

SILVIA LORENA MONTERO CEDEÑO

**UTILIZAÇÃO DO VINAGRE TRIPLO NA DESSECAÇÃO DE AVEIA-  
PRETA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE MILHO ORGÂNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**  
**2014**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M775u  
2014  
Montero Cedeño, Silvia Lorena, 1968-  
Utilização do vinagre tripla na dissecação de aveia-preta em  
sistema de plantio direto de milho orgânico / Silvia Lorena Montero  
Cedeño. - Viçosa, MG, 2014.  
ix, 38f. : il. ; 29 cm.

Orientador: João Carlos Cardoso Galvão.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f.31-38.

1. Cultivos agrícolas - Rendimento. 2. Milho orgânico - Cultivo.  
3. Biomassa microbiana. I. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em  
Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.15

SILVIA LORENA MONTERO CEDEÑO

**UTILIZAÇÃO DO VINAGRE TRIPLO NA DESSECAÇÃO DE AVEIA-  
PRETA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO DE MILHO ORGÂNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 21 de março de 2014.

---

Tatiana Pires Barrella

---

Rodrigo Oliveira de Lima

---

Geraldo Antônio de Andrade Araújo

---

João Carlos Cardoso Galvão.  
(Orientador)

A Deus, porque têm sido tudo em minha vida, guiou e iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

Aos meus melhores e maiores presentes... Meu esposo Ernesto e meus filhos Ernesto Andrés, Silvia Daniella e Gonzalo Andrés que com amor e carinho me deram força e coragem, apoiando-me nos momentos de dificuldades.

Aos meus queridos pais Segundo Agapito e María Bernardita que no decorrer da minha vida, me proporcionaram, além de extenso carinho e amor, os conhecimentos da integridade, da perseverança e de procurar sempre em Deus a força maior para o meu desenvolvimento como ser humano, razão pela qual gostaria de dedicar e reconhecer á vocês, minha gratidão e imenso amor.

A meus queridos irmãos Patricia, Janeth, Liley, Elizabeth, Hernán, Audrey e Johnny, pelo amor respeito e confiança em mim.

A meus sobrinhos Karen, Ivanna, Neil, Joel, Iván Felipe, María José, Dayana, Josué, Felipe e John David fruto do amor de nossa família.

A meus cunhados Adolfo, Ivan, Tania, Gina pela confiança e pelo respeito.

A meus queridos sogros Nelly Maria e Ernesto Toribio por quem guardo um profundo respeito e carinho.

A meus cunhados Gina, Gissela, Glenda e Julio pela confiança e carinho.

A meus sobrinhos políticos Gemi, Jesús, Dario, María Ysabel, Anabela e Daniel

A meus concunhados Gilmar e Yessenia pelo respeito e confiança.

Ao Hector novo membro da minha família.

À memória de meus seres querido, por quines vivo confiante que Deus os tenha em santa paz.

A cada um dos membros de minha família, dedico este trabalho como una constância do orgulho que sinto por ser parte deste maravilhoso núcleo familiar, símbolo de una inquebrantável unidade.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Fitotecnia pela oportunidade de realizar o mestrado.

Ao meu orientador o Prof. João Carlos Cardoso Galvão pelo seu apoio incondicional no momento requerido, pela confiança e por sua acertada e oportuna orientação.

Ao Prof. Antônio Alberto da Silva pela sua coorientação sempre oportuna, pelas sugestões ao trabalho, pelos ensinamentos e pela oportunidade de trabalhar no Laboratório de Plantas Daninhas.

Ao professor Vicente Casali, pela sua valiosa contribuição em minha formação acadêmica e profissional.

Aos professores; Tatiana Pires Barrella; Rodrigo Oliveira de Lima, Geraldo Antônio de Andrade Araújo pela participação na banca e pelas sugestões apresentadas.

Aos professores do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa.

A Christiane Dinis Melo pela ajuda prestada em todo momento, sempre pronta para esclarecer dúvidas e sobre tudo pela sua amizade; muito obrigada Chris.

Aos doutorandos Emerson Trogello, Altieres Texeira e Felipe Paolinelli pela colaboração sempre que precisei.

Aos estudantes de graduação e pós-graduação, pela valiosa ajuda na realização deste trabalho.

Às secretárias da Pós-graduação do DFT, Tatiane e Rafaela, pelo suporte nos momentos de dúvida.

Aos funcionários da Agronomia Paulo Paiva, José Roberto, Luiz, Fernando e Eduardo pela sua ajuda no trabalho de campo.

Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para que eu chegasse até aqui.

Muito Obrigada!

## **BIOGRAFIA**

Silvia Lorena Montero Cedeño, filha de Segundo Agapito Montero Cedeño e Maria Bernardita Cedeño Coello, nasceu o18 de Junho 1968 em Rocafuerte - Manabí - Equador.

Ingressou, em 1987, no curso de Agronomia da Universidade Técnica de Manabi, Manabí - Equador, graduando-se Engenheira Agrônoma em agosto de 2004. Em novembro de 2012, iniciou o Mestrado no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa da dissertação em 21 de março de 2014

## SUMÁRIO

|   |      |
|---|------|
| RESUMO  | vi   |
| ABSTRACT  | viii |
| 1. INTRODUÇÃO                                       | 1    |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA                            | 4    |
| 2.1. Plantio direto do milho orgânico               | 4    |
| 2.2. Uso do vinagre como herbicida                  | 6    |
| 2.3. Atividade Microbiana do Solo                   | 11   |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS                               | 13   |
| 3.1. Instalação do experimento                      | 13   |
| 3.2. Aplicação dos tratamentos                      | 14   |
| 3.3. Caracteres avaliados                           | 15   |
| 3.4. Avaliação da dessecação da aveia               | 15   |
| 3.5. Avaliação do pH                                | 16   |
| 3.6. Avaliação da Atividade Microbiana do Solo      | 16   |
| 3.7. Caracteres agronômicos                         | 17   |
| 4. RESULTADOS                                       | 19   |
| 4.1. Efeito do vinagre na dessecação da aveia-preta | 19   |
| 4.2. Efeito do vinagre no pH no solo                | 20   |
| 4.3. Atividade microbiana do Solo                   | 21   |
| 4.4. Características agronômicas                    | 25   |
| 5. DISCUSSÃO  | 26   |
| 6. CONCLUSÕES                                       | 31   |
| 7. BIBLIOGRAFIA CITADA                              | 31   |

## RESUMO

MONTERO CEDEÑO, Silvia Lorena, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2014. **Utilização do vinagre triplo na dessecação de aveia-preta em sistema de plantio direto de milho orgânico.** Orientador: João Carlos Cardoso Galvão. Coorientadores: Antonio Alberto da Silva e Anastácia Fontanetti.

O sistema de plantio direto (SPD) se constitui numa técnica agronômica de grande importância, social econômica e ambiental. Todavia, em cultivos orgânicos um dos principais desafios para a utilização do SPD refere-se ao manejo das plantas de cobertura e plantas daninhas presentes na área a ser cultivada. Nesse contexto, o uso da palhada e a aplicação de vinagre triplo (ácido acético) constituem alternativas para implantar o SPD. No entanto, pouco se conhece sobre o possível impacto ao ambiente e no solo decorrente da utilização do vinagre. Diante disso, objetivou-se nesta pesquisa avaliar o efeito do vinagre triplo na dessecação das plantas de cobertura (aveia-preta) no SPD orgânico, bem como o impacto do mesmo sobre o pH, a atividade microbiana do solo e o crescimento do milho. Foram avaliados oito tratamentos: 1.120 L ha<sup>-1</sup> de vinagre com 12,5% de acidez acética; 1120 divididos 560 L ha<sup>-1</sup>+560 L ha<sup>-1</sup> em intervalo de 24 horas; 840 L ha<sup>-1</sup>; 840 divididos 560 L ha<sup>-1</sup>+280 L ha<sup>-1</sup> em intervalo de 24 horas; 560 L ha<sup>-1</sup>; Glyphosate 0,72 L ha<sup>-1</sup>, além de duas roçagens e um tratamento sem manejo da aveia-preta. O milho variedade AL 34 Bandeirante foi plantado uma semana após a aplicação dos tratamentos. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com oito tratamentos e cinco repetições. A dessecação da aveia-preta foi avaliada utilizando a escala de ALAM. No solo foi avaliado o pH aos 2, 15 e 30 dias após aplicação dos tratamentos (DAA). Foram avaliados, ainda, a taxa respiratória, o carbono da biomassa microbiana e o quociente metabólico em amostras do solo coletadas aos 7, 28 e 56 DAA. Ademais foi registrado o índice de velocidade de emergência, altura, diâmetro do colmo e matéria seca das plantas de milho. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade de erro e as médias submetidas ao teste de Tukey (P < 0,05). O vinagre na dose de 1.120 L ha<sup>-1</sup> dessecou a aveia-preta com eficiência de 99,33%. Não foi evidenciado variação no pH do solo para nenhum dos tratamentos com vinagre avaliados nas diferentes profundidades do solo. Houve maior evolução de CO<sub>2</sub> na dose de 1.120 L ha<sup>-1</sup>. O carbono da biomassa microbiana e o coeficiente metabólico não foram alterados pelos tratamentos avaliados. O vinagre

também não afetou o índice de velocidade de emergência e a altura da planta do milho. Concluiu-se que o vinagre pode ser uma alternativa viável como herbicida natural para dessecação de plantas de cobertura em plantio direto de milho orgânico, pois foi eficiente para o controle da planta de cobertura do solo, não causou impacto negativo sobre a atividade da microbiota do solo e ao crescimento do milho orgânico plantado posteriormente.

## ABSTRACT

MONTERO CEDEÑO, Silvia Lorena, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March 2014. **Use of Triple Vinegar in the Desiccation of Black Oat in No-Till Organic Corn.** Adviser: João Carlos Cardoso Galvão. Co-advisers: Antonio Alberto da Silva and Anastácia Fontanetti.

The no-till system of farming constitutes a method of great agronomic, social-economic and environmental importance. However, in organic farming, one of the primary challenges for the use of no-till farming relates to the management of cover crops and weeds present in the area to be planted. In this context, the use of straw and the application of triple vinegar (acetic acid) are alternatives to implement no-till. Yet, little is known about the possible impact on the environment and soil caused by the use of vinegar. Thus, this study aimed to evaluate the effect of triple vinegar on the desiccation of cover crops (black oat) in organic no-till, as well as the impact of the vinegar on the pH, the soil microbial activity, and the growth of maize. Eight treatments were evaluated: 1120 L ha<sup>-1</sup> of vinegar with 12.5% of acetic acid; 1120 divided into 560 L ha<sup>-1</sup> + 560 L ha<sup>-1</sup> at an interval of 24 hours; 840 L ha<sup>-1</sup>; 840 divided into 560 L ha<sup>-1</sup> + 280 L ha<sup>-1</sup> at an interval of 24 hours; 560 L ha<sup>-1</sup>; 0.72 L ha<sup>-1</sup> of glyphosate; as well as two weedings and a treatment without the management of black oat. The maize variety AL-34 Bandeirante was planted a week after treatment application. The design used was random blocks with eight treatments and five replications. The desiccation of black oat was assessed using the Latin American Weed Association (ALAM) scale. The soil pH was evaluated at 2, 15 and 30 days after application (DAA) of the treatments. Also assessed were the respiratory rate, the microbial biomass carbon, and the metabolic quotient in soil samples collected at 7, 28, and 56 DAA. Furthermore, the index of the speed of emergence, height, stem diameter, and dry matter yield of maize were recorded. The results were submitted to analysis of variance by the F-test at 5% probability of error, and the averages were subjected to the Tukey test (P<0.05). The vinegar in the dose of 1120 L ha<sup>-1</sup> dried out the oats with 99.33% efficiency. No variation in soil pH was found for any of the treatments of vinegar evaluated at different soil depths. There was a higher evolution of CO<sub>2</sub> at a dose of 1120 L ha<sup>-1</sup>. The microbial biomass carbon and metabolic quotient were not affected by the treatments assessed. The vinegar also did not affect the index of the speed of emergence or the height of the maize plant. It was concluded that vinegar could be a viable alternative to natural herbicides for the

desiccation of cover crops in no-till farming of organic corn: it was effective for the control of cover crops, and had no negative impact on microbial activity in the soil or the growth of organic corn planted later.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil nos últimos anos torna-se o terceiro país com maior área destinada à plantação de orgânicos com total de 1,8 milhões de hectares (Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica). Estima-se que a taxa de crescimento desses produtos gira em torno de 30% ao ano e que aproximadamente 75% da produção nacional de orgânicos seja exportadas para países como Estados Unidos e Japão (Liu, 2007).

