foram preenchidos com um substrato preparado com solo de barranco, areia e esterco curtido (a proporção deste substrato se encontra no item 3.2).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), onde as unidades experimentais ficam expostas as mesmas condições e os tratamentos são destinados a cada unidade experimental de forma inteiramente casual (DA SILVA, 2007).

O pré-teste contou com quatro tratamentos e vinte e cinco repetições para cada tratamento: T1 (aplicação de ácido acético a 5%), T2 (aplicação de ácido acético a 15%), T3 (aplicação de ácido acético a 10%), T4 (Testemunha - sem aplicação do ácido acético), o experimento contou com seis tratamentos e dez repetições para cada tratamento : T0 (Testemunha – cultura livre de daninhas e sem aplicação de ácido acético), T1 (Um dia após aplicação), T2 (Plantou e aplicou), T3 (Três dias após aplicação), T4 (Aplicou e plantou), T5 (Cinco dias após a aplicação).

3.2 PREPARO DO SUBSTRATO

O solo utilizado para composição do substrato foi retirado de um barranco, e apresentou as seguintes características químicas analisadas segundo a metodologia descrita por TEDESCO et al. (1995).

Tabela 1: Características químicas do solo usado na composição do substrato

Características	Unidade	Valor
pH	(H ₂ O)	4,74
P	mg.dm ⁻³	10
K	mg.dm ⁻³	1,04
Ca ²⁺	cmolc.dm ⁻³	0,55
Mg ²⁺	cmolc.dm ⁻³	0,05
Al ³⁺	cmolc.dm ⁻³	0,45
H+Al	cmolc.dm ⁻³	3,87
SB	cmolc.dm ⁻³	0,63
(t)	cmolc.dm ⁻³	1,08
(T)	cmolc.dm ⁻³	4,49
V	%	13,92
m	%	41,84
MO	Dag.kg ⁻¹	0,87
P-rem	mg.L ⁻¹	13,94

pH em água - Relação 1:2,5CTC (t) – Capacidade de Troca Catiônica Efetiva

P - K – Extrator Mehlich 1CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0

Ca – Mg – Al – Extrator KCL 1NV = Índice de Saturação de Bases

H + Al – Extrator SMP

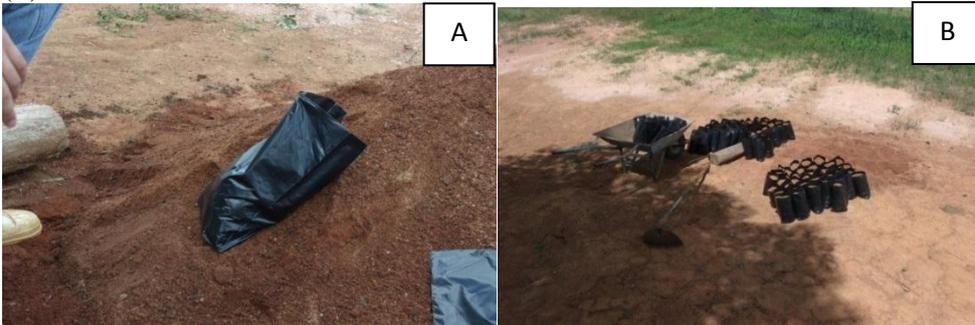
Mat. Org. (MO) – Oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N

m = Índice de Saturação de Alumínio P-rem = Fósforo Remanescente

SB = Soma de Bases Tocáveis

O substrato foi composto por duas partes de solo de barranco, uma de areia e uma de esterco curtido, sendo assim considerado uma formulação de substrato comum, 2:1:1. Todos os compostos utilizados na composição do substrato foram peneirados e depois foram misturados utilizando a enxada de forma que a mistura chegasse a uma condição mais homogênea (Figura 1).

Figura 1: Compostos do substrato misturado e homogeneizado (A) Sacos de mudas preenchidos com o substrato (B)



Fonte: Autor, 2018

3.3 SEMENTES UTILIZADAS NO ENSAIO

As sementes das daninhas foram coletadas manualmente em plantas que se encontravam nas dependências do campus e sua identificação realizada pelo Professor Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho: caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus*) (Figura 2 – A).

Utilizou 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 e ao oídio (Figura 2 - B).

Figura 2: Sementes de caruru (A) Saco das sementes de feijão (B)



Fonte: Autor, 2018

3.4 PREPARO DA SOLUÇÃO PARA APLICAÇÃO

A solução de ácido acético foi preparada no laboratório de química do campus, foram utilizados beakers, bastão de vidro, funil, garrafas plásticas para armazenamento das soluções, equipamentos de proteção individual e ácido acético glacial 99,7% (Figura 3)

Para o pré-teste foram preparadas soluções com 5, 10, 15% v/v de teor acético, seguindo o método das diluições, diluindo da solução mais forte até a mais fraca. No teste foi preparada apenas uma concentração que foi selecionada a partir dos resultados obtidos no pré-teste.

