

LUIZ FERNANDO FAVARATO

**PLANTIO DIRETO ORGÂNICO DE MILHO-VERDE SOBRE DIFERENTES
PLANTAS DE COBERTURA**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2015

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

F272p
2015

Favarato, Luiz Fernando, 1987-

Plantio direto orgânico de milho-verde sobre diferentes
plantas de cobertura / Luiz Fernando Favarato. – Viçosa, MG,
2015.

viii, 73f. : il. ; 29 cm.

Orientador: João Carlos Cardoso Galvão.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Milho - Cultivo. 2. *Zea mays*. 3. Agricultura orgânico.
4. Adubação verde. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.15

LUIZ FERNANDO FAVARATO

**PLANTIO DIRETO ORGÂNICO DE MILHO-VERDE SOBRE DIFERENTES
PLANTAS DE COBERTURA**

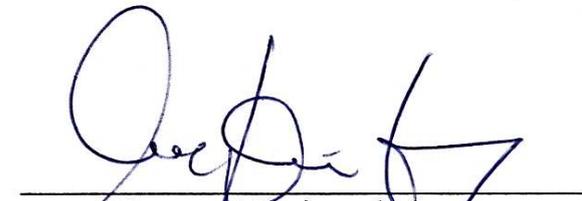
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

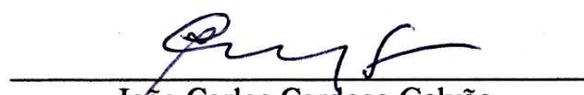
APROVADA: 17 de março de 2015.


Tatiana Pires Barrella


José Mauro de Sousa Balbino


Jacimar Luis de Souza
(Coorientador)


Caetano Marciano de Souza
(Coorientador)


João Carlos Cardoso Galvão
(Orientador)

Aos meus pais,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por iluminar meus caminhos, por estar sempre ao meu lado, encorajando-me a seguir adiante: “é do Senhor que vem o socorro”.

À minha mãe Maura e ao meu pai Edilson, pelos ensinamentos de vida que me deram, por todo o sacrifício e renúncia e pela presença mesmo estando tão distantes.

À toda minha família amada, que sempre me deu força em todas as etapas da minha vida.

À minha noiva Lydiane, que sempre esteve presente nos momentos difíceis dessa caminhada, pelo amor, pela ajuda, compreensão, amizade e pelo grande carinho.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) ao Departamento de Fitotecnia, pelo apoio e oportunidade de realização do Curso.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), pelo apoio e auxílio na condução dos trabalhos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de auxílio financeiro nos primeiros semestres do curso.

Ao Professor João Carlos Cardoso Galvão, pelos ensinamentos, pela amizade e pela orientação.

Ao Professor Caetano Marciano de Souza, pela amizade, sugestões e críticas.

Ao Pesquisador Jacimar Luis de Souza, pela amizade, ensinamentos, parceria orientações e contribuição no desenvolvimento dos trabalhos.

Aos amigos, Darlan e Guilherme pela convivência, pelo companheirismo e por ajudar no trabalho.

Aos colegas de trabalho Rogério, José Mauro e Fabrício, pelo convívio e parceria no trabalho.

Aos funcionários da Fazenda Mendes da Fonseca do INCAPER, Walter Oliveira, José Carlos Guarnier, André Bellon, Wilian Mazza, Mário, José Felipe, José Custódio, Luizão e Zequinha pela contribuição na condução dos experimentos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram, cada um à sua maneira, para a concretização deste trabalho.

BIOGRAFIA

LUIZ FERNANDO FAVARATO, filho de Edilson Favarato e Maura Cuzine, nasceu em 30 de novembro 1987, na cidade de Colatina, ES.

Em janeiro de 2010, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa, localizada em Viçosa, MG.

Em fevereiro de 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, onde atuou na área de Produção Vegetal, na linha de pesquisa em Mecanização Agrícola e Técnicas Culturais no milho, obtendo título de M.Sc. em Fitotecnia em fevereiro de 2012.