O milho (*Zea mays* L.) é cultivado em diversas regiões do Brasil e em diferentes sistemas. A produção orgânica deste cereal vem apresentando crescimento significativo a cada ano e por exigência de consumidores de diversos países tem recebido legislação e incentivos para a sua adoção (Silva et al. 2011).

Uma das alternativas de produção orgânica do milho é adequá-la ao sistema de plantio direto (Darolt & Skora Neto, 2002; Fontanetti et al. 2006; Galvão et al. 2010). Esse sistema de produção requer cuidados na sua implantação, mas depois de estabelecido, seus benefícios se estendem não apenas ao solo, mas também, ao rendimento das culturas e a competitividade dos sistemas agropecuários. Devido à drástica redução da erosão, reduz o potencial de contaminação do meio ambiente e dá ao agricultor maior garantia de renda, pois a estabilidade da produção é ampliada, em comparação aos métodos tradicionais de manejo do solo. Por seus efeitos benéficos sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, pode-se afirmar que o Sistema Plantio Direto (SPD) é uma ferramenta essencial para se alcançar a sustentabilidade dos sistemas agropecuários (Cruz et al. 2001).

No sistema de plantio direto orgânico, um dos problemas é a proibição de herbicidas dessecantes. Normalmente usam-se plantas de cobertura de inverno e em pré-plantio do milho orgânico é realizado o corte ou roçagem das plantas para a

formação da palhada. A palhada fica sobre o solo por alguns dias para secar ao sol. Então se realiza a semeadura da cultura. Alguns estudos revelaram que as plantas de cobertura podem reduzir a densidade das plantas daninhas, melhorando o desempenho da cultura.

No momento da semeadura do milho sobre a palhada já ocorre ou pode ocorrer a emergência de plantas daninhas, comprometendo o crescimento do milho na fase inicial do desenvolvimento.

A dessecação das plantas de cobertura é imprescindível. Busca-se substâncias alternativas para a dessecação, permitindo que o plantio direto na produção orgânica seja mais eficiente e com maior potencial produtivo.

Pesquisas mostram que o vinagre (ácido acético) apresenta potencial como herbicida natural (Radhakrishnan et al. 2003, 2004). O vinagre atua como herbicida de contato destruindo a membrana celular, o que resulta em ressecamento dos tecidos (Webbler & Shrefler, 2006). Contudo, é não seletivo e dependendo do método de aplicação pode danificar a cultura (Radhakrishnan et al., 2003; Coffman et al. 2004a, 2004b; Webber & Shrefler, 2009; Pujisiswanto et al. 2013).

O vinagre pode dessecar plantas de cobertura em pré-plantio de culturas de milho e reduzir a necessidade de capinas mecânica ou manual durante seu ciclo.

Trabalhos feitos com o uso de vinagre em diferentes concentrações de acidez acética (5, 10, 20 e 30%) e em várias culturas, entre elas o milho, evidenciaram efeitos positivos no controle de plantas daninhas tanto de folhas largas como gramíneas (Hunnsei et al. 2009; Webber & Shrefler, 2009; Evans et al. 2012; Diaz, 2002). A aplicação de altas doses de vinagre, mesmo que seja um produto natural, pode causar impactos ao ambiente e ao solo, causando mudanças nas características químicas e biológicas do solo.

A atividade microbiana é um importante indicador a ser estudado quando se avalia o potencial contaminante de uma substância. A biomassa microbiana do solo (BMS) também é indicadora sensível das mudanças no solo (Mercante et al. 2008) por ser a principal responsável pela transformação da matéria orgânica, pela ciclagem de nutrientes e fluxo de energia no solo (Assis, 2003; Peña, 2005; Moreira & Siqueira, 2006; Jakelaitis et al. 2007).

O carbono da biomassa microbiana do solo representa a quantidade de carbono que a biomassa imobiliza em suas células. Por meio de sua avaliação é possível realizar comparações entre solos e mudanças de manejo, avaliando possíveis impactos ambientais (Insam, 2001). A quantidade de CO<sub>2</sub> liberada pela respiração dos microrganismos é um dos métodos mais tradicionais e mais utilizados para avaliar a atividade metabólica da população microbiana do solo (Alves et al., 2011). A respiração microbiana reflete a atividade microbiológica do solo e pode ser medida pela quantificação de CO<sub>2</sub> liberado, resultante da atividade dos microrganismos tanto aeróbios quanto anaeróbios (Gama-Rodrigues, 1999).

Questão a ser estudada é se o ácido acético como dessecante, mesmo sendo um produto natural, pode afetar o solo e se a acidez do vinagre concentrado (pH 2,5) é capaz de influenciar o pH do solo.

Baseado nestes antecedentes o presente trabalho pode contribuir no conhecimento dos efeitos de substâncias alternativas como o vinagre na dessecação de plantas para implantação de plantio direto orgânico do milho. Objetivou-se avaliar o efeito do vinagre triplo na dessecação das plantas de cobertura no sistema de plantio direto orgânico e avaliar o impacto da aplicação de vinagre sobre o pH, biomassa e atividade microbiana do solo, índice de velocidade de emergência e crescimento do milho.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Plantio direto do milho orgânico

A agricultura orgânica vem ganhando cada vez mais espaço na preferência do consumidor, pois além de ofertar alimentos mais saudáveis, atende aos preceitos de uma agricultura de base ecológica (Marriel et al. 2005). Apresenta como objetivos a sustentabilidade, proteção do meio ambiente, maximização dos benefícios sociais, minimização da dependência da energia não renovável e a otimização na utilização dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis (Neves et al. 2006).

O crescimento da produção orgânica é acompanhado pela pesquisa, ampliação da área plantada e pelo consumo de alimentos mais saudáveis. Assim, a produção em sistema orgânico conduzida com acompanhamento técnico, torna-se alternativa a ser implantada nas pequenas propriedades, diversificando as atividades, aumentando a renda e melhorando a qualidade de vida (Barbosa et al. 2008).

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas de cereais mais importantes no mundo. No Brasil pode ser produzida organicamente e atingir a médio-longo prazo o mercado internacional de produtos orgânicos certificados (Silva et al. 2008). É cultivado em diversas regiões e em diferentes sistemas de produção (Silva et al. 2011). Entre os fatores que influenciam os sistemas de produção orgânica destaca-se a presença de plantas daninhas que proporcionam perdas de rendimento de cerca de 38% (Cerrudo et al. 2012).

O milho orgânico é um produto com grande potencial de exploração, pois é utilizado em rações para aves e suínos orgânicos e consumo humano, estando estas atividades em expansão (Machado & Machado, 2004). Há a necessidade de maior produção no sistema orgânico com a conversão de médias e até grandes propriedades para este sistema produtivo. O sistema de plantio direto pode beneficiar em especial

pequenos produtores que tradicionalmente não utilizam totalmente os insumos disponibilizados para a agricultura moderna. No caso do milho a importância é ainda maior uma vez que é parte fundamental de outros segmentos da produção orgânica como carne, leite e ovos. A produção orgânica de milho verde ou milho em conserva (“minimilho”) para consumo humano pode gerar maior lucratividade para o produtor (Figueiredo et al. 2009).

Estudos realizados por Duarte (2007) na região de Goiás indicam que o sistema de semeadura direta influencia consideravelmente o aumento da produção e produtividade da cultura. De acordo com Furlani et al. (2007) nos últimos anos o sistema de plantio direto apresenta-se como promissor dentre as alternativas econômicas e ambientais para a produção de milho orgânico, uma vez que propicia a sustentabilidade, influenciando atributos físicos, químicos e biológicos do solo, ajudando na recuperação, manutenção da fertilidade e no aumento do potencial produtivo, assim como no controle das plantas daninhas.

O sucesso do plantio direto depende da manutenção de sistemas capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto durante todo o ano (Cereta et al. 2002; Torres et al. 2008). Entre as plantas de coberturas utilizadas no sistema de plantio direto destacam-se as poáceas como a aveia-preta, que apesar de não fixar nitrogênio atmosférico é utilizada como planta de cobertura pela sua capacidade de gerar grande quantidade de matéria seca.

São vários os benefícios proporcionados ao solo pela utilização da aveia-preta como cobertura. Além do controle eficiente das plantas daninhas, a aveia preta é rustica, tem rápido crescimento inicial que favorece a cobertura do solo, resistência a temperaturas baixas e elevada capacidade de reciclar nutrientes (Argenta et al. 2001; Ceretta et al. 2002).

No caso do sistema de plantio direto há maior concentração de sementes de plantas daninhas próximo à superfície, enquanto nos métodos convencionais de manejo do solo as sementes são distribuídas no perfil do solo. Assim, com uma boa cobertura o sistema de plantio direto tende a reduzir mais rapidamente o número de sementes no solo por indução de germinação ou perda de viabilidade (Kluthcouski et al. 2004).

Existem dois aspectos a serem considerados no plantio direto orgânico: a substituição dos herbicidas dessecantes e dos herbicidas durante o ciclo da cultura. Para substituição dos herbicidas dessecantes no sistema orgânico são utilizadas plantas com grande capacidade de abafamento das infestantes para a formação da cobertura. Para substituição dos herbicidas na cultura tem-se utilizado a capina manual ou a roçada aliada a outras práticas culturais de manejo (Darolt & Skora Neto, 2002).

## **2.2. Uso do vinagre como herbicida**

O conhecimento das propriedades do ácido acético como herbicida levou os pesquisadores do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e do Serviço de Pesquisa Agrícola dos Estados Unidos (ARS) a desenvolver trabalhos visando conhecer suas potencialidades como herbicida orgânico (Jardim et al. 2009).

O vinagre é proveniente da oxidação do álcool do vinho no processo de acidificação e atua como herbicida de contato. Nos EUA, produtores orgânicos estão usando o vinagre como um agente letal orgânico de planta daninha em substituição de herbicidas sintéticos (COMIS, 2002).

Pesquisas realizadas mostraram que o vinagre (ácido acético) pode ter potencial como herbicida natural (Radhakrishnan et al. 2003, 2004; Chadran et al

2004; Coffman et al. 2004 a b; Johnson et al. 2005; Webber & Shrefler, 2009; Evans et al. 2012; Nassab et al. 2013). O ácido acético destrói células e membranas, resultando em ressecamento de tecidos, sendo considerado um herbicida de contato aplicado em pós-emergência como o paraquat (Webbler & Shrefler, 2006). No entanto, o vinagre também é não seletivo e pode danificar a cultura, dependendo do método de aplicação (Radhakrishnan et al. 2003; Coffman et al. 2004a, 2004b).

Segundo Diaz (2002), no vinagre o ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) é potencial como herbicida natural. Fischer e Kuzyakov (2010) demonstraram que após aplicar ácido acético foi encontrado no solo (na biomassa microbiana ou adsorvido nas partículas do solo) cerca de 26% na forma de C-COOH e 36% como C- $\text{CH}_3$ . Os microrganismos têm usado o C- $\text{CH}_3$  para seu crescimento enquanto que os grupos C-COOH para a descarboxilação. Ácido acético no solo fornece uma fonte de carbono para produção de  $\text{CO}_2$  no processo de decomposição.