Figura 3: Materiais utilizados para o preparo das soluções acéticas



Fonte: Autor, 2018

3.5 CONDUÇÃO

Na realização do pré-teste utilizou-se 100 sacos de 18x30 cm (2,7 L) (Figura 4 – A e B), o qual foi preenchido com o substrato, e realizou o plantio das sementes de caruru. Conduziu o desenvolvimento das daninhas, realizando o desbaste e deixando de duas a três daninhas por saco de mudas, até que elas atingissem o desenvolvimento de quatro a seis folhas. Ao atingirem esse estado realizou o controle das plantas, utilizando as concentrações de 5, 10, 15% v/v. Para aplicação das concentrações, utilizou-se o pulverizador costal manual de 20 litros da MASTER[®] (20-PE-2), com bico plástico da MAGNOJET[®] coloração azul MAG CH M-059 jato de cone cheio (Figura 4 – C). A aplicação foi realizada utilizando a técnica de jato dirigido e nos períodos mais frescos do dia com leve período de incidência solar.

Para o experimento utilizou-se 60 sacos de 18x30 (2,7 L) (Figura 4 – A e B), que foram preenchidos com substrato, utilizou o pulverizador costal manual da MASTER[®] (Figura 4 – C) para realizar a aplicação conforme foi realizado no pré-teste, dessa forma controlando as plantas. Foi realizado o plantio do feijão seguindo como critério os tratamentos: plantou e aplicou; aplicou e plantou; um dia após aplicação; três dias após aplicação; cinco dias após aplicação e a testemunha que realizou o controle das daninhas manualmente. Foram plantadas três sementes de feijão por saco de mudas, dessa forma determinou-se que cada saco de mudas seria uma unidade experimental.

Figura 4: Saco de mudas (A) Pacote com 100 sacos (B) Pulverizador costal manual de 20 litros



Fonte: Autor, 2018

As plantas de feijão foram retiradas assim que alcançaram 20 dias de desenvolvimento após sua germinação. Para obter os dados utilizou de uma balança de precisão da empresa MARTE[®] (AY220) para determinação de massa seca de parte aérea e raiz, régua graduada para determinação do comprimento de parte aérea e raiz, paquímetro para determinar o diâmetro do coleóptilo, estufa de circulação e renovação de ar da empresa SOLAB[®] (SI – 102) onde as plantas ficaram nessa estufa a temperatura de 105°C por um período de 24 horas para alcançarem a massa seca (Figura 5)

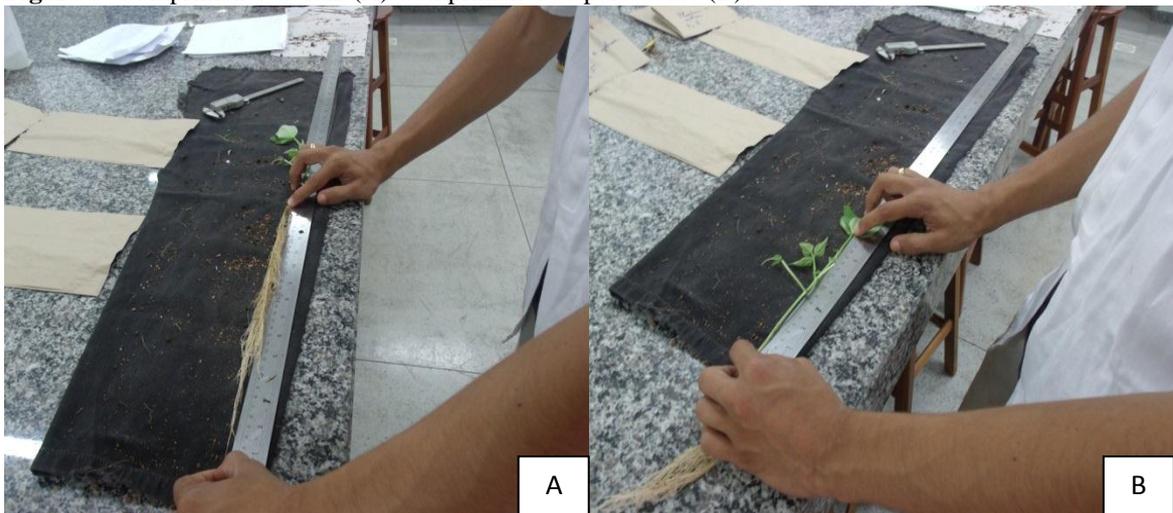
A medida de comprimento de raiz foi realizada a partir da maior raiz até o coleóptilo, já o comprimento de parte aérea foi realizado do coleóptilo até a interseção da última folha liberada (Figura 6).

Figura 5: Balança de precisão (A) Estufa de circulação e renovação de ar (B) Temperatura da estufa (C)



Fonte: Autor, 2018

Figura 6: Comprimento de raiz (A) Comprimento de parte aérea (B)



Fonte: Autor, 2018

3.6 PARÂMETROS AVALIADOS

O pré-teste teve como critério de avaliação a morte das daninhas atribuindo os valores de zero para daninhas mortas e um para daninhas vivas comparando-se os tratamentos dessa forma procedeu-se a escolha da melhor concentração para ser utilizada no experimento.

No experimento os critérios avaliados foram: germinação, comprimento de parte aérea e raiz, diâmetro do caule, massa seca de raiz e massa seca da parte aérea.