Em março de 2012, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, onde atuou na área de Produção Vegetal, na linha de pesquisa em Agroecologia e Agricultura Orgânica, submetendo-se à defesa da tese em março de 2015.

Em março de 2013, tomou posse do cargo de Agente de Pesquisa e Inovação em Desenvolvimento rural no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), onde atualmente desenvolve pesquisas na área de olericultura.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| RESUMO | vii |
| ABSTRACT | viii |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 6 |
| I. PERSISTÊNCIA E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DE PALHADAS DE AVEIA-PRETA, TREMOÇO-BRANCO E SEU CONSÓRCIO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO ORGÂNICO DE MILHO-VERDE | 8 |
| 1. INTRODUÇÃO | 10 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 13 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 16 |
| 4. CONCLUSÃO | 24 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 25 |
| II. CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MILHO-VERDE SOBRE DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO ORGÂNICO | 29 |
| 1. INTRODUÇÃO | 31 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 32 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 36 |
| 4. CONCLUSÕES | 43 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 43 |
| III. ATRIBUTOS QUALITATIVOS E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ESPIGAS DE MILHO-VERDE CULTIVADO SOBRE DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO ORGÂNICO | 47 |
| 1. INTRODUÇÃO | 49 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 50 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 53 |
| 4. CONCLUSÕES | 57 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 57 |

| | |
|---|-----------|
| IV. POPULATION DENSITY AND WEED INFESTATION IN ORGANIC NO-TILLAGE CORN CROPPING SYSTEM UNDER DIFFERENT SOIL COVERS | 59 |
| 1. INTRODUCTION | 61 |
| 2. MATERIAL AND METHODS | 62 |
| 3. RESULTS AND DISCUSSION | 64 |
| 4. CONCLUSION | 70 |
| 5. LITERATURE CITED | 70 |

RESUMO

FAVARATO, Luiz Fernando, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2015.
Plantio direto orgânico de milho-verde sobre diferentes plantas cobertura.
Orientador: João Carlos Cardoso Galvão. Coorientadores: Jacimar Luis de Souza e Caetano Marciano de Souza.

Entre as premissas da produção orgânica estão o uso adequado do solo, da água e do ar, reduzindo, ao mínimo possível, todas as formas de contaminação desses elementos, garantindo o incremento da atividade biológica do solo. Com relação ao uso adequado do solo e da água o plantio direto tem se apresentado como uma das formas eficientes. No entanto, fazer plantio direto na palha sem o uso de herbicidas é um dos grandes desafios da atualidade para a pesquisa em agricultura orgânica. Porém, a implantação de rotação de culturas com plantas que apresentam grande produção de matéria vegetal para cobrir o solo, na forma de adubação verde com gramíneas e leguminosas, apresenta-se como uma das opções para solucionar tal problema. Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar cinco sistemas de produção, constituídos por três coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico, com palha de aveia-preta; com palha de tremoço-branco; com palha do consórcio aveia/tremoço e dois sistemas sem palhada e com revolvimento do solo, sendo um orgânico e outro convencional. O consórcio de aveia-preta com tremoço-branco produziu maior quantidade de matéria seca, acumulou maiores quantidades de macronutrientes, liberando-os em maior proporção, apresentando-se como boa opção para formação de palha no SPD orgânico, garantindo o crescimento e produtividade satisfatórios para a cultura do milho-verde. A imobilização do nitrogênio, proporcionada pelo uso da palha de aveia-preta no sistema plantio direto orgânico, limitou o crescimento das plantas e o potencial produtivo do milho-verde. Os diferentes sistemas de produção não influenciaram os atributos de qualidade e a conservação pós-colheita das espigas de milho-verde. O uso de palha de aveia-preta solteira ou em consórcio com tremoço-branco, no sistema plantio direto orgânico de milho-verde, proporcionou redução do percentual de infestação e densidade absoluta de plantas daninhas.