Várias investigações foram feitas com o uso de vinagre em diferentes concentrações de ácido acético (5, 10, 20 e 30%) e em várias culturas como brócolis, cebola, arândanos, pimentão, amendoim, trigo, alho e milho nas quais controlaram plantas daninhas tanto de folhas largas como gramíneas, embora nestas últimas o controle tenha sido menor (Hunnsei et al. 2009; Webber & Shrefler, 2009; Evans et al. 2012).

Johnson et al. (2005) conseguiram efeitos positivos com o uso do vinagre contendo ácido acético a 10% no controle das plantas daninhas *Thlapsi arvense*, *Portulaca oleraceae*, *Amaranhtus retroflexus* e *Malva rotundifolia*. O vinagre deve ser aplicado em dias ensolarados e sem ventos para evitar deriva que pode causar danos em outras plantas. Evans et al. (2012) relatam que altas doses de vinagre podem causar efeitos pré-emergentes sobre algumas plantas daninhas. Esses autores

constatarem que duas semanas após a pulverização de vinagre na dose de 700 L ha<sup>-1</sup> (20% de acidez acética) a germinação de novas plantas foram inibidas em 75%.

Radhakrishnam et al. (2003) avaliaram o efeito do ácido acético em concentrações de 10 e 20 % sobre plantas de milho e feijão e nas plantas daninhas associadas. Os danos do ácido acético variaram de 5 a 35% na cultura do milho e de 5 a 45% na cultura do feijão, sendo que as plantas mais jovens foram mais afetadas que as mais velhas. O rendimento de grãos de milho e feijão não apresentaram diferenças significativas entre si com relação às concentrações de ácido. Quanto ao controle das plantas daninhas, este variou de 90 a 100%.

Um estudo realizado para investigar a eficácia de vinagre em pré-emergência para controle de plantas daninhas de folha larga seletiva em trigo de primavera. Usaram-se dose de Vinagre, 200, 400, 800, 1.600 e 2.400 L ha<sup>-1</sup> com um padrão comercial de (glifosato<sup>®</sup> 450 g ia ha<sup>-1</sup>), os mesmos tratamentos do vinagre foram aplicados em pós-emergência para trigo de primavera em fase de 1-2 folhas (padrão comercial de bromoxynil-MCPA<sup>®</sup> 560 g ia ha<sup>-1</sup>). Os resultados indicaram que o vinagre em pré-emergência aplicados em volumes de aplicação de 1.600 L ha<sup>-1</sup> ou superior resultou em mais de 80% de controle bolsa-de-bom-pastor (*Capsella bursa-pastoris* L.). O trigo apresentou sintomas de lesões iniciais significativos para o vinagre com taxas pós-emergência superiores a 400 L ha<sup>-1</sup>, mas foi capaz de recuperar-se de todas as taxas de aplicação com pouca lesão visível aos 28 DAT. Volumes de aplicação superiores a 800 L ha<sup>-1</sup> resultaram em mais de 80% de controle da mostarda selvagem (*Sinapis arvensis* L.) e vaca berbigão (*Viccaria hispanica* (Milhões) Rauschert). Volumes de aplicação de 1,600 L ha<sup>-1</sup> controlaram plantas daninhas comparáveis aos padrões comerciais, porém a produção de trigo

foram maximizados e semelhante aos padrões comerciais em volumes de aplicação de 400-800 L ha<sup>-1</sup> (Johnson et al. 2004).

Webber & Shrefler (2009) realizaram pesquisa com duas variedades de cebola para determinar o efeito do vinagre sobre as plantas daninhas e o rendimento da cultura. Utilizaram 200 e 400 L ha<sup>-1</sup> de ácido acético 20% e encontraram inicialmente excelente controle de plantas daninhas (95%), o qual diminuiu com o tempo, especialmente para o volume de 200 L ha<sup>-1</sup>. O rendimento da cebola foi grandemente afetado no tratamento 400 L ha<sup>-1</sup> em relação ao volume de 200 L ha<sup>-1</sup> quando comparado com o rendimento da cebola livre de plantas daninhas e sem aplicação de vinagre.

Em estudo realizado com pimentão e brócolis utilizando o vinagre com 20% de acidez acética em dose de 700 L ha<sup>-1</sup> para o controle de plantas daninhas, foi verificado que um dia depois da aplicação do vinagre o controle das plantas daninhas foi de 100% para o pimentão e maior de 96% no campo de brócolis (Evans et al. 2012).

Pujisiswanto et al., (2012) ao aplicar em pré-emergência o ácido acético glacial 10 e 20 % observou que a germinação da semente do milho foi inibida, assim como os brotos e o crescimento de raízes. Isto é devido ao aumento da condutividade elétrica da solução do solo, que dificulta a absorção da água pelas sementes e pelas radículas causadas pelo aumento da pressão osmótica externa das células. Mathew & Powell (2006) observaram que a integridade da membrana celular é determinada por deterioração de sementes devido a mudanças bioquímicas ou danos físicos causados pelo aumento da permeabilidade da membrana celular que danifica a semente. Além disso, Spancer & Ksander (1997) acrescentaram que existe uma possibilidade de que as aplicações de ácido acético podem causar a degradação da proteína de membrana.

Segundo Pujisiswanto et al. (2013) o ácido acético quando aplicado em pré-plantio não causa inibição na germinação da semente de milho, não inibe o crescimento das raízes nem o crescimento da parte aérea. Estes autores observaram que quando o milho é intoxicado após um tratamento com ácido acético este é classificado como ligeiro o que permite à planta de milho recuperar-se posteriormente.

Webber & Shrefler (2006) verificaram que o ácido acético foi menos eficaz no controle de gramíneas do que no controle de folhas largas. Um controle de 28 e 45% foi observado em capim-colchão com 20% de ácido acético aplicado em 400 L ha<sup>-1</sup>. Para as folhas largas o controle foi de 100% quando aplicado ácido acético a 5% em 400 L ha<sup>-1</sup> ou a 20% em 200 L ou 400 L ha<sup>-1</sup>

Outro aspecto a considerar é o possível efeito sobre o homem. Nesse sentido, Rizzon et al., (2006) ressaltam que o ácido acético em concentrações superiores a 11% pode causar queimadura na pele e danos severos aos olhos, levando inclusive à cegueira. Assim, a utilização de herbicidas orgânicos não isenta os aplicadores do uso obrigatório de equipamento de proteção individual e de treinamento.

Os resultados de pesquisas com vinagre indicam que o controle das plantas daninhas é aceitável, mas provavelmente a combinação com outras práticas culturais como uso de roçada, capinas manuais, o uso de palhada de culturas poderia ser uma alternativa para reduzir a aplicação de herbicidas químicos (Nassab et al. 2013; Miller & Libbey, 2004).

Finalmente, para que o vinagre seja identificado como um herbicida orgânico é necessárias mais informações para determinar a influência da concentração de ácido acético, volume de aplicação e uso de aditivos (adjuvantes) no controle de plantas daninhas (Webber & Shrefler, 2006).

O efeito do vinagre utilizado como herbicida natural na agricultura vem sendo bastante investigado, no entanto, são escassas informações a cerca dos impactos causados sobre a comunidade e atividade microbiana do solo.

### **2.3 Atividade Microbiana do Solo**

As comunidades microbianas do solo são influenciadas por muitos fatores como culturas de cobertura e manejo do solo (Carrera et al. 2007; Ferreira et al. 2010), fase de desenvolvimento de plantas e cultivares (Ferreira et al., 2008), tipo de fertilizante e forma de aplicação (Carrera et al. 2007) bem como aplicação de agrotóxicos (Ferreira et al. 2008).

Os processos microbianos são uma parte integral da qualidade do solo e a atividade dos microrganismos pode servir como indicador biológico para compreensão da estabilidade e produtividade dentro de um sistema (Turco & Blume, 1999; Vargas & Scholles, 2000). Os microrganismos são os principais componentes do sistema de decomposição da matéria orgânica e têm papel fundamental na dinâmica de nutrientes em diferentes ecossistemas (Diaz-Raviña et al. 1993). São muito sensíveis e podem ser influenciados pelos fatores bióticos e abióticos (Andrade, 1999; Vargas & Scholles, 2000). As condições ambientais estimulam ou inibem o desenvolvimento e atividade de cada um dos grupos de microrganismos, sendo a precipitação e a temperatura variáveis climáticas que exercem grande influência (Santos & Camargo, 1999).

A atividade microbiana é um importante fator a ser estudado quando se avalia o potencial contaminante de uma substância. A biomassa microbiana do solo (BMS) é uma indicadora sensível das mudanças no solo (Mercante et al. 2008) por ser a principal responsável pela transformação da matéria orgânica, pela ciclagem de

nutrientes e pelo fluxo de energia no solo (Assis, 2003; Peña, 2005; Moreira & Siqueira, 2006; Jakelaitis et al. 2007).

O quociente metabólico ( $qCO_2$ ) é considerado como a taxa de respiração específica da biomassa microbiana (Anderson & Domsch, 1993) e maiores valores são encontrados em condições adversas à população microbiana onde os microrganismos gastam mais energia para a sua manutenção. Isso pode ocorrer em sistemas jovens ou que receberam adição recente de substrato (Grisi, 1996).

Para Vargas & Scholles (2000) a diversidade vegetal altera a composição da comunidade microbiana estimulando a biodiversidade microbiana. Segundo Cattelan et al. (1997) a diversidade vegetal é importante para a manutenção e o aumento da diversidade do solo, fazendo com que este seja biologicamente mais ativo. Em solos sem cultivo se encontra menor quantidade de microrganismos e menor atividade metabólica em relação aos cultivados, pelo fato de não haver fornecimento de carbono e energia via exsudação radicular das plantas (Sandmann & Loos, 1984; Melo, 2012). Segundo Brasil-Batista (2003), conforme a planta se desenvolve e atinge maior atividade fisiológica, maior quantidade e diversidade de produtos são liberadas para a rizosfera, muitos dos quais são substratos para o crescimento microbiano.

Os resíduos orgânicos ou a palhada são fonte de energia (carbono) e nutrientes para a maioria das populações microbianas do solo, aumentando a atividade biológica e melhorando as relações ecológicas (Powlson et al. 1987). A liberação dos nutrientes a partir dos resíduos vegetais depende da atividade microbiana no solo e da qualidade desse resíduo vegetal.

Segundo Colozzi-Filho et al. (1999) e Vargas & Scholles (2000) a permanência dos resíduos na superfície propicia aumentos na atividade biológica nas

camadas superficiais do solo, dinâmica que se desenvolve sob maior umidade, menor temperatura e maior teor de matéria orgânica.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido no Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Melo (lat. 20° 45' 58" S, long. 42° 52' 06" O e 676 m de alt.) da Universidade Federal de Viçosa, (UFV), Viçosa-MG, Brasil, no período de julho a novembro de 2013.

#### **3.1. Instalação do experimento**

No mês de julho foi plantada como cultura de cobertura a aveia-preta (*Avena strigosa*), com auxílio de uma semeadora. Utilizou-se uma dosagem de sementes de 80 kg ha<sup>-1</sup>. Os diferentes tratamentos foram empregados próximos ao estágio de florescimento da aveia.