Tanto o pré-teste como o experimento foram submetidos à análise de variância, sendo as medias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

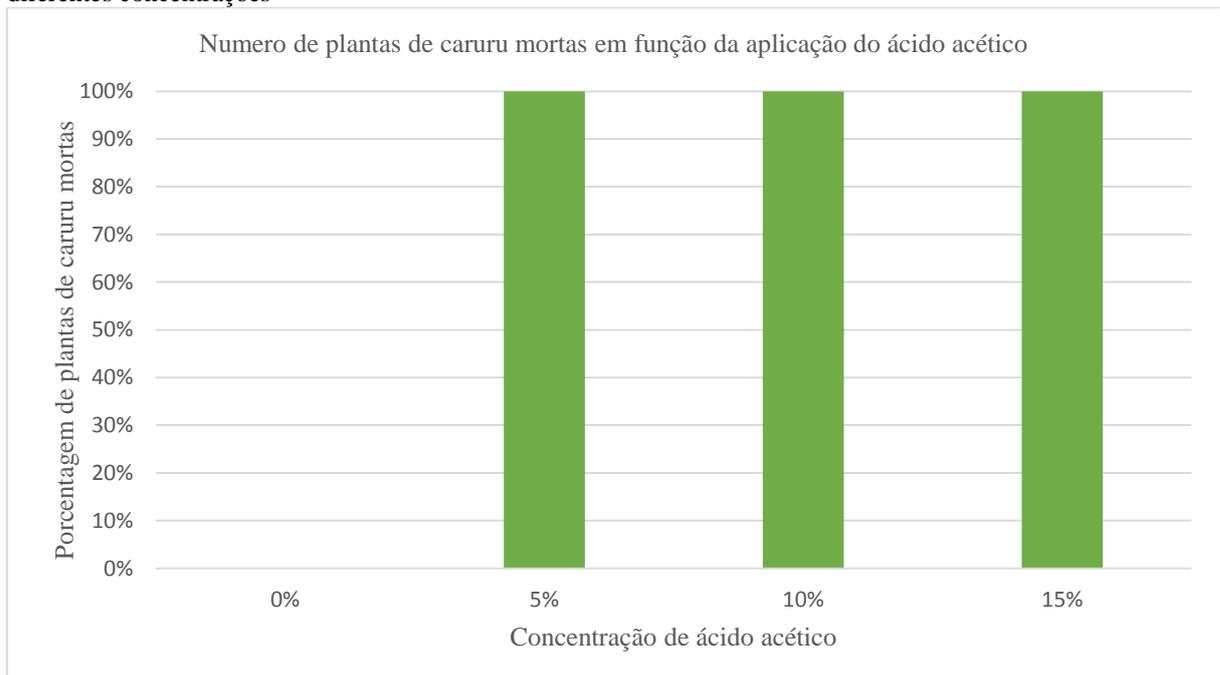
4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Onde se realizou a aplicação do ácido acético, a germinação de novas daninhas demorou em torno de 10 a 12 dias, e em torno de cinco a seis dias onde não se houve a aplicação.

4.1 PRÉ-TESTE – DANINHAS CONTROLADAS

Selecionou-se a concentração de 5% (6,6 mM em 130 l de solo) de teor acético para ser utilizado no teste, pois possui a mesma eficiência no controle das daninhas quando se comparada às concentrações superiores (Figura 7). O seu valor quando comparado ao valor dos herbicidas comerciais é mais rentável, pois sua concentração é a mesma utilizada no vinagre para consumo humano, além de não causar riscos de queimaduras na pele e nem irritações severas aos olhos.

Figura 7: Gráfico com o número de plantas de caruru mortas em função da aplicação do ácido acético em diferentes concentrações



SILVA et al. (2007) aplicou vinagre com a acidez acética de 12% em algumas plantas de maior porte, e acabou observando que não se obteve um grande efeito quando comparada as plantas de menor porte devido a maior susceptibilidade dos tecidos novos. Devido essa afirmação o teste foi realizado com as plantas nos estágios iniciais de desenvolvimento.

Os efeitos visuais sobre as daninhas pode ser observado em poucas horas depois da aplicação do ácido acético (Figura 8). Todos os testes obtiveram uma eficácia de 100% no controle das daninhas. RADHAKRISHNAM et al. (2003) e JOHNSON et al. (2005) realizaram testes utilizando ácido acético para o controle de plantas daninhas, os resultados desse trabalho são semelhantes aos encontrados por esses autores.

Figura 8: Efeitos visuais do ácido nos testes: T1 (5%) (A), T2 (15%) (B), T3 (10%) (C), T4 (Testemunha) (D)



Fonte: Autor, 2018

4.2 TESTE

4.2.1 Germinação do Feijão (GR)

Sobre a variável GR, pode-se observar uma diferença significativa entre os tratamentos que levaram alguns dias para ocorrer e os demais tratamentos. Sendo o tratamento de T3 o menos afetado pelo o ácido acético e mostrando maior média quando comparado com a testemunha, já os tratamentos, T4 e T2 foram os mais afetados (Tabela 2).