ABSTRACT

FAVARATO, Luiz Fernando, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, march, 2015. **Organic no-tillage of green corn on different cover crops.** Adviser: João Carlos Cardoso Galvão. Co-advisers: Jacimar Luis de Souza and Caetano Marciano de Souza.

Among the assumptions of organic production are the appropriate use of soil, water and air, reducing to a minimum all forms of contamination of these elements, ensuring the increased soil biological activity. With respect to the appropriate use of soil and water, the no-tillage has showed as one of the efficient ways. However, making no-tillage in the straw without the use of herbicides is one of the great challenges of nowadays for research in organic agriculture. However, the implementation of crop rotation with plants that have large production of vegetable material to cover the soil, in the form of green manure with grasses and legumes, presents as one of the options to solve this problem. Thus, the present study evaluated five systems of production, consisting of three soil covers in an organic no-tillage system, with black oat straw; with white lupine straw; with straw of the intercropping oat/lupine and an organic and a conventional system, both without soil cover and with soil disturbance. The intercropping oat/lupine produced a greater amount of dry matter, accumulated higher amounts of macronutrients, releasing them to a greater proportion, presenting itself as a good option for straw formation in an organic no-tillage, ensuring satisfactory growth and productivity for green corn crop. The immobilization of nitrogen provided by the use of oat straw in the organic no-tillage limited plants growth and yield potential of green corn. The cultivation of the green corn in different production systems did not affect the quality attributes and post-harvest conservation of corn ears. The use of black oat straw alone or intercropped with white lupine, in an organic no-tillage corn cropping, caused a reduction in the infestation percentage and absolute density of weeds.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A sustentabilidade na produção de alimentos tem ocupado lugar de destaque entre as importantes questões para o futuro da agricultura no planeta, uma vez que a população mundial cresce a taxas superiores ao esperado, tendo a população atingido 7,2 bilhões de pessoas em 2014. O cenário para os próximos anos indica a necessidade de mudanças para o sistema produtivo. Neste ambiente, o cultivo orgânico apresenta-se como um caminho para a mudança de paradigma da relação da sociedade com a agricultura, como uma forma alternativa ao sistema agroindustrial em vigor na atual agricultura (NASCIMENTO et al., 2011).

O resgate das questões sociais, ecológicas e ambientais na produção agrícola é o grande diferencial do sistema orgânico, pois permite a equidade e o equilíbrio das relações e a sua sustentabilidade no tempo e no espaço. Soma-se a isso, uma maior preocupação com a preservação ambiental e com a crescente demanda por alimentos seguros, além da agregação de valor aos produtos (SOUZA; RESENDE, 2014; BOEF et al., 2007).

Para disciplinar este segmento, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), na Lei 10.831, de 23/12/03, considera como sistema orgânico de produção agropecuária e industrial todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e sócio econômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a auto sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados, ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo (BRASIL, 2003).

Neves et al. (2004) define a agricultura orgânica como: sistema de manejo sustentável da unidade de produção, com enfoque holístico que privilegia a preservação ambiental, a agrobiodiversidade, os ciclos biológicos e a qualidade de vida do homem, visando à sustentabilidade social, ambiental e econômica no tempo e no espaço. Baseia-se na conservação dos recursos naturais e não utiliza fertilizantes de

alta solubilidade, agrotóxicos, antibióticos, aditivos químicos sintéticos, hormônios, organismos transgênicos e radiações ionizantes.

Entre as premissas da produção orgânica estão o uso adequado do solo, da água e do ar, reduzindo, ao mínimo possível, todas as formas de contaminação desses elementos e o incremento da atividade biológica do solo (BRASIL, 2003).

No entanto, uma das principais críticas feitas a este sistema é que os agricultores orgânicos costumam revolver demasiadamente o solo das áreas de cultivo. Os produtores orgânicos fazem uso de implementos como arado, grade e enxada rotativa para a descompactação, uniformização e incorporação de adubos orgânicos, movimentando excessivamente o solo, o que não está totalmente de acordo com os princípios orgânicos segundo Darolt (2000). Dessa forma, a melhor saída para atender os preceitos da sustentabilidade, seria a prática do plantio direto na palha seguindo os princípios orgânicos (DAROLT; SKORA NETO, 2002).