O semeio do milho foi feito uma semana depois da aplicação dos tratamentos, utilizando-se o cultivar AL-34 Bandeirante, variedade de polinização aberta. Este foi plantado com semeadora-adubadora para plantio direto no espaçamento de um metro entre fileiras na densidade de 7,3 sementes por metro linear. Logo após a semeadura foi realizada irrigação. Decorridos 8 dias após o plantio, realizou-se um desbaste das plantas, deixando cinco plantas por metro linear, totalizando 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação do milho foi única (15 dias após semeadura), utilizando esterco bovino na dose de 4 L por metro linear, totalizando 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, distribuído sobre a palhada em fileira contínua. Foram feitas duas roçadas de plantas daninhas aos 15 e 30 dias após o plantio do milho em todo o experimento. Previamente à aplicação dos tratamentos, foram coletadas três amostras de solo de toda a unidade experimental para realização da análise química (Tabela1)

Tabela 1. Resultados analíticos de amostras de solos

| Amostra de solo | pH               | P                  | K     | Na | Ca                    | Mg   | Al  | H + Al |  |
|-----------------|------------------|--------------------|-------|----|-----------------------|------|-----|--------|--|
|                 | H <sub>2</sub> O | mg/dm <sup>3</sup> |       |    | cmolc/dm <sup>3</sup> |      |     |        |  |
|                 | 5,3              | 13,5               | 151,3 |    | 1,9                   | 0,46 | 0,2 | 4,79   |  |

|  | CTC(t)                  | CTC(T) | V    | m  | ISNa | MO     | P-rem | Zn                 | Fe  | Mn   | Cu   | B   | S   |
|--|-------------------------|--------|------|----|------|--------|-------|--------------------|-----|------|------|-----|-----|
|  | cmol c /dm <sup>3</sup> |        | %    |    |      | dag/kg | mg/L  | mg/dm <sup>3</sup> |     |      |      |     |     |
|  | 2,75                    | 2,95   | 7,54 | 36 | 7    |        | 3,18  | 30,2               | 8,1 | 71,3 | 56,9 | 5,5 | 0,1 |

pH em água, KCl e CaCl - Relação 1:2,5

P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich 1

Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol/L

H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0

B - Extrator água quente

S - Extrator - Fosfato monocálcico em ácido acético

SB = Soma de Bases Trocáveis

CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva

CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0

V = Índice de Saturação de Bases

m = Índice de Saturação de Alumínio

ISNa - Índice de Saturação de Sódio

Mat. Org. (MO) - Oxidação:  $\text{Na}_2 \text{Cr}_2 \text{O}_7 4 \text{N} + \text{H}_2 \text{S O}_4 10\text{N}$

P-rem = Fósforo Remanescente

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com oito tratamentos e cinco repetições, com parcelas de 16 m<sup>2</sup> (4 x 4m) e área útil de 4 m<sup>2</sup> (2x2m). Após a colheita os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, sendo as médias submetidas ao teste de Tukey (P < 0,05).

### 3.2. Aplicação dos tratamentos

Para a aplicação dos tratamentos de vinagre triplo foi utilizado o pulverizador pressurizado a CO<sub>2</sub>, mantido a uma pressão constante e bico XR 11005 o que totalizou um volume de calda de 280 L ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos avaliados foram:

1. Aplicação de 1.120 L ha<sup>-1</sup> de vinagre 12,5% de ácido acético.
2. Aplicação de 1.120 L ha<sup>-1</sup> divididos em 560 L ha<sup>-1</sup> de vinagre 12,5% mais uma aplicação de 560 L ha<sup>-1</sup> em intervalo de 24 horas.
3. Aplicação de 840 L ha<sup>-1</sup> de vinagre 12,5%.
4. Aplicação de 840 L ha<sup>-1</sup> divididos em 560 L ha<sup>-1</sup> de vinagre 12,5% mais uma aplicação de 280 L ha<sup>-1</sup> em intervalo de 24 horas.

5. Aplicação de 560 L ha<sup>-1</sup> de vinagre 12,5%.
6. Aplicação de Glyphosate marca comercial Roundup Original como dessecante na dose de 2 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial 0,72 L de ingrediente ativo.
7. Corte da aveia-preta com duas roçagens motorizadas nas entrelinhas do milho aos 15 e 30 dias após do plantio.
8. A aveia-preta sem dessecação.

Previamente à aplicação dos tratamentos foi feita uma análise química do vinagre (Tabela 2), o qual apresenta as seguintes características.

Tabela 2. Análise química em amostras de vinagre triplo com 12,5% de ácido acético.

| P               | K   | Ca   | Mg   | S   | Na  | Fe   | Zn   | Cu   | Mn   | B    | pH  |
|-----------------|-----|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|
| ----- ppm ----- |     |      |      |     |     |      |      |      |      |      |     |
| 12,9            | 3,4 | 8,58 | 4,16 | 3,6 | 2,8 | 0,72 | 0,04 | 0,03 | 0,42 | 0,21 | 2,5 |

### 3.3. Caracteres avaliados

### 3.4. Avaliação da dessecação da aveia

Foi avaliado o efeito do vinagre sobre a dessecação da aveia-preta após 24, 48 e 72 horas de aplicação por meio de observação visual utilizando a escala de notas proposta pela Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974) (Tabela 3).

Tabela 3. Escala de notas da ALAM para avaliação da eficácia do controle de plantas daninhas

| Porcentagem (%) | Grau de Controle | Abreviatura |
|-----------------|------------------|-------------|
| 0-40            | Nenhum a pobre   | N           |
| 41-60           | Regular          | R           |
| 61-70           | Suficiente       | S           |
| 71-80           | Bom              | B           |
| 81-90           | Muito Bom        | M           |
| 91-100          | Excelente        | E           |

### **3.5. Avaliação do pH**

A avaliação do pH foi realizada aos 2, 15 e 30 dias após aplicação dos tratamentos. As amostras de solo foram obtidas com o uso do trado holandês nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Em cada parcela experimental foi retirada três submostras, as quais foram misturadas e colocadas em sacolas plásticas identificadas e enviadas ao laboratório.

### **3.6. Avaliação da Atividade Microbiana do Solo**

Aos 7, 28 e 56 dias após aplicação dos tratamentos foi avaliada a respiração microbiana, a biomassa microbiana e o quociente metabólico. Para a obtenção das amostras foram retiradas de cada parcela três amostras do solo à profundidade de 0 a 20 cm, as quais foram misturadas, peneiradas em malha de 2 mm e colocadas em sacolas plásticas, levadas ao laboratório e colocadas em refrigeração. É importante ressaltar que na primeira avaliação o solo estava seco e coberto com a aveia. Na segunda avaliação a aveia se encontrava na superfície do solo e a cultura de milho já havia sido semeada. O solo estava úmido em decorrência de chuvas. Na terceira avaliação a palha da aveia estava decomposta e o solo também estava úmido. Nestas amostras de solo foram determinados: o equivalente de umidade e estimou-se a taxa respiratória, o carbono da biomassa microbiana e o quociente metabólico do solo. Na avaliação da taxa respiratória, utilizou-se o método respirométrico de avaliação do C-CO<sub>2</sub> evoluído do solo, para o qual se tomou 100 g de solo peneirado e com umidade equivalente a 60% da capacidade de campo, em duplicata, incubados durante 15 dias em frascos hermeticamente fechados. O C-CO<sub>2</sub> liberado do solo foi carregado por fluxo contínuo de ar isento de CO<sub>2</sub> até outro frasco contendo 100 ml de solução de NaOH 0,5 mol L<sup>-1</sup>. Aos 15 dias, estimou-se o C-CO<sub>2</sub> evoluído por meio da titulação

de 10 ml da solução de NaOH, acrescentando-lhe 5 mL de BaCl e 3 gotas de fenolftaleína, com solução de HCl 0,5 mol L<sup>-1</sup>. Para controle da qualidade do ar carregado utilizaram-se frascos sem solo como amostras “branco”.

Para a determinação do carbono da biomassa microbiana (CBM) após período de incubação foram tomados 18 g de solo de cada frasco, seguindo a metodologia descrita por Vance et al. (1987) e modificada por Islam & Weil (1998), no qual as amostras foram divididas em não irradiadas e irradiada com radiação de micro-ondas por tempo previamente calculado (60 + 60 segundos). O CBM foi extraído das amostras (irradiadas e não irradiadas) de solo com 80 mL da solução de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> e em seguida submetidas à agitação por 30 minutos em mesa agitadora horizontal permanecendo em repouso durante mais 30 minutos. Após o repouso as amostras foram filtradas em filtros de papel Whatman n° 42. Em tubo de ensaio adicionou-se 10 mL do filtrado, 2 mL de solução de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,0667 mol L<sup>-1</sup> e 10 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Posteriormente o volume da solução foi completado para 100 mL em proveta calibrada, sendo transferido para frascos erlenmeyers de 250 mL, adicionando-se o indicador ferroim (oito gotas), para ser titulado com solução 0,033 mol L<sup>-1</sup> de sulfato ferroso com ácido sulfúrico (previamente preparado) até mudança da cor de amarelo verdoso para vermelho-vítreo.

A partir dos valores obtidos da evolução do C-CO<sub>2</sub> e CBM, calculou-se o  $q\text{CO}_2$  ( $\mu\text{g C-CO}_2 \mu\text{g}^{-1} \text{CBM d}^{-1}$ ), dividindo-se a média diária do C-CO<sub>2</sub> evoluído do solo pelo CBM determinado no solo, segundo Anderson & Domsch (1993).

### **3.7. Caracteres agronômicos do milho**

Para determinar o índice de velocidade de emergência das plântulas (IVE), utilizou-se a fórmula descrita por Maguire (1962):

$$IVE = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$$

Em que:

IVE = índice de velocidade de emergência.

G1, G2 e Gn = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem.

N1, N2 e Nn = número de dias da semeadura à primeira, à segunda e à última contagem.

A avaliação do índice de velocidade de emergência do milho foi realizada diariamente a partir do dia que se verificou o início de emergência, até que o número de plantas emergidas se mostrou constante (7 e 15 dias após a semeadura). A contagem das plântulas foi realizada desconsiderando-se as duas linhas externas de cada parcela, utilizando-se dois metros das duas linhas centrais.

Avaliou-se a altura da planta na parcela útil quando esta tinha a quarta e oitava folha completamente expandida, sendo a planta mensurada desde o nível de solo até a quarta e oitava folha, utilizando-se régua graduada em centímetros.

O diâmetro do colmo foi medido na parcela útil à altura da quarta e oitava folha completamente expandida, utilizando-se o paquímetro.

Para as avaliações de massa de matéria seca (MS) tanto na raiz como na parte aérea do milho, quatro plantas da área útil foram seccionadas rente ao solo e suas raízes coletadas e lavadas. O material coletado foi acondicionado em sacos de papel e levado para estufa de circulação forçada de ar (65°C) onde foram deixadas até atingir peso constante. Foi obtida a MS da parte aérea e do sistema radicular sendo calculada a massa da parte aérea seca e a massa da raiz seca, além da massa seca total (massa da seca do sistema radicular + massa seca da parte aérea).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Efeito do vinagre na dessecação da aveia-preta

A análise de variância da eficácia do vinagre na dessecação da aveia-preta indicou diferença significativa entre os tratamentos ( $F_{4,74} = 77,29$ ;  $P < 0,01$ ) nas três datas de avaliação (Figura 1). A dosagem  $1.120 \text{ L ha}^{-1}$  destacou-se dos demais tratamentos pela maior eficácia, enquanto que as dosagens de  $560 \text{ L ha}^{-1}$  e  $560 \text{ L ha}^{-1} + 280 \text{ L ha}^{-1}$  foi a que apresentou o menor nível de controle (Figura 1). Houve diferença significativa nas médias da eficácia entre as datas (Figura 2). Nas datas de avaliação a média foi menor depois de 24 horas (80,4%) e maior após 72 horas da aplicação (85,2%) (Figura 2). Visualmente foi observada a recuperação da aveia após cinco dias da aplicação dos tratamentos com exceção da maior dose de vinagre ( $1.120 \text{ L ha}^{-1}$ ).