Tabela 2: Valores médios de germinação (GR) em função da aplicação do ácido acético

Tratamentos	Característica (GR) ¹
T0(Testemunha)	2,400000 a
T1 (UDA) ²	2,000000 ab
T2 (PA) ³	0,900000 bc
T3 (TDA) ⁴	2,700000 a
T4 (AP) ⁵	0,100000 c
T5 (CDA) ⁶	1,600000 ab

¹ Germinação;

² Tratamento T1 (um dia após aplicação);

³ Tratamento T2 (Plantou e aplicou);

⁴ Tratamento T3 (Três dias após aplicação);

⁵ Tratamento T4 (Aplicou e plantou);

⁶ Tratamento T5 (Cinco dias após aplicação);

As médias seguidas das mesmas letras não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Devido o contato direto com o ácido acético a germinação dos tratamentos T4 e T2, foram fortemente afetados por esse contato. PUJISISWATO et al. (2012) encontrou resultados semelhantes ao aplicar ácido acético nas concentrações de 10 e 20% na cultura do milho, dessa forma, sendo as sementes de feijão mais tenras que as sementes de milho as mesmas são afetadas pelo contato direto com o ácido mesmo em baixa concentração.

CEDENÕ (2014) ressaltou que devido ao contato do ácido com as sementes ocorre a degradação das proteínas da membrana afetando a germinação e expondo o embrião aos ataques de microrganismo. Isso pode ser visto no tratamento T4 onde as sementes devido a manterem um contato mais direto com o ácido acético apresentaram uma coloração escura e característica mole (Figura 9).

Figura 9: Semente com coloração escura do tratamento T4 (Aplicou e Plantou)



Fonte: Autor, 2018

4.2.2 Comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR) do Feijão

Os dados coletados nesse experimento tanto para comprimento de parte aérea (Tabela 3) como comprimento de raiz (Tabela 4) só foram afetados nos tratamentos onde a germinação foi afetada ou não se houve germinação que seriam os tratamentos T4 e T2. Os demais tratamentos apresentaram bons desenvolvimentos tanto para parte aérea como para raiz.

Para comprimento de parte aérea o tratamento Testemunha obteve a maior média sendo precedida do tratamento T3, mas não sendo significativamente diferente avaliada pelo teste estatístico empregado (Tabela 3).

Tabela 3: Comprimento de parte aérea (CPA) do feijão em função da aplicação do ácido acético em diferentes concentrações

Tratamentos	Característica (CPA) ¹ centímetro
T0(Testemunha)	18,376700 a
T1 (UDA)²	12,813300 ab
T2 (PA)³	5,099900 bc
T3 (TDA)⁴	13,976700 ab
T4 (AP)⁵	0,250000 c
T5 (CDA)⁶	11,829400 ab

¹ Comprimento em parte aérea;

² Tratamento T1 (um dia após aplicação);

³ Tratamento T2 (Plantou e aplicou);

⁴ Tratamento T3 (Três dias após aplicação);

⁵ Tratamento T4 (Aplicou e plantou);

⁶ Tratamento T5 (Cinco dias após aplicação);

As médias seguidas das mesmas letras não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para comprimento de raiz tanto a Testemunha como o tratamento T3 obtiveram a mesma média, aqueles tratamentos ao qual tiveram a germinação afetada T2 e T4 foram considerados os tratamentos que causam mais problemas ao feijoeiro. (Tabela 4)

Tabela 4: Comprimento de raiz (CR) do feijão em função da aplicação do ácido acético

Tratamentos	Característica (CR) ¹ centímetro
T0(Testemunha)	27,726600 a
T1 (UDA)²	25,180000 a
T2 (PA)³	10,816600 b
T3 (TDA)⁴	27,726600 a
T4 (AP)⁵	0,296700 b
T5 (CDA)⁶	22,040000 a

¹ Comprimento de Raiz;

² Tratamento T1 (um dia após aplicação);

³ Tratamento T2 (Plantou e aplicou);

⁴ Tratamento T3 (Três dias após aplicação);

⁵ Tratamento T4 (Aplicou e plantou);

⁶ Tratamento T5 (Cinco dias após aplicação);

As médias seguidas das mesmas letras não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Diversos autores (SOUSA & BORTOLON, 2002; KOPP et al., 2007; TUNES et al., 2008; SCHMIDT et al., 2010) em seus trabalhos relataram a concentração de ácido acético para ocorrer a redução do sistema radicular das plantas em 50 % são valores entre 2 mM a 4 mM, já para redução de parte aérea a 50% são valores acima de 8 mM, mas valores menores também contribuem para reduções da parte aérea.

KOPP et al. (2007) em seu trabalho sobre aplicação de ácidos orgânicos na cultura do arroz relatou que para o ácido acético afeta o desenvolvimento das raízes promovendo a redução do comprimento é necessário que a concentração seja de 10,9 mM, o mesmo autor ainda determinou que CR é a variável mais indicada para avaliação das plântulas devido as outras variáveis estarem correlacionadas significativamente a ela.

SOUSA & BORTOLON (2002) observaram que uma inibição de 50% no crescimento do sistema radicular de plantas de arroz foi obtida a uma concentração de 4,7mM em 40 ml, enquanto que, para a parte aérea atingir o mesmo valor de inibição, foi necessária uma concentração de 8,0mM de ácido acético em 40 ml.

TUNES et al. (2008) encontrou os mesmos resultados para seu teste em aveia que os outros autores para os níveis de redução radicular e parte aérea, essas reduções foram aumentadas conforme subia para dosagem máxima testada de 16 mM.