Pode-se definir o sistema de plantio direto - SPD como um processo de semeadura em solo minimamente revolvido, em que a semente ou a muda é depositada em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para a adequada abertura e contato com o solo. Trata-se de um processo de plantio com revolvimento do solo somente ao longo da linha de plantio ou na cova. Esse conceito assume visão integrada de um sistema, envolvendo a combinação de práticas culturais e biológicas para manter a cobertura vegetal sobre o solo com o revolvimento deste somente nos sulcos de semeadura, o que traria benefícios ao controle da erosão, de plantas daninhas, com menor variação térmica e hídrica do solo (MUZILLI, 1991; RIBEIRO, 1998).

O SPD tem contribuído significativamente para o avanço quantitativo e qualitativo de grande parte da agricultura brasileira. Dentre os sistemas convencionais de produção, o SPD tem sido consagrado como o sistema conservacionista mais efetivo na resolução dos problemas de degradação dos frágeis solos dos trópicos. Reduzindo os custos de proteção ambiental, o SPD tem representado o melhor caminho para a diminuição dos custos de produção e aumento da sustentabilidade da produtividade agropecuária, sendo adaptado a todos os tamanhos e tipos de exploração (EMBRAPA, 2014).

As tecnologias atualmente disponíveis sobre SPD, em sistemas convencionais, são de elevado interesse para estudos de adaptação e geração de novas tecnologias para a agricultura orgânica brasileira e mundial. No cultivo de hortaliças,

a geração de tecnologias de plantio direto é um desafio para as instituições de pesquisa e a ampliação de estudos nessa área ainda é uma necessidade importante.

Dentre as culturas cultivadas no sistema de plantio direto na palha destaca-se o milho, cuja produção de espigas colhidas no estágio de grãos leitosos aumentou de forma significativa, em função de sua lucratividade, visto que, na forma de grãos imaturos, o valor de comercialização é maior, quando comparado com o milho na forma de grãos secos. Além disso, a sua produção contribui para a geração de empregos em pequenas e médias propriedades, particularmente na época da colheita, que é realizada de forma manual (CRUZ et al., 2006).

Outro fator que contribui para o crescimento da produção de milho-verde é a maior diversificação de uso desse produto pelo mercado, podendo ser comercializado para consumo nas mais diversas formas, desde os grãos in natura, cozidos, ou como ingrediente na fabricação de diversos produtos da culinária brasileira (MATOS et al., 2007).

Mundialmente, há um mercado potencial para os produtos orgânicos, em especial para o grupo de produtos para o consumo in natura, como o milho-verde, uma vez que existe grande interesse de uma parcela da população em deixar de consumir produtos da agricultura convencional, cuja atividade, reconhecidamente, envolve o emprego de elevadas quantidades de adubos sintéticos e agrotóxicos, os quais derivam de fontes de energia não renováveis, sendo um modelo de produção não sustentável (CAPORAL; COSTABEBER, 2003). A oferta de espigas com padrão comercial e produzidas em sistema de cultivo orgânico pode favorecer o valor de venda desse produto em até 30%, quando comparado às espigas cultivadas em sistema convencional (ANTONIALI et al., 2012).

Segundo Darolt e Skora Neto (2002), muitos agricultores, que têm trabalhado com plantio direto no sentido de reduzir a utilização de agroquímicos, já se aproximam, de certa forma, do ideal da agricultura orgânica. Salienta, ainda, que o principal entrave técnico para a conversão à agricultura orgânica, sem dúvida, é o controle das plantas daninhas. Porém, deve ser compreendido que as plantas daninhas devem ser manejadas como parte integrante do sistema. Nesta perspectiva, a tarefa não é eliminá-las indistintamente, mas definir o limiar econômico da infestação e compreender os fatores que afetam o equilíbrio entre plantas daninhas e culturas comerciais. Não existem receitas ou pacotes prontos em agricultura orgânica, e a cada

safra a estratégia de controle das plantas daninhas pode ser alterada em função de variáveis como clima, espécie de planta daninha presente, nível de infestação, quantidade de cobertura, variedade utilizada, etc.