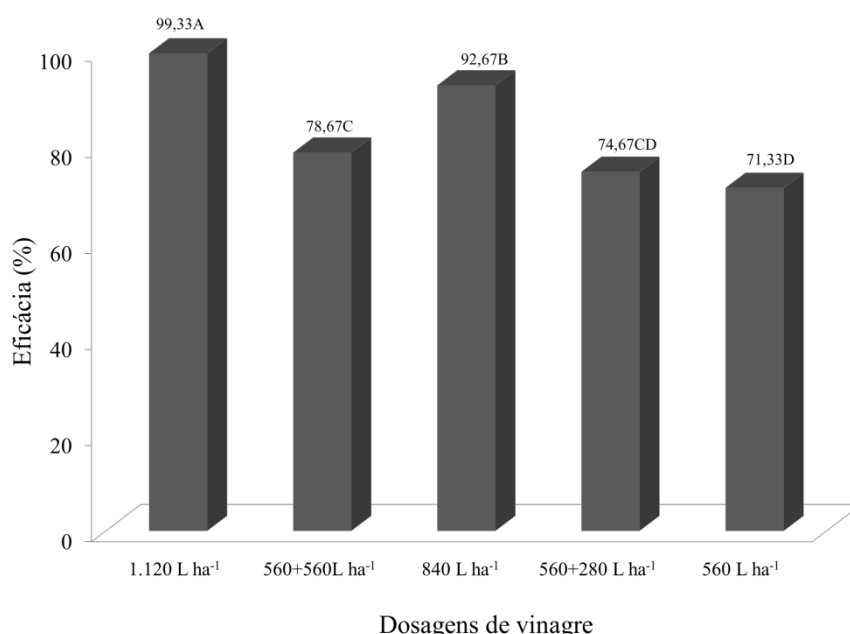


Figura 1. Valores médios da eficácia da dessecação dos tratamentos de vinagre sobre a aveia como cultura de cobertura em sistema de plantio direto de milho orgânico avaliado aos 24, 48 e 72 horas após a aplicação dos tratamentos. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). CV= 6,39%

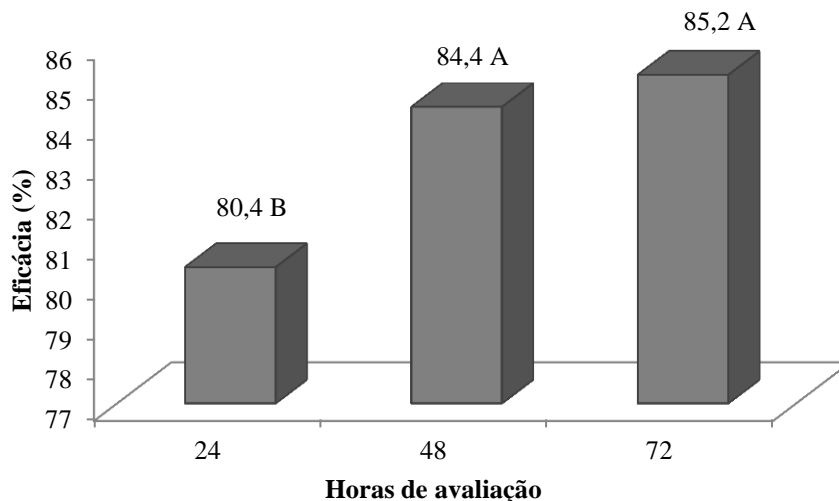


Figura 2. Valores médios da dessecação do vinagre no controle das plantas de cobertura no sistema de plantio direto de milho orgânico, avaliados aos 24, 48 e 72 horas após a aplicação dos tratamentos. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

#### 4.2. Efeito do vinagre no pH no solo

A interação entre os tratamentos e datas de avaliação se mostrou significativa para o pH do solo ( $F_{14,359} = 3,45$ ;  $P < 0,01$ ) (Tabela 4). Não foi observada diferenças estatísticas do pH do solo nas três profundidades coletadas ( $F_{2,359} = 1,23$ ;  $P > 0,01$ ) (Tabela 4). Quando realizada a análise entre os tratamentos do pH do solo foi observada diferença significativa ( $F_{7,359} = 2,25$ ;  $P < 0,05$ ) (Tabela 4).

Tabela 4: Resumo da análise de variância do pH do solo em função de diferentes dosagens de vinagre para dessecação de plantas de cobertura em sistema de plantio direto orgânico (SPDO) aos 2, 15 e 30 DAA dos tratamentos

| Fontes       | GL  | QM                       |
|--------------|-----|--------------------------|
| Blocos       | 4   | 0,3611528                |
| Tratamentos  | 7   | 0,1147778 *              |
| Datas        | 2   | 2,537694**               |
| Profundidade | 2   | 0,06286111 <sup>ns</sup> |
| Trat.* datas | 14  | 0,1761706**              |
| Resíduo      | 284 | 0,05092743               |
| Total        | 359 | -                        |
|              |     | CV = 4,38                |

\*\*, \* e ns - Significativo pelo teste F ao 0,01 e 0,5 de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Na primeira avaliação (2 DAA) os tratamentos com vinagre nas dose de 1.120 L ha<sup>-1</sup>; 560L ha<sup>-1</sup> + 560L ha<sup>-1</sup>; 840 L ha<sup>-1</sup> e 560 L ha<sup>-1</sup> não diferem do tratamento com roçagem, o qual apresentou o maior valor de pH (Tabela 5). Enquanto que nos tratamentos com Glyphosate, aveia sem dessecação e na dose de 560 + 280 L ha<sup>-1</sup> os valores de pH se apresentaram mais baixos (Tabela 5). Nas duas avaliações seguintes (15 e 30 DAA) foi observado que a aveia sem dessecação apresentou os maiores valores de pH, evidenciando diferenças estatísticas apenas entre os tratamentos roçagem e aplicação fracionada de vinagre (560L ha<sup>-1</sup> + 560L ha<sup>-1</sup>) que apresentaram os menores valores de pH (Tabela 5). As médias do pH aos 15 e 30 DAA foram superiores, na maioria dos tratamentos, aos dados da primeira avaliação 2 DAA (Tabela 5).

Tabela 5. pH do solo em função de diferentes dosagens de vinagre para dessecação de plantas de cobertura em sistema de plantio direto orgânico (SPDO) aos 2, 15 e 30 DAA dos tratamentos

| Tratamentos                                     | Período de avaliação DAA |          |          |
|---|--------------------------|----------|----------|
|   | 2dias                    | 15 dias  | 30 dias  |
| 1120 L ha <sup>-1</sup>                         | 4,97 ABb                 | 5,41 ABa | 5,25 ABa |
| 560L ha <sup>-1</sup> + 560L ha <sup>-1</sup>   | 5,01 ABb                 | 5,22 Ba  | 5,07 Bab |
| 840 L ha <sup>-1</sup>                          | 5,07 ABa                 | 5,24 ABa | 5,09 ABa |
| 560 L ha <sup>-1</sup> + 280 L ha <sup>-1</sup> | 4,92 Bb                  | 5,25 ABa | 5,14 ABa |
| 560 L ha <sup>-1</sup>                          | 5,03 ABa                 | 5,23 Ba  | 5,15 ABa |
| Glyphosate 0,72 L ha <sup>-1</sup>              | 4,90 Bb                  | 5,35 ABa | 5,16 ABa |
| Roçagens  | 5,19 Aa                  | 5,17 Ba  | 5,01 Ba  |
| Aveia sem dessecação                            | 4,92 Bb                  | 5,48 Aa  | 5,33 Aa  |
| CV % = 4,38                                     |                          |          |          |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

### 4.3. Atividade microbiana do Solo

Quando analisada a respiração microbiana, observa-se interação significativa entre os tratamentos e as datas de avaliação ( $F_{14,119} = 1,98$ ;  $P < 0,05$ ) (Tabela 6). Para cada fator estudado (tratamentos e épocas) foi observado diferenças significativas ( $F_{7,119} = 3,09$ ;  $P < 0,01$  e  $F_{2,119} = 83,06$ ;  $P < 0,01$ , respectivamente) (Tabela 6).

Tabela 6: Tabela 7. Taxa Respiratória (TR) Carbono da biomassa microbiana (CBM) e Quociente metabólico ( $qCO_2$ ) do solo em função de diferentes dosagens de vinagre para dessecação de plantas de cobertura sistemas de plantio direto orgânico, nas amostras coletadas aos 7, 28 e 56 DAA.

| Fontes      | GL  | TR         | CBM        | $qCO_2$     |
|-------------|-----|------------|------------|-------------|
|             |     | QM         | QM         | QM          |
| Blocos      | 4   | 513.5492   | 4734.338   | 0.1361008ns |
| Tratamentos | 7   | 1474.97**  | 10256.09** | 0.1917824ns |
| Datas       | 2   | 39661.87** | 56368.32** | 0.2210258   |
| Trat. datas | 14  | 947.1245*  | 7234.046*  | 0.2507077*  |
| Resíduo     | 92  | 477.4962   | 3998.473   | 0.1324847   |
| Total       | 119 | -          | -          | -           |
| CV          |     | 20         | 34,87      | 51,06       |

\*\*, \* e ns - Significativo pelo teste F ao 0,01 e 0,5 de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Aos 7 dias após a aplicação foi observada diferença apenas entre os tratamentos 1.120 L ha<sup>-1</sup> e aveia sem dessecação (Tabela 7). Enquanto que aos 28 e 56 DAA não se verificou alterações significativas na atividade respiratória dos microrganismos entre os tratamentos (Tabela 7). Entre as datas de avaliação observou-se que aos 7 e 28 DAA os valores da taxa respiratória do solo foram superiores na maioria dos tratamentos em comparação à terceira data de avaliação feita aos 56 DAA (Tabela 7), onde a dose fracionada de vinagre (560 L ha<sup>-1</sup>+ 280 L ha<sup>-1</sup>) apresentou redução superior a 50% se comparada às duas primeiras datas (Tabela 7). Apenas os tratamentos 1.120 L ha<sup>-1</sup> e a dose fracionada de vinagre 560 L ha<sup>-1</sup>+ 280 L ha<sup>-1</sup> avaliadas aos sete dias foram superiores nas datas 28 e 56 dias (Tabela 7).

Ao analisar o carbono da biomassa microbiana foi encontrada diferença significativa na interação entre os tratamentos e as datas de avaliação ( $F_{14,119} = 1,81$ ;  $P < 0,05$ ) (Tabela 6). Tanto os tratamentos como as datas de avaliação apresentaram significância ( $F_{7,119} = 2,56$ ;  $P < 0,05$  e  $F_{2,119} = 14,09$ ;  $P < 0,05$ , respectivamente) (Tabela 6).

Tabela 7. Taxa Respiratória (TR) do solo em função de diferentes dosagens de vinagre para dessecação de plantas de cobertura em sistema de plantio direto orgânico, nas amostras coletadas aos 7, 28 e 56 DAA.

| Tratamento                                      | Dias após da aplicação dos tratamentos (DAA)              |           |          |
|---|---|-----------|----------|
|   | 7   | 28        | 56       |
|   | $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ solo dia}^{-1}$ |           |          |
| 1120 L ha <sup>-1</sup>                         | 165,86 Aa   | 98,61 Ab  | 81,85 Ab |
| 560L ha <sup>-1</sup> + 560L ha <sup>-1</sup>   | 129,25 ABa  | 119,43 Aa | 80,67 Ab |
| 840 L ha <sup>-1</sup>                          | 146,09 ABa  | 114,32 Aa | 76,94 Ab |
| 560 L ha <sup>-1</sup> + 280 L ha <sup>-1</sup> | 130,63 ABa  | 96,64 Ab  | 53,95 Ac |
| 560 L ha <sup>-1</sup>                          | 138,19ABa   | 138,28 Aa | 78,31 Ab |
| Glyphosate 0,72 L ha <sup>-1</sup>              | 139,22 ABa  | 138,87 Aa | 89,70 Ab |
| Roçagens  | 132,34ABa   | 109,41 Aa | 58,67 Ab |
| Aveia sem dessecação                            | 107,25Bab   | 121,20 Aa | 76,74 Ab |
|   | CV% = 20  |           |          |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Nenhum dos tratamentos de vinagre afetou o carbono da biomassa microbiana (CBM) nas três datas de avaliação. No entanto, na terceira avaliação (56 DAA) houve efeito significativo entre os tratamentos. O tratamento roçagem apresentou maior CBM e o vinagre fracionado 560 L ha<sup>-1</sup> + 280 L ha<sup>-1</sup> o menor valor (Tabela 8). A análise de CBM dos tratamentos feito entre as datas de avaliação foi superior apenas na dose fracionada 560 L ha<sup>-1</sup> + 280 L ha<sup>-1</sup> e Glyphosate 0,72 L ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos de vinagre fracionado 560 L ha<sup>-1</sup> + 280 L ha<sup>-1</sup>, 560 L ha<sup>-1</sup> e Glyphosate 0,72 L ha<sup>-1</sup> foram os que apresentaram diferenças entre as datas de avaliação (Tabela 8). Se destacou o vinagre 560 L ha<sup>-1</sup> aos 28 DAA, e a dose fracionada de vinagre 560 L ha<sup>-1</sup>+280 L ha<sup>-1</sup> que apresentou aos 56 DAA redução do CBM (Tabela 8).