Dessa forma de acordo a literatura fica determinada que as altas dosagens do ácido acético presentes na solução do solo são prejudiciais para as plantas nas características que determinam comprimento de parte aérea e comprimento de raiz, visando então o uso do ácido em baixas concentrações. Deve-se ainda lembrar que o ácido acético é fortemente utilizado pelos microrganismos do solo dessa forma havendo intensa proliferação desses microrganismos e de subprodutos produzidos por eles presentes na solução do solo.

4.2.3 Diâmetros de caule (DC) do Feijão

Para o variável diâmetro do caule as plantas do tratamento T3 e a Testemunha obtiveram bons desenvolvimento sendo a média da Testemunha a maior, sendo precedida pela média do tratamento T3. Os menores resultados foram dos tratamentos T2 e T4, estes estão estritamente ligados à sua condição germinativa (Tabela 5).

Tabela 5: Diâmetro do caule (DC) do feijão em função da aplicação do ácido acético

Tratamentos	Característica
	(DC) ¹ milímetro
T0(Testemunha)	2,372700 a
T1 (UDA) ²	1,851000 ab
T2 (PA) ³	0,806900 bc
T3 (TDA) ⁴	2,193900 a
T4 (AP) ⁵	0,034000 c
T5 (CDA) ⁶	1,479600 ab

¹ Diâmetro do caule;

² Tratamento T1 (um dia após aplicação);

³ Tratamento T2 (Plantou e aplicou);

⁴ Tratamento T3 (Três dias após aplicação);

⁵ Tratamento T4 (Aplicou e plantou);

⁶ Tratamento T5 (Cinco dias após aplicação);

As médias seguidas das mesmas letras não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em seu trabalho sobre dessecação da aveia preta utilizando vinagre triplo em sistema de plantio de milho orgânico CEDENÕ (2014) encontrou que apenas o tratamento que não houve aplicação de ácido acético ou de herbicida que obteve a menor média para diâmetro de caule.

Esse fator está ligado estritamente ao desenvolvimento de raiz sendo assim a redução seria evidente caso ocorresse algum problema no processo de multiplicação das raízes.

4.2.4 Massa seca de raiz (MSR) do Feijão

Estatisticamente os melhores tratamentos para variável MSR são a Testemunha e o T3, onde a testemunha obteve a maior média. Os T1 e T5 foram considerados tratamentos intermediários para essa variável por estarem entre os melhores e piores tratamentos, novamente os tratamentos T2 e T4 obtiveram as menores médias devido aos problemas germinativos (Tabela 6). Dessa forma as variáveis que não foram afetadas pela germinação não obtiveram diferenças significativas de redução de massa seca da raiz entre si (Tabela 2).

Tabela 6: Massa seca da raiz (MSR) do feijão em função da aplicação do ácido acético em diferentes concentrações

Tratamentos	Característica (MSR) ¹ grama
T0(Testemunha)	0.382330 a
T1 (UDA) ²	0.340330 ab
T2 (PA) ³	0.080670 bc
T3 (TDA) ⁴	0.375830 a
T4 (AP) ⁵	0.000870 c
T5 (CDA) ⁶	0.280660 ab

¹ Massa seca da raiz;

² Tratamento T1 (um dia após aplicação);

³ Tratamento T2 (Plantou e aplicou);

⁴ Tratamento T3 (Três dias após aplicação);

⁵ Tratamento T4 (Aplicou e plantou);

⁶ Tratamento T5 (Cinco dias após aplicação);

As médias seguidas das mesmas letras não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

SOUSA & BORTOLON (2002) em seu trabalho verificaram que não houve redução de peso significativo na massa seca da raiz referente à cultura do arroz. TUNES et al. (2008) ao realizar teste com diferentes concentrações milimolares na cultura da aveia branca verificou a mesma resposta referente a massa seca da raiz, que não foi afetado significativamente.

SCHMIDT et al. (2010) ao avaliar o nível de toxidez do ácido acético em culturas alternativas para solos de várzea observou que plantas de milho não sofrem reduções significativas de massa seca da raiz, a soja sofre uma redução de 29% quando exposta a 4,0 mM e que o sorgo é fortemente afetado quando as concentrações estão próximas a 8,0 mM/1000ml.

4.2.5 Massa seca da parte aérea (MAS) do Feijão

Sobre a variável MSA, observou-se que a Testemunha (T0) obteve a maior média para os índices de massa seca de parte aérea. Os tratamentos que não obtiveram problemas na sua germinação obtiveram a mesma diferença significativa referente ao teste estatístico

empregado, dessa forma todos os testes são equivalentes entre si pelo método estatístico de Tukey a 5% (Tabela 7).

Tabela 7: Massa seca da parte aérea (MSA) do feijão em função da aplicação do ácido acético

Tratamentos	Característica (MSA) ¹ grama
T0(Testemunha)	0,34400 a
T1 (UDA)²	0,184010 b
T2 (PA)³	0,108670 bc
T3 (TDA)⁴	0,226020 ab
T4 (AP)⁵	0,001570 c
T5 (CDA)⁶	0,285010 ab

¹ Massa seca da parte aérea;

² Tratamento T1 (um dia após aplicação);

³ Tratamento T2 (Plantou e aplicou);

⁴ Tratamento T3 (Três dias após aplicação);

⁵ Tratamento T4 (Aplicou e plantou);

⁶ Tratamento T5 (Cinco dias após aplicação);

As médias seguidas das mesmas letras não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

SOUSA & BORTOLON (2002) observaram que houve uma queda considerável na massa seca da parte aérea conforme foi se aumentando as concentrações do ácido acético. Os mesmos autores ainda descobriram que para ocorrer redução da parte aérea em 50 % é necessário que a concentração do ácido esteja em torno de 8 mM em uma solução de 40 ml.