Fazer plantio direto na palha sem o uso de herbicidas é um dos grandes desafios da atualidade para a pesquisa em agricultura orgânica. Porém, a implantação de rotação de culturas com grande produção de matéria vegetal para cobrir o solo, na forma de adubação verde com gramíneas e leguminosas, apresenta-se como uma das opções para solucionar tal problema. Além disso, promove melhorias expressivas na fertilidade do solo, com benefício adicional da cobertura de solo (SOUZA; RESENDE, 2014).

Andrade et al. (2012) observaram que a semeadura direta sobre palhas, após 12 anos, aumentou os teores de carbono orgânico total e nutrientes em comparação ao plantio convencional, especialmente na camada superficial do solo. Verificaram ainda que o cultivo de milho e ervilhaca em sucessão aumentou os teores de carbono orgânico total e o nitrogênio total na camada superficial do solo, devido à inserção desta leguminosa no sistema, em comparação com a rotação sem sucessão com plantas de cobertura.

Considerando a grande importância que tem o nitrogênio para o rendimento das culturas no sistema orgânico de produção, o ideal, no sistema plantio direto, seria o emprego de plantas que tivessem dupla função, gerar palhada para cobertura do solo e fixar N atmosférico. Porém, dada a baixa relação C/N das leguminosas, que as submetem a uma rápida taxa de decomposição (PERIN et al., 2004), estas mostram-se ineficientes para cobrir o solo por um período maior de tempo. Por este motivo, às vezes se lança mão do pré-cultivo de consórcio de leguminosa e gramínea.

Exemplos de adubação verde a partir de consórcio, como da crotalária (leguminosa) e o milheto (gramínea), semeados no espaçamento de 25 cm entre linhas e densidade de 40 sementes/m linear para ambas as espécies, são bastante promissores. A escolha por consórcio entre espécies de famílias diferentes deve-se às vantagens atribuídas à mistura entre leguminosas e gramíneas, enfatizado por Aita et al. (2000). Perin et al. (2006) constataram que, em Viçosa - MG, o cultivo consorciado desses adubos verdes resultou na produção de 8,08 t ha⁻¹ de matéria seca num período de 68 dias de crescimento (setembro a dezembro), acumulando nessa biomassa 218; 29; 337; 65 e 46 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Além da elevação na produção

de biomassa, que é fundamental para o plantio direto, a leguminosa irá aportar N, via fixação biológica, e a gramínea irá conferir maior resistência à decomposição de seus resíduos vegetais, sendo assim, essa combinação importante para uma melhor sincronia entre liberação de nutrientes e absorção dos mesmos pela cultura subsequente, além da redução da infestação de plantas daninhas, pelo maior tempo de cobertura do solo garantido pela gramínea.

Apesar da plena aplicação técnica do SPD no contexto da agricultura orgânica, a grande maioria das propriedades e dos projetos de produção orgânica em curso no Brasil não utiliza essa técnica. Isto justifica a realização de estudos para adaptação desta tecnologia para sistemas orgânicos de produção, como forma de gerar informações e práticas que ampliem sua adoção pela agricultura orgânica. Pode-se dizer que, para a agricultura orgânica ser praticada em bases agroecológicas, a aplicação do SPD será fundamental.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; FRIES, M. R.; GIACOMINI, S. J. Ciclagem de nutrientes no solo com plantas de cobertura e dejetos de animais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24. **FertBio**. 2000. Santa Maria - RS, UFSM. 2000, CD ROOM.

ANDRADE, A. P.; MAFRA, A. L.; PICOLLA, C. D.; ALBUQUERQUE, J. A.; BERTOL, I. Atributos químicos de um Cambissolo Húmico após 12 anos sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, mai. 2012.