No referente ao quociente metabólico foi verificada interação significativa entre os tratamentos e datas de avaliação ( $F_{14,119} = 1,89$ ;  $P < 0,05$ ) (Tabela 6). Entretanto, os tratamentos e épocas não apresentaram diferenças significativas ( $F_{7,119} = 1,44$ ;  $P > 0,05$  e  $F_{2,119} = 1,66$ ;  $P > 0,05$ , respectivamente) (Tabela 6)

Tabela 8. Carbono da biomassa microbiana (CBM) do solo em função de diferentes dosagens de vinagre para dessecação de plantas de cobertura em sistemas de plantio de milho orgânico.

| Tratamento                                      | Datas                         |           |            |
|---|-------------------------------|-----------|------------|
|   | 7 DAA                         | 28DAA     | 56 DAA     |
|   | $\mu\text{g CBM g}^{-1}$ solo |           |            |
| 1120 L ha <sup>-1</sup>                         | 159,21 Aa                     | 173,32 Aa | 107,11 ABa |
| 560L ha <sup>-1</sup> + 560L ha <sup>-1</sup>   | 220,00 Aa                     | 237,37 Aa | 170,79 ABa |
| 840 L ha <sup>-1</sup>                          | 182,95 Aa                     | 148,21 Aa | 185,26 ABa |
| 560 L ha <sup>-1</sup> + 280 L ha <sup>-1</sup> | 215,66 Aa                     | 230,42 Aa | 79,60 Bb   |
| 560 L ha <sup>-1</sup>                          | 156,32 Ab                     | 251,84 Aa | 150,17 ABb |
| Glyphosate 0,72 L ha <sup>-1</sup>              | 201,47 Aa                     | 238,82 Aa | 104,21 ABb |
| Roçagens  | 189,61 Aa                     | 261,97 Aa | 224,34Aa   |
| Aveia sem dessecação                            | 192,50 Aa                     | 170,21 Aa | 101,31 ABa |
|   | CV% = 34,87                   |           |            |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Os tratamentos estudados não influenciaram o quociente metabólico ( $qCO_2$ ) nas duas primeiras datas de avaliação. Aos 56 DAA apenas o tratamento roçagens foi inferior ao tratamento fracionado 560 L ha<sup>-1</sup> + 280 L ha<sup>-1</sup> mais não deferiu dos demais (Tabela 9). Quando analisados os tratamentos entre as datas de avaliação só foi verificado menor valor entre as datas do tratamento vinagre 840 L ha<sup>-1</sup> aos 28 DAA e 560 L ha<sup>-1</sup> + 280 L ha<sup>-1</sup> aos 56 DAA (Tabela 9).

Tabela 9. Quociente metabólico ( $qCO_2$ ) do solo em função de diferentes dosagens de vinagre para dessecação de plantas de cobertura em sistema de plantio direto orgânico, avaliados aos 7, 28 e 56 dias após aplicação (DAA).

| Tratamento                                      | Datas de avaliação                                      |         |          |
|---|---|---------|----------|
|   | 7 DAA   | 28DAA   | 56 DAA   |
|   | $\mu\text{g CO}_2 \mu\text{g}^{-1} \text{CBM dia}^{-1}$ |         |          |
| 1120 L ha <sup>-1</sup>                         | 1,11 Aa   | 0,58 Aa | 0,77 ABa |
| 560L ha <sup>-1</sup> + 560L ha <sup>-1</sup>   | 0,60Aa  | 0,59 Aa | 0,52 ABa |
| 840 L ha <sup>-1</sup>                          | 0,83 Aab  | 1,12 Aa | 0,52 ABb |
| 560 L ha <sup>-1</sup> + 280 L ha <sup>-1</sup> | 0,73 Aab  | 0,49 Ab | 1,09 Aa  |
| 560 L ha <sup>-1</sup>                          | 0,91 Aa   | 0,57 Aa | 0,53 ABa |
| Glyphosate 0,72 L há <sup>-1</sup>              | 0,76 Aa   | 0,67 Aa | 0,88 ABa |
| Roçagens  | 0,82 Aa   | 0,45 Aa | 0,31 Ba  |
| Aveia sem dessecação                            | 0,62 Aa   | 0,76 Aa | 0,88 ABa |
|   | CV% 51,06   |         |          |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

#### 4.4 Características agronômicas

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a característica índice de velocidade de emergência ( $F_{7,39} = 0,71$ ;  $P > 0,05$ ) (Tabela 10)

Tabela 10. Índice de velocidade de emergência (IVE), altura e diâmetro do colmo da planta de milho na 4ª e 8ª folha em sistema de plantio direto orgânico.

| Tratamentos                                     | IVE    | Altura (cm) |          | Diâmetro do Colmo (cm) |          |
|---|--------|-------------|----------|------------------------|----------|
|   |        | 4ª folha    | 8ª folha | 4ª folha               | 8ª folha |
| 1120 L ha <sup>-1</sup>                         | 3,27 A | 7,15 B      | 35,15A   | 0,74 A                 | 2,53 AB  |
| 560L ha <sup>-1</sup> + 560L ha <sup>-1</sup>   | 3,74 A | 7,68 AB     | 37,70 A  | 0,76 A                 | 2,68 AB  |
| 840 L ha <sup>-1</sup>                          | 3,32 A | 8,23 AB     | 33,25 A  | 0,81 A                 | 2,75 AB  |
| 560 L ha <sup>-1</sup> + 280 L ha <sup>-1</sup> | 3,67 A | 8,08 AB     | 35,45 A  | 0,74 A                 | 2,69 AB  |
| 560 L ha <sup>-1</sup>                          | 3,65 A | 7,60 AB     | 34,90 A  | 0,78 A                 | 2,90 A   |
| Glyphosate 0,72 L ha <sup>-1</sup>              | 3,61 A | 7,00 B      | 39,05 A  | 0,78 A                 | 2,80 AB  |
| Roçagens  | 3,93 A | 8,40 AB     | 38,25 A  | 0,90 A                 | 2,79 AB  |
| Aveia sem dessecação                            | 3,18 A | 9,55 A      | 29,90 A  | 0,50 B                 | 2,42 B   |
| CV%   | 19,51  | 14,05       | 14,75    | 14,21                  | 8,32     |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Quanto à altura da planta na quarta folha expandida, observa-se menor valor no tratamento 1,120 L ha<sup>-1</sup> em relação ao tratamento de aveia sem dessecação que não diferiu dos demais ( $F_{7,39} = 2,62$ ;  $P < 0,05$ ) (Tabela 10). Já na abertura da 8ª folha não foi observada diferença significativa entre os tratamentos ( $F_{7,39} = 1,62$ ;  $P > 0,05$ ) apresentando uma media (Tabela 10)

No referente ao diâmetro do colmo, tanto na 4ª folha ( $F_{1,39} = 5,74$ ;  $P < 0,01$ ) como 8ª folha ( $F_{1,39} = 2,35$ ;  $P < 0,05$ ), os tratamentos apresentaram diferença significativa (Tabela 10), sendo o tratamento da aveia sem dessecação o que apresentou o menor valor diferindo de todos os tratamentos na 4ª folha e apenas do tratamento 560 L ha<sup>-1</sup> na 8ª folha (Tabela 10).

A massa de matéria seca da raiz foi avaliada quando a planta tinha a 4ª folha completamente expandida e não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ( $F_{7,39} = 1,08$ ;  $P > 0,05$ ) (Tabela 11), porém na avaliação realizada na oitava folha completamente expandida, observou-se diferenças significativas entre os

tratamentos ( $F_{7,39} = 2,14$ ;  $P < 0,05$ ) (Tabela 11). O tratamento  $840 \text{ L ha}^{-1}$  apresentou maior matéria seca da raiz e o tratamento aveia sem dessecação o menor valor, não diferindo aos demais (Tabela 11).

Tabela 11. Matéria seca da raiz, parte aérea e matéria seca total de plantas de milho avaliadas na 4ª Folha e 8ª folha nas diferentes dosagens de vinagre triplo para dessecação de plantas de cobertura em sistema de plantio direto orgânico.

| Tratamentos                                     | Matéria seca (MS) raiz |          | MS parte aérea |          | MS Total |
|---|------------------------|----------|----------------|----------|----------|
|   | 4ª folha               | 8ª folha | 4ª folha       | 8ª folha | 8ª folha |
| $1120 \text{ L ha}^{-1}$                        | 0,15 A                 | 16,52 AB | 0,66AB         | 92,21A   | 92,21A   |
| $560 \text{ L ha}^{-1} + 560 \text{ L ha}^{-1}$ | 0,15 A                 | 20,26 AB | 0,61AB         | 92,49A   | 92,49A   |
| $840 \text{ L ha}^{-1}$                         | 0,20 A                 | 26,81 A  | 0,78A          | 89,85A   | 89,85A   |
| $560 \text{ L ha}^{-1} + 280 \text{ L ha}^{-1}$ | 0,19 A                 | 17,76 AB | 0,67AB         | 89,90A   | 89,90A   |
| $560 \text{ L ha}^{-1}$                         | 0,14 A                 | 15,85 AB | 0,69AB         | 97,18A   | 97,18A   |
| Glyphosate $0,72 \text{ L ha}^{-1}$             | 0,17 A                 | 21,51 AB | 0,66AB         | 98,13A   | 98,13A   |
| Roçagens  | 0,68 A                 | 20,50 AB | 0,87A          | 101,36A  | 101,36A  |
| Aveia sem dessecação                            | 0,09 A                 | 11,66 B  | 0,38B          | 69,29A   | 69,29A   |
| CV%   | 53,12                  | 36,59    | 25,38          | 18,33    | 19,25    |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Houve significação ( $F_{7,39} = 3,53$ ;  $P < 0,05$ ) para a matéria seca da parte aérea quando a planta tinha a 4ª folha aberta, apenas nos tratamentos  $840 \text{ L ha}^{-1}$  e roçagens diferindo do tratamento da aveia sem dessecação (Tabela 11), quando a planta tinha a 8ª folha aberta a matéria seca da parte aérea foi igual para todos os tratamentos (Tabela 11).

A análise da matéria seca total avaliada quando a planta de milho tinha a 8ª folha completamente expandida não marcou diferença estatística entre os tratamentos, embora a aveia sem dessecação apresentasse menor valor em relação aos outros tratamentos (Tabela 11).