TUNES et al. em seu trabalho sobre aveia branca verificaram que as reduções de massa seca da parte aérea foram muito similares entre si, dessa forma confirmando os resultados presentes nesse trabalho.

KOPP et al. (2007) também encontraram em seu trabalho redução similares para a variável massa seca da parte aérea de arroz, essa variação possui índices entre 31,4 a 37,4% esses dados referentes a dose mais elevada utilizada para o ácido acético de 15 mM.

A partir da observação dos resultados é recomendado que seja realizado o plantio da cultura do feijão a partir de três dias após a aplicação do ácido evitando assim um possível contato direto das sementes com os resíduos que estejam presentes ao solo, pois as sementes de feijão em contato com o ácido acético passam a ficar inviáveis não ocorrendo assim a germinação.

CONCLUSÃO

- O ácido acético pode ser utilizado para o controle das plantas de caruru visto que controla efetivamente essas plantas, e seu efeito de controle persiste em um período de até duas semanas.
- A cultura do feijão é afetada quando entra em contato com o ácido acético nos primeiros dias de aplicação, pois suas sementes ficam inviáveis atrapalhando a germinação, sendo mais indicado o plantio a partir do terceiro dia, dessa forma não atrapalhando a germinação.

REFERÊNCIAS

- ALTIERE, M. **Agroecologia: A dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4.ed. Porto Alegre : Editora da UFRGS, 2004.
- BAYER, et. al. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO₂. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 3, 2000.
- BLACKSHAW, R. E. Hairy nightshade (*Solanum sarrachoides*) interference in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Weed Sci.**, v. 39, p. 48-53, 1991.
- BLANCO, H.G. - A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **O Biológico**, 38(10): 343-50, 1972.
- BURNSIDE, O. C. Rationale for developing herbicide-resistant crops. **Weed Technology**, Champaign, v. 6, n. 3, p. 621-25, 1992.
- CAIXETA, et al. Uso de vinagre e extrato de sementes de feijão-de-porco no manejo de plantas daninhas em plantio direto de milho orgânico. 2013.
- CAMARGO, et al. Acúmulo de nutrientes pelo arroz em resposta à incorporação de palha de arroz em um gleissolo do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, n. 2, p. 243-247, 1995.
- CEDEÑO, et al. Utilização do vinagre triplo na dessecação de aveia-preta em sistema de plantio direto de milho orgânico. 2014
- COBUCCI, et al. **Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto**. Embrapa Arroz e Feijão, 1999.
- COBUCCI, T. Manejo e controle de plantas daninhas em feijão. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. 2. ed. Bento Gonçalves-RS: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 453-480.
- DA SILVA, et al. Monitoramento de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas no Estado de Mato Grosso—Safrá 2016/2017. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2017.
- DA SILVA, JOÃO GILBERTO CORRÊA. Estatística experimental: Planejamento de experimentos. 2007.
- DE GOES MACIEL, et al. Misturas em tanque com glyphosate para o controle de trapoeraba, erva-de-touro e capim-carrapicho em soja RR®. **Revista Ceres**, v. 58, n. 1, p. 35-42, 2011.
- DEUBER, R.; DEUBER, R. Botânica das plantas daninhas. **Ciência das Plantas Daninhas (Deuber R, ed.)**. FUNEP, Jaboticabal, p. 31-73, 1992.
- DIAS, et al. Germinação de sementes aéreas pequenas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*). **Planta Daninha**, v. 27, n. spe, p. 931-939, 2009.

EVANS, G. J.; BELLINDER, R. R.; HAHN, R. R. Integration of vinegar for in-row weed control in transplanted bell pepper and broccoli. **Weed Technology**, v. 25, n. 3, p. 459-465, 2012.

FERREIRA. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciênc. agrotec.* [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112 . Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

FERREIRA. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFPA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.link: [artigo Ciência e Agrotecnologia](#)

FERREIRA. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium (Lavras)*, v. 6, p. 36-41, 2008.link: [artigo Symposium](#)

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. **In...45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria**. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

FISCHER H. AND DAN Y KUZYAKOV. 2010. Sorption, microbial uptake and decomposition of acetate in soil: Transformation revealed by position-specific ¹⁴C labeling. **Soil Biology and Biochemistry**. 42: 186-192.

FREITAS, et al. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 241-247, 2009.

GAZZIERO, et al. Deposição de glyphosate aplicado para controle de plantas daninhas em soja transgênica. **Planta daninha**, p. 173-181, 2006.

GOMES & CHRISTOFFOLETI., P.J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta daninha**, v. 26, n. 4, p. 789-798, 2008.

HUSSEIN et al. Efficacy comparison of some new natural-product herbicides for weed control at two growth stages. **Weed Technology**, v. 23, n. 3, p. 431-437, 2009.