ANTONIALI, S.; SANTOS, N. C. B.; NACHILUK, K. Milho-verde orgânico: produção e pós-colheita. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 9, n. 2, jul/dez. 2012.

BOEF, W. S.; THIJSSSEN, M. H.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. R. **Biodiversidade e Agricultores**: fortalecendo o manejo comunitário. Porto Alegre: L&PM., 2007. 271 p.

BRASIL. Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 dez. 2003. Seção 1, p. 8 Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/legisl.htm>> Acesso em: 15 mai. 2013.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Segurança alimentar e agricultura sustentável: uma perspectiva agroecológica**. Porto Alegre: EMATER/RS - ASCAR, 2003. 14p. (EMATER/RS - ASCAR, Ciência e Ambiente, 27).

CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARRIEL, I. E.; CRUZ, E.; DUARTE, J. O.; OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C. **Produção de milho orgânico na agricultura Familiar**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2006. 17 p. (Embrapa-CNPMS, Comunicado Técnico, 81).

DAROLT, M. R. **As Dimensões da Sustentabilidade**: Um estudo da agricultura orgânica na região metropolitana de Curitiba-PR. Curitiba. 2000. 310 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2000.

DAROLT, M. R.; SKORA NETO, F. **Sistema de plantio direto em agricultura orgânica**. 2002. Disponível em: <www.planetaorganico.com.br>. Acesso em: 15 de mai. 2014.

EMBRAPA. **Leucena**: fonte alternativa de adubo nitrogenado para o cultivo do milho. Disponível em: <www.cnpms.embrapa.br>. Acesso em: 15 de maio. 2014.

MATOS, M. J. L. F.; TAVARES, S. A.; SANTOS, F. F.; MELO, M. F.; LANA, M. M. **Milho-verde**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2007. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/dicas/milho_verde.htm>. Acesso em: 15 mai. 2013.

MUZILLI, O. **O plantio direto como alternativa no manejo e conservação do solo**. Curso Básico Para Instrutores em Manejo e Conservação do Solo. Londrina, PR: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1991. 20 p.

NASCIMENTO, W. M. VIDAL, M. C.; RESENDE, F. V. **Produção de sementes de hortaliças em sistema orgânico**. 2011. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/organica/pdf/resumo/prod_sist_org.pdf>. Acesso 14 mai. 2014.

NEVES, M. C. P.; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D. **Agricultura orgânica - uma estratégia para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis**. Seropédica: EDUR, 2004. 98 p.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S. S.; CECON, P. R.; GUERRA, J. G. M.; FREITAS, G. B. de. Sunnhemp and millet as green manure for tropical maize production. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 5, p. 453-459, 2006.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 35-40, 2004.

RIBEIRO, M. F. S. Mecanização agrícola. In: DAROLT, M. R. Plantio direto: pequena propriedade sustentável. Londrina, PR: IAPAR, 1998. p. 5-111. (Circular n° 101).

SOUZA, J. L.; REZENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. 3 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014. 841p.

I. PERSISTÊNCIA E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DE PALHADAS DE AVEIA-PRETA, TREMOÇO-BRANCO E SEU CONSÓRCIO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO ORGÂNICO DE MILHO-VERDE