## 5. DISCUSSÃO

As diferenças encontradas na eficácia do vinagre triplo nas diferentes dosagens sobre a dessecação da aveia neste experimento são coincidentes com os

encontrados por Jonhson et al. (2004) que observaram que as diferentes doses de ácido acético proporcionam controles diferentes. Pereira et al. (2013) estudando a eficácia do ácido acético no controle de algumas espécies de plantas daninhas, obtiveram sobre *Panicum maximun* um controle de 85% com concentrações de 4,20% e acima de 98% com concentrações de ácido acético a partir de 10%. Por sua vez, Webber & Shrefler (2009) aplicando ácido acético 20 % em dose de 200 L ha<sup>-1</sup> e 400 L ha<sup>-1</sup> tiveram controle de plantas daninhas superiores a 95%, sendo o controle significativamente mais alto para a dose de 400 L ha<sup>-1</sup> em relação a 200 L ha<sup>-1</sup>. Os resultados do presente trabalho também indicam altos valores de porcentagens de dessecação da aveia obtido com o vinagre na dose 1.120 L ha<sup>-1</sup>, demonstrando a eficiência desta substância na dessecação de culturas de cobertura. Resultados que estão de acordo com Webber & Shrefler (2008; 2009) que descreveram que o ácido acético pode ser usado na produção de culturas orgânicas como um herbicida de contato, cuja ação sobre as plantas é semelhante ao “paraquat”. No entanto, ressalta-se que houve uma recuperação da aveia a partir do quinto dia, o qual é coincidente com Webber & Shrefler (2009), que observaram que o controle de vinagre em plantas daninhas diminuía com o tempo, especialmente, nos menores volumes.

Não obstante, foi observado diferenças estatísticas no pH entre os tratamentos nas três datas avaliadas. É possível que esta variação não tenha sido influenciada pela presença de vinagre no solo, já que todos os valores de pH nos tratamentos com vinagre tiveram valores semelhantes estatisticamente aos tratamentos de roçagens e da aveia sem dessecação, onde não foi aplicado o vinagre. Sugere-se que esta variação pode ter sido provocada por outras causas ou que correspondam a variações próprias do solo, já que o vinagre se degrada muito rapidamente no solo (MSDS 2008).

Foi encontrada maior evolução de CO<sub>2</sub> na dose 1.120 L ha<sup>-1</sup> aos sete dias após aplicação do vinagre, o que pode estar relacionado à elevada concentração de ácido acético neste tratamento, que pela natureza química é possível que tenha aportado carbono ao solo elevando a descarboxilação e aumentando a quantidade de CO<sub>2</sub> evoluído. Fischer & Kuzyakov (2010), ao aplicar o ácido acético no solo encontraram cerca de 26 % na forma de C-COOH e 36% como C-CH<sub>3</sub>. Nestas condições os microrganismos usam o C-CH<sub>3</sub> para seu crescimento enquanto que o grupo C-COOH tende à descarboxilação, muito possivelmente este seja um motivo pelo qual houve maior quantidade de CO<sub>2</sub> evoluído nesta data. O ácido acético proporciona ao solo uma fonte de carbono para a produção de dióxido de carbono no processo de decomposição. Ademais, a maior evolução de C-CO<sub>2</sub> dos solos tratados com herbicidas é atribuída ao fato de este servir como fonte de carbono ou energia aos microrganismos (Costa et al., 1997; Moreno, 2007) ou como forma de aumentar a atividade em resposta a uma condição desfavorável ou estresse imposto. Neste caso o vinagre atuaria aportando carbono como fonte de energia para os microrganismos o que provoca aumento de CO<sub>2</sub> evoluído na respiração.

Nas avaliações aos 28 e 56 dias, os resultados mostram que as diferentes doses do vinagre não influenciaram na respiração microbiana, os valores foram menores que na primeira avaliação, muito possivelmente porque o vinagre já não estava presente no solo e a partir daí o cultivo e os tratos culturais provavelmente passam a exercer maior influência sobre a atividade microbiana. Em todas as doses houve menor taxa de respiração basal aos 56 dias, decorrente muito possivelmente da menor biomassa.

A biomassa microbiana não foi afetada pelas diferentes doses de vinagre aos sete e 28 dias, mantendo valores homogêneos. As diferenças entre os tratamentos aos

56 dias não podem ser atribuídas diretamente às doses de vinagre, pois para esta data já é de esperar que o vinagre não esteja presente no solo, mas pode ser que este tenha influenciado na presença ou ausência de plantas daninhas em determinadas parcelas o que pode ter ocasionado essas diferenças entre os tratamentos nesta data. Porém, a biomassa diminuiu, o que segundo Assis et al. (2003) e Powlson et al. (1987) quando ocorre a decomposição de resíduos há aumento de carbono da biomassa microbiana e incremento da atividade microbiana. Neste caso isso não foi observado, o que pode ser devido à redução da quantidade de material vegetal proveniente da palha da aveia, provocando redução da quantidade de microrganismos e, portanto menor atividade microbiana.

Semelhante ao CBM as diferentes doses de vinagre não afetaram o quociente metabólico aos sete e 28 dias após a aplicação, apesar do CO<sub>2</sub> evoluído na respiração basal ter sido maior. Este deveria provocar aumento do coeficiente metabólico, pois segundo Anderson & Domsch (1985) à medida que a biomassa microbiana se torna eficiente em utilizar os recursos, menor quantidade de carbono é perdida como CO<sub>2</sub> pela respiração, sendo este imobilizado no tecido microbiano. Consequentemente, menor  $q\text{CO}_2$  representa biomassa microbiana mais estável. Isso não foi observado no presente experimento, provavelmente porque esse aumento de CO<sub>2</sub>, como mencionado anteriormente pode vir da descarboxilação do ácido acético e não da atividade dos microrganismos. As diferenças obtidas aos 56 dias podem estar relacionadas com as diferenças encontradas no CBM.

A pouca informação disponível na literatura sobre o impacto do vinagre nas variáveis agronômicas da cultura de milho orgânico, limitando-se esta principalmente ao efeito no rendimento de outras culturas como em alho, que segundo Forsburg (2007) o rendimento e o tamanho do bulbo não são afetados nas

parcelas tratadas com vinagre em concentrações de 10% de acidez acética; outro exemplo é em trigo que quando aplicado ácido acético em diferentes concentrações no controle de plantas daninhas, este provoca danos pouco visíveis na produção (Johnson et al. 2004); Evans et al. (2012) observaram que o vinagre quando aplicado no controle de plantas daninhas, tanto em pimentão como em brócolis, causa danos no rendimento de ambas culturas, sendo que o dano ao brócolis se limita às plantas que tiveram contato com o vinagre.

A ausência de significância no índice de velocidade de emergência, coincide com resultados de Pujisiswanto et al. (2013) que não encontraram significância na germinação da semente do milho aos oito e doze dias após a aplicação do ácido acético (10 e 20%) quando aplicado em pré-plantio.

O vinagre não influencia na altura da planta, pois assim como na germinação quando este é aplicado em pré-plantio não causa alterações, possivelmente porque aos oito dias a concentração de vinagre se vê reduzida, não interferindo no desenvolvimento da planta. Resultados são coincidentes com Pujisiswanto et al. (2013) que observaram que quando o milho é semeado oito e 12 dias depois de aplicado o vinagre, este não é afetado, diferentemente de quando é semeado após quatro dias onde causou redução da altura da planta.

As diferenças encontradas no diâmetro do colmo entre os tratamentos comparado ao tratamento da aveia sem dessecação podem ter sido ocasionadas pela competição que o milho teve com esta, visto que a competição entre duas plantas provocam efeitos muito diferenciados. A competição da aveia sem dessecação com o milho fez com que este não se desenvolvesse com normalidade. As diferentes doses de vinagre não mostraram diferenças significativas no que se refere à massa de matéria seca da raiz na fase inicial, mas quando a planta tinha a oitava folha formada

houve diferença na massa de matéria seca da raiz. Os resultados não permitiram determinar com clareza se essas diferenças podem ser atribuídas ao efeito do vinagre sobre as raízes, no entanto é possível que a dosagem de 840 L ha<sup>-1</sup> tenha provocado efeito negativo no crescimento das plantas daninhas presentes, reduzindo a interferência, observando-se maior peso de matéria seca de raiz na avaliação da oitava folha. Porém, não comprometeu o desenvolvimento da massa seca da parte aérea do milho.

## 6. CONCLUSÕES

Aplicações de vinagre pode ser uma alternativa viável como herbicida natural para dessecação de plantas de cobertura em plantio direto orgânico. O vinagre além de ser eficiente no controle da espécie de cobertura, não alterou o pH do solo e não causou impacto negativo sobre a atividade da microbiota do solo e ao crescimento do milho orgânico plantado posteriormente.

## 7. BIBLIOGRAFIA CITADA

- Alves, T; Campos, L; Neto, N; Matsuoka, M; Loureiro, M, 2011. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 33: 341-347.
- Anderson, T. H.; Domsch, K. H. 1993. The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> (*q*CO<sub>2</sub>) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, 25:93-395.
- Andrade, G. 1999. Interacciones microbianas en la rizosfera. In: Siqueira, J. O.; Moreira, F. M. S.; Lopes, A. S.; Guilherme, L. R. G.; Faquin, V.; Furtini Neto, A. E.; Carvalho, J. G. (Ed.). Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas: **Soil fertility, soil biology, and plant nutrition interrelationships**. Viçosa: SBCS, Lavras: UFLA/DCS, 551 - 575.

- Argenta, G.; Silva P. R. F. Da; Fleck N. G.; Bortolini C. G.; Neves R.; Agostinetto D. 2001. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-papuã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 36:851-860.
- ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS – ALAM. 1974. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, 1: 35-38,
- Assis, E; Cordeiro, M; Paulino, H; Carneiro, M. 2003. Efeito da aplicação de Nitrogênio na atividade microbiana e na decomposição da palhada de Sorgo em solo de Cerrado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 33: 107-112.
- Barbosa, G. J., Souza, M. M. O. De E Francis, D. G. 2008. **Agricultura orgânica: alternativa de renda nos assentamentos rurais do triângulo mineiro e alto Paranaíba**. Disponível em: [www.prac.ufpb.br/anais/Icbeu/insc/08.htm](http://www.prac.ufpb.br/anais/Icbeu/insc/08.htm).
- Brasil-Batista, 2003. C. **Efeito do *Bacillus thuringiensis* sobre os grupos de microrganismos funcionais na rizosfera de milho e sorgo**. 23 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Carrera, L. M.; Vinjard, B.; Sikora, L. J. 2007. Effects of cover crops, compost, and manure amendments on soil microbial community structure in tomato production systems. **Applied Soil Ecology**, 37:247-255.
- Cattelan, A.J. & Vidor, C. 1990. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 14:133-142.
- Ceretta C.A; Basso C.J; Flecha A. M. T; Pavinato P. S; Vieira F. C. B e Mai M. E. M 2002. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia-preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26:163-171.
- Cerrudo D., Page R.R., Tollenaar M., Stewart G and C.J.,Swanton. 2012. Mechanisms of Yield Loss in Maize Caused by Weed Competition. **Weed Science**. 60: 225-232.
- Coffman, CB, Radhakrishnan, JR, Teasdale, JR, 2004a. Respostas de milho e soja para aplicações basais de vinagre. **Anais da Ciência Weed Nordeste Society**.
- Coffman, CB, Radhakrishnan, JR, Teasdale, JR, 2004b. Vinagre de ervas daninhas gestão em milho e soja. **Anais da Ciência Weed Nordeste Societ**.