IVANY. Acetic acid for weed control in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Canadian Journal of Plant Science**, v. 90, n. 4, p. 537-542, 2010.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; PEREIRA, J. L., SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; VIVIAN, R. Efeitos de densidade e época de emergência de *Brachiaria brizantha* em competição com plantas de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá-PR, v. 28, n. 3, p. 373-378, 2006

JAKELAITIS, et al. EFEITOS DE RESÍDUOS VEGETAIS E DE HERBICIDAS SOBRE AS PLANTAS DANINHAS E A PRODUÇÃO DO FEIJOEIRO-COMUM. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, 2010.

JOHNSON, E. N.; WOLF, T. M.; CALDWELL, B. C. Vinegar (Acetic acid) For Pre-Seed And Post-Emergence Control Of Broadleaf Weeds in Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.).

In: **Proc. 2003 Nat. Meet., Canadian Weed Sci. Soc. 57th Annual Meeting. Halifax, Nova Scotia, Canada.** 2003. p. 87.

JOHNSON, E.N., WOLF, T CALDWELL., B. and BARBOUR, R. 2005. Adf Project Number 20020202 Efficacy Of Vinegar (Acetic Acid) As An Organic Herbicide Aafc Project A03637 **Final Report 2004** . Statement as at march 1, 2005

KOZLOWSKI, L.A.; RONZELLI JÚNIOR, P.; PURÍSSIMO, C.; DAROS, E.; KOEHLER, H.S. Interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum em sistema de semeadura direta. In : REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador, BA. **Resumos expandidos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999, v.1, 499-502. (Embrapa Arroz e Feijão, Documentos, 99).

KOPP, Mauricio Marini et al. Níveis críticos dos ácidos acético, propiônico e butírico para estudos de toxicidade em arroz em solução nutritiva. **Acta Botanica Brasílica**, v. 21, n. 1, p. 147-154, 2007.

KRUSE, N. D.; VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Curvas de resposta e isoblograma como forma de descrever a associação de herbicidas inibidores do fotossistema II e da síntese de carotenóides. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 579-587, 2006

LAGE, et al. Interferência do arranjo de plantas daninhas no crescimento do feijoeiro. **REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL**, v. 4, n. 3, p. 61-68, 2017.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 4. Ed. Nova Odessa, SP; Editora Plantarum.1994.

MAIA, A. J. **Controle de plantas daninhas com ácido acético e solarização**. 2007 (62 f.) Tese de Doutorado. Pós-graduação em agronomia- Universidade Federal do Ceará UFC.Fortaleza, 2007.

MAIA, ANA JOSICLEIDE. 11474-Controle da cyperus rotundus com ácido acético. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

MAIA, ANA JOSICLEIDE, Eficácia do ácido acético no controle de algumas espécies de plantas daninhas. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 2512, 2013

MANABE, P. M. S. MATOS, C. C.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T.; MANABE, A.; ROCHA, P. R. R.; SILVA, C. T. Efeito da competição de plantas daninhas na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 31, n. 2, p. 333-343, 2015.

PILET, PAUL-EMILE; SAUGY, Martial. Effect of applied and endogenous indol-3-yl-acetic acid on maize root growth. **Planta**, v. 164, n. 2, p. 254-258, 1985.

PITELLI, ROBINSON ANTONIO. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série técnica IPEF**, v. 4, n. 12, p. 1-24, 1987.

- PROCÓPIO, S. O., PIRES, F. R., MENEZES, C. C. E., BARROSO, A. L. L., MORAES, R. V., SILVA, M. V. V., ... & CARMO, M. L. (2006). Efeitos de dessecantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. *Planta Daninha*, 24(1), 193-197.
- PUJISISWANTO H. 2012. Toxicity Test of Vinegar (Acetic acid) on Early Growth of Weeds. *Enviagro, Journal of Agricultural and Environment*. 4(2): 1-6.
- PUJISISWANTO H., YUDONO P., SULISTYOWATI E. AND BAMBANG H. 2013. Pre-emergence Application of acetic acid on Maize. **Inpress**.
- RADHAKRISHNAN, J. et al. Agricultural Applications of Vinegar, **Proceedings of northeastern weed science society**, 2003.
- RADHAKRISHNAN, J., TEASDALE, JR, COFFMAN, CB, 2004. Agricultural Applications of Vinegar, **Proceedings of northeastern weed science society**.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999.
- RIOS, A. O., ABREU, C. M. P., CORRÊA A. D. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) *Cienc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 23(Supl): 39-45, dez. 2003.
- RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J.; MANFROI, L. 2006 Sistema de Produção de Vinagre. Brasília: **Embrapa** Informação Tecnológica.
- RONCHI, C. P., SILVA, A. A. D., MIRANDA, G. V., FERREIRA, L. R., & TERRA, A. A. (2002). Misturas de herbicidas para o controle de plantas daninhas do gênero *Commelina*. *Planta Daninha*, 20(2), 311-318.
- SALGADO, T. P. et al. Interferência das plantas daninhas no feijoeiro carioca. **Planta Daninha**, p. 443-448, 2007.
- SANTOS, et al. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *C. diffusa*. 2001.
- SCHMIDT, et al. Nível crítico de toxidez do ácido acético em culturas alternativas para solos de várzea. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, 2010.
- SEMENTES CAMPOLINA <<https://www.sementescampolina.com.br/site/sementes/>> acesso 14 de abril de 2018
- SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; SANTOS, J.B. dos. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. Tópicos em manejo integrado de plantas daninhas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa 2007a, p.41-57,
- SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. 2. ed. Viçosa-MG: UFV, 2013. 62 p.