- Colozzi Filho, A.; Balota, E. L.; Andrade, D. de S. 1999. Microrganismos e processos biológicos no sistema plantio direto. In: Siqueira, J. O.; Moreira, F. M. S.; Lopes, A. S.; Guilherme, L. R. G.; Faquin, V.; Furtini Neto, A. E.; Carvalho, J. G. (Ed.). Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas: **Soil fertility, soil biology, and plant nutrition interrelationships**. Viçosa: SBCS, Lavras: UFLA/DCS487 - 508.
- Costa, M.A.; Monteiro, R.T. R.; Tornisielo, V. L. 1997. Influência Da Adição De Palha De Cana-De-Açúcar Na Degradação De <sup>14</sup>C-Ametrina Em Solo Areia Quartzosa<sup>1</sup> **Scientia Agrícola**, 54:3 <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161997000200001>
- Comis, D. Spray weeds with vinegar. 2002. **Agricultural Research Service (ARS).United States Department of Agriculture(USDA)**.
- Chandran, Rs; Stenger, M.; Mandal, M. 2004. Efeito do vinagre no controle de plantas daninhas de batata. In: **Anais da Reunião-Nordeste Anual Weed Science Sociedade**. 82-82.
- Cruz, J.C.; Pereira Filho, I.A.; Alvarenga, R.C.; Santana, D.P. 2001. Plantio direto e sustentabilidade do sistema agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 22: 13-24.
- Darolt, M.R. & Skora Neto, F. 2002. Sistema de Plantio Direto em agricultura orgânica. **Revista Plantio Direto**. N. 70, jul/ago, 2002. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora: 28-30.
- Diaz P. 2002. Vinegar of Organic Weed Killers. <http://www.epa.gov/pesticide/food/organics.htm>.
- Díaz-Raviña, M.; Acea, M.J. & Carballas, T. 1993. Microbial biomass and its contribution to nutrient concentrations in forest soils. **Soil Biol. Biochem.** 25:25-31.
- Duarte, J.O. Embrapa 2007. **Milho e Sorgo Sistema de Produção**, 1. Importância econômica, publicado em 2007, disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivadoMilho/importancia.htm>>, acessado em 23 de maio de 2008.
- Evans,G.J.; Bellinder,R. R and Hahn, R.R. 2012 Integration of Vinegar for In-Row Weed Control in Transplanted Bell Pepper and Broccoli. **Weed Technology** 25: 459-465.

- Ferreira, E. P. B. Dusi, A. N; Xavier, G.R e Rumjanek, N. G 2008. Rhizosphere bacterial communities of potato cultivars evaluated through PCR-DGGE profiles. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43:605-612.
- Ferreira, E. P. B. Santos, H. P; Costa, J. R; De-Polli, H. e Rumjanek, N. G. 2010. Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage management. **Revista Ciência Agrônômica**, 41:177-183.
- Figueiredo, M.L.C; Cruz, I.; Pentead-Dias, A.M.; Silva, R.B. 2009. Ocorrência do parasitoide *Chelonus insularis* no Sul de Minas Gerais associado a lagartas de *Spodoptera frugiperda* na cultura de milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 4:4281-4284.
- Fischer H. and dan Y Kuzyakov. 2010. Sorption, microbial uptake and decomposition of acetate in soil: Transformation revealed by position-specific <sup>14</sup>C labeling. **Soil Biology and Biochemistry**. 42: 186-192.
- Fontanetti, A. 2006. **Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho**. Tese aprovada na UFV em 11 de outubro de 2007.
- Forsburg, F. 2007. Vinegar As An Herbicide InOrganic Garlic Production <http://www.barc.usda.gov/anri/sasl/vinegar.html>). Acessado o 20 de dezembro de 2013.
- Furlani, C. E. A.; Júnior, Á. P.; Lopes, A.; Silva, R. P.; Grotta, D. C. C.; Cortez, J. W. 2007. **Desempenho operacional de semeadura-adubadora em diferentes manejos da cobertura e da velocidade**. Engenharia Agrícola, 27:456-462
- Galvão,J.C.C.; Corrêa, M. L. P.; Lemos, J.P.; Miranda, G.; Da Conceição, P. e Fontanetti, A. 2010. Componentes de Produtividade de Milho em Sistema Plantio Direto Orgânico e Convencional. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia: **Associação Brasileira de Milho e Sorgo**. CD-Rom
- Gama-Rodrigues, E. F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). 1999. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: **Gênese**, 227-243.
- Grisi, B.M. 1996. Participação da microbiota na ciclagem de nutrientes. In: **CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 13.Águas de Lindóia. **Anais....** Campinas: ESALQ / SLCS / SBCS, 1996. CD-ROM.

- Hussein F. H. Abouzienna, Ahmad A. M. Omar, Shiv D. Sharma, and Megh Singh (2009) Efficacy Comparison of Some New Natural-Product Herbicides for Weed Control at Two Growth Stages. **Weed Technology**: July 2009, 23:431-437.
- Insam, H. Developments in soil microbiology since the mid 1960s. , 2001. **Geoderma**, 100 :389-402.
- ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. 1998. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. **Biology and Fertility of Soils**, 27 408-416.
- Jakelaitis, A; Santos, J.B; Vivian, R e Silva, A. 2007. Atividade Microbiana e Produção de Milho (*Zea mays*) e de *Brachiaria brizantha* sob diferentes métodos de controle de plantas Daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, 25:71-78.
- Jardim, I. C. S. F.; Andrade, J. A.; Queiroz, S.C.N. 2009. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global – Um enfoque a maçãs. **Quím. Nova**, São Paulo, 32, 4
- Johnson, E.N., Wolf, T and Caldwell., B. 2004. Vinegar for pre-seed and post-emergence control of broadleaf weeds in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Proc. Nat. Meet., Canadian **Weed Sci. Soc.** 57th Annual Meeting. Halifax, Nova Scotia, Canada. 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, 2005adf <http://www.spokane-county.wsu.edu/smallfarms/organic%20ag/ADF%20Vinegar%20Report%20Final.pdf>
- Kluthcouski J.; Aidar H.; Stone L.; Cobucci T. 2004. Integração lavoura-pecuária e o manejo de plantas daninhas. **Informações agrônômicas**.
- Liu, M. **Orgânicos em alta**. Noticias Disponível em: <http://www.fispal.com.br>. Acessada em 28 de outubro de 2007
- Machado C. T. De. T; Machado A. T. 2004. **Produção de milho orgânico I: perspectivas e práticas agrônômicas**. <[www.planetaorganico.com.br](http://www.planetaorganico.com.br) > Acesso em 15 de julho 2004.

- Marriel, et al, 2005. In: João, C. C. Galvão, Maria, L. P. Corrêa, João, P. Lemos, Glauco, V. Miranda, Patricia, M. Da Conceição E Anastácia, Fontanetti. 2010. Componentes de Produtividade de Milho em Sistema Plantio Direto Orgânico e Convencional XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia: **Associação Brasileira de Milho e Sorgo**.
- Matthews S and A. Powell. 2006. Electrical conductivity vigour test: physiological basis and use. **Seed Testing International** (ISTA). 131: 32-35. [ww.worldseedproject.org/upload/cms/user/STI13144-48.pdf](http://www.worldseedproject.org/upload/cms/user/STI13144-48.pdf).
- Melo, C. 2012 **Atividade microbiana e interferência de plantas Daninhas na cultura do milho em solo com diferentes Manejos de fertilidade**. Dissertação aprovada pela Universidade Federal de Viçosa, 16 de Fevereiro de 2012.
- Mercante, F. M.; Silva, R. F.; Francelino, C. S. F.; Cavalheiro, J. C. T. e Otsubo, A. A. 2008. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Sci. Agron.** 34:479-485.
- Miller, T. and C. Libbey. 2004. Effect of postemergence organic products (2004) [https://www.pharmsolutionsinc.com/researchAssets/Acetic\\_Acid\\_Weed\\_Trials\\_WASU.do](https://www.pharmsolutionsinc.com/researchAssets/Acetic_Acid_Weed_Trials_WASU.do)
- Moreira, F. M. S & Siqueira, J. O. 2006. **Microbiologia e Bioquímica do solo**. Lavras, UFLA.
- Moreno, J. L. Aliaga, A.; Navarro, S.; Hernandez, T.; Garcia, C. 2007. Effects of atrazine on microbial activity in semiarid soil. **Appl. Soil Ecol.** 35:120-127.
- MSDS Material Safety Data Sheet 2008. Acetic Acid >96%. Fisher Scientific. <http://fscimage.fishersci.com/msds/00120.htm>. Accessed 20 June 2012.
- Nassab, A; Faal, S; Amini, R. 2013. Effects of integrated weed management treatments on some growth parameters of potato (*solanum tuberosum* L.) and weed density. **International Journal of Biosciences.** 3: 70-75.
- Neves, M.C.; Neves, J.F. 2006. Agricultura Orgânica E Produção Integrada: Diferenças E Semelhanças. **Cadernos de Ciência e Tecnologia, Brasília,** 23191-205.
- Peña, M.L.P.; Marques, R.; Jahnel, M. C.; Anjos, 2005. A. Respiração microbiana como indicador da qualidade do solo em ecossistema florestal. **FLORESTA,** Curitiba, PR35.

- Pereira, P. S.; Maia, A. J.; Gomes, R. V. R. e Gomes, E. N. 2013. Eficácia do ácido acético no controle de algumas espécies de plantas daninhas **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 9:2512.
- Powlson, D.S.; Brookes, P.C.; Christensen, B.T. 1987. Measurement of soil microbial biomass provides an indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. **Soil Biology & Biochemistry**, 19:159-164.
- 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., Teasdale, JR, Coffman, CB, 2003. Vinagre como um herbicida potencial para a agricultura orgânica. Proceedings of **Weed Science Society do Nordeste**.
- Radhakrishnan, J., Teasdale, JR, Coffman, CB, 2004. Agricultural Applications of Vinegar, Proceedings of northeastern **weed science society**.
- Rizzon, L. A.; Meneguzzo, J.; Manfroi, L. 2006 Sistema de Produção de Vinagre. Brasília: **Embrapa** Informação Tecnológica.
- Sandmann, E. R.; Loos M. A. 1984. Enumeration of 2,4-D-degrading microorganisms in soils and crop plant rhizospheres using indicator media: high populations associated with sugarcane (*Saccharum officinarum*). **Chemosphere**, 13:1073-1084.
- Santos, G. A.; Camargo, F. A. O. 1999. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 1. ed. Porto Alegre: **Genesis** Edições.
- Silva, E.C.; Galvão J.C.C; Almeida, A.A. e Miranda G.V. 2008. Produtividade de Variedades Locais de Milho nos Sistemas de Cultivo Orgânico e Convencional. **Caatinga** (Mossoró,Brasil), 21.
- Silva, R.B.; Cruz, I.; Figueiredo, M.L.C.; Costa, M.A.; Redoan, A.C.; Morato, J.B. 2011. Dinâmica populacional de parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (J. E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho (*Zea mays* L.) cultivado no sistema orgânico de produção. **Cadernos de Agroecologia**, 6:1-5.

- Spencer D.F. and G.G. Ksander. 1997. Dilute Acetic Acid Exposure Enhances Electrolyte Leakage by *Hydrilla verticillata* and *Potamogeton pectinatus* Tuber. *Journal Aqual Plant Manage.* 35: 25-30. <http://www.apms.org/wp/wpcontent/uploads/2012/10/v35p25.pdf>.
- Torres, J.L.R.; Pereira, M.G.; Fabian, A.J. 2008 Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, 43:421-428.
- Turco, R. F.; Blume, E. Indicators of soil quality. In: Siqueira, J. O.; Moreira, F. M. S.; Lopes, A. S.; Guilherme, L. R. G.; Faquin, V.; Furtini Neto, A. E.; Carvalho, J. 1999. (Ed.). Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas: **Soil fertility, soil biology, and plant nutrition interrelationships**. Viçosa: SBCS, Lavras: UFLA/DCS.529 - 550.
- Vancen, E., Brookes, P; and Jenkinson, D. 1987 Na extraction inethod for measuring soil microbial biomass carbono. **Soil Biol. Biochem.** 19:703-707.
- Vargas, L. K.; Scholles, D. 2000. Biomassa microbiana e produção de C-CO<sub>2</sub> e N mineral de um podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:35-42.
- Webber III, C.L. and 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. 162:29-30. [http://www.ars.usda.gov/research/publications/publication\\_s.htm?seq\\_no\\_115=195808](http://www.ars.usda.gov/research/publications/publication_s.htm?seq_no_115=195808)
- 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.