SOUSA, Rogério O.; BORTOLON, Leandro. Crescimento radicular e da parte aérea do arroz (*Oryza sativa* L.) e absorção de nutrientes, em solução nutritiva com diferentes concentrações de ácido acético. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 8, n. 3, 2002.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5)

TOZANI, ROBERTO et al. Manejo alternativo de plantas daninhas na cultura de beterraba. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, v. 25, p. 70-78, 2006.

TUNES et. al. DE TUNES, Lilian Madruga et al. Aspectos fisiológicos da toxidez de ácidos orgânicos em sementes de aveia. **Biotemas**, v. 21, n. 4, p. 21-28, 2008.

VARGAS, et al. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região sul do Brasil. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e evolução**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 22 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 58). Disponível em:
<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do58.htm>

VARGAS, et al. Change in the biological characteristics of ryegrass (*Lolium multiflorum*) biotypes caused by resistance to the herbicide glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 153-160, 2005.

VICTORIA FILHO, R. Manejo integrado de plantas daninhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). In: SEMINÁRIO SOBRE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS DO FEIJOEIRO, 5., 1994, Piracicaba, SP. **Anais**. Piracicaba: ESALQ, 1994. p.100-111.

WEBBER III, C.L., SHREFLER, J.W. 2006. Vinegar as a burn-down herbicide: Acetic acid concentrations, application volumes, and adjuvants. 2005 **Vegetable Weed Control Studies**, Oklahoma State University, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Horticulture and Landscape Architecture. Stillwater, OK. MP- 162, p. 29-30.

WEBBER III, C.L., SHREFLER, J.W. 2009. Vinegar (20% acetic acid) broadcast application for broadleaf weed control in spring-transplanted onions. In: Brandenberger, L., Wells, L., editors. 2008 **Vegetable Trials Report**, Oklahoma State University, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Horticulture & Landscape Architecture. Stillwater, OK. MP-164, p. 62-64.

ZADINELLO, R. et al. Effect of glyphosate application on soybean yield. **Acta Iguazu**, v. 1, n. 4, p. 1-8, 2012.

APÊNDICE: ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Tabela 1A – Análise de variância do numero de daninhas mortas em função da aplicação de diferentes concentrações do ácido acético

F.V.	GL	SQ	QM	Fc Pr>fc
Tratamento	3	8.670000	2.890000	51.000 0.0000
Erro	96	5.440000	0.056667	
Total Corrigido	99	14.110000		
CV (%)	140.03			
Média geral	0.1700000	Numero de observações: 100		

Tabela 2A – Análise de variância da germinação (GR) em função da aplicação do ácido acético

F.V.	GL	SQ	QM	Fc Pr>fc
Tratamento	5	47.483333	9.496667	10.530 0.0000
Erro	54	48.700000	0.901852	
Total Corrigido	59	96.183333		
CV (%)	58.74			
Média geral	1.6166667	Numero de observações: 60		

Tabela 3A – Análise de variância comprimento de raiz (CR) em função da aplicação do ácido acético

F.V.	GL	SQ	QM	Fc Pr>fc
Tratamento	5	6051.510038	1210.302008	7.378 0.0000
Erro	54	8858.057179	164.038096	
Total Corrigido	59	14909.567216		
CV (%)	67.94			
Média geral	18.8527833	Numero de observações: 60		

Tabela 4A – Análise de variância comprimento da parte aérea (CRA) em função da aplicação do ácido acético

F.V.	GL	SQ	QM	Fc Pr>fc
Tratamento	5	2154.008010	430.801602	8.597 0.0000
Erro	54	2706.112484	50.113194	
Total Corrigido	59	4860.120494		
CV (%)	68.13			
Média geral	10.3910000	Numero de observações: 60		

Tabela 5A – Análise de variância do diâmetro do caule (DC) em função da aplicação do ácido acético

F.V.	GL	SQ	QM	Fc Pr>fc
Tratamento	5	39.848313	7.969663	11.012 0.0000
Erro	54	39.081168	0.723725	
Total Corrigido	59	78.929482		
CV (%)	58.41			
Média geral	1.4563500	Numero de observações: 60		

Tabela 6A – Análise de variância da massa seca da raiz (MSR) em função da aplicação do ácido acético

F.V.	GL	SQ	QM	Fc Pr>fc
Tratamento	5	1.329248	0.265850	5.580 0.0003
Erro	54	2.572521	0.047639	
Total Corrigido	59	3.901769		
CV (%)	89.66			
Média geral	0.2434483	Numero de observações: 60		

Tabela 7A – Análise de variância da massa seca da parte aérea em função da aplicação do ácido acético

F.V.	GL	SQ	QM	Fc Pr>fc
Tratamento	5	0.761823	0.152365	6.576 0.0001
Erro	54	1.251218	0.023171	
Total Corrigido	59	2.013041		
CV (%)	79.47			
Média geral	0.1915467	Numero de observações: 60		