RESUMO - O tempo de permanência dos resíduos vegetais sobre o solo e a dinâmica de liberação dos nutrientes são requisitos imprescindíveis para o sucesso do Sistema Plantio Direto, uma vez que o mesmo depende da capacidade de gerar matéria seca suficiente para manter o solo coberto durante todo o ano. Objetivou-se avaliar a produção de matéria seca, o acúmulo de macronutrientes, a persistência e a liberação de macronutrientes das palhadas de aveia-preta, tremoço-branco e seu consórcio, durante o ciclo da cultura do milho-verde, no sistema plantio direto orgânico. O trabalho foi desenvolvido no município de Domingos Martins, ES, Brasil, (20° 22' 16.91"S e 41° 03' 41.83"O), sendo disposto no delineamento experimental de blocos casualizados, com seis repetições, seguindo um esquema de parcelas subdivididas 3x5, com três palhadas nas parcelas, aveia-preta, tremoço-branco e consórcio de ambas as espécies e cinco épocas de avaliação nas subparcelas, aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após o manejo, constituindo 90 unidades experimentais compostas por sacolas de decomposição com dimensão 0,25 x 0,25 m. As plantas de cobertura foram semeadas em julho de 2013 e roçadas em outubro de 2013, época na qual foi semeado o híbrido duplo de milho AG 1051, no espaçamento de 1,00 x 0,20 m. Foram realizadas avaliações de massa da matéria seca e conteúdo de macronutrientes remanescentes em cada época de coleta. O consórcio aveia-preta/tremoço-branco produziu maior quantidade de matéria seca. Os maiores acúmulos de macronutrientes, com exceção do enxofre, foram verificados na palhada de tremoço e do consórcio. As palhadas de tremoço solteiro e do consórcio aveia/tremoço liberaram maior quantidade de todos os macronutrientes aos 120 dias após a roçada. A palhada de tremoço apresentou maior velocidade de liberação de nutrientes e menor persistência. O potássio e o magnésio foram os macronutrientes mais rapidamente liberados dos resíduos das plantas de cobertura em relação aos demais macronutrientes.

Palavras-Chaves: *Zea mays*, decomposição, acúmulo de nutrientes, meia vida

II. PERSISTENCE AND NUTRIENT RELEASE FROM BLACK OAT STRAW, WHITE LUPINE AND HIS INTERCROPPING IN ORGANIC NO-TILLAGE SYSTEM OF GREEN CORN

ABSTRACT - The residence time of crop residues on the soil and the dynamics of release of nutrients are essential requirements for the success of the no-tillage system, since it depends on the capacity to generate enough dry matter to keep the soil covered throughout the year. The objective of this work was to evaluate the dry matter production, the macronutrients accumulation, persistence and nutrient release of the black oat straw, lupine white and his intercropping, during the cycle of green corn crop in an organic no-tillage system. The study was conducted in the municipality of Domingos Martins, ES, Brazil (20°22'16.91"S and 41°03'41.83" W). This work was arranged in a randomized block design with six replications, following a split plot 3x5, three covers in the plots, black oats, white lupine and intercropping of both species and five evaluation times in the subplots, at 0, 30, 60, 90 and 120 days after the management. The experimental units were composed of litter bags with dimensions 0.25 x 0.25 m. Cover crops were sown in July 2013 and mowed in October 2013, in which time was sown the double hybrid corn AG 1051, spaced 1.00 x 0.20 m. It were realized evaluations of dry matter mass and content of remaining macronutrients in each collection time were performed. The black oat and white lupine intercropping produced a greater amount of dry matter. The highest macronutrients accumulation, with the exception of sulfur, it was observed in the lupine straw and in the intercropping. The lupine straw and the oat/lupine intercropping release greater amounts of all macronutrients in 120 days after mowing. The lupine straw presented a faster nutrients release and lower persistence. The potassium and magnesium were the macronutrients released more quickly of cover crops residue in relation to the others macronutrients.

Key-words: *Zea mays*, decomposition, nutrients accumulation, half life

1. INTRODUÇÃO

O tempo de permanência dos resíduos vegetais sobre o solo e a dinâmica de liberação dos nutrientes são requisitos imprescindíveis para o sucesso do Sistema Plantio Direto (SPD), uma vez que o mesmo depende da capacidade de gerar matéria seca suficiente para manter o solo coberto durante todo o ano (KLIEMANN et al., 2006). Como a persistência da palha é um fator que depende, além da espécie vegetal, das condições climáticas e do manejo adotado, torna-se difícil uma recomendação generalizada da cultura a ser utilizada, devido à grande variação de clima e sistemas de manejo no território brasileiro, justifica-se assim estudos de comportamento de palha de diferentes espécies em condições específicas de temperatura e precipitação bem como no manejo orgânico.

A palha na superfície do solo constitui reserva de nutrientes, com disponibilização rápida (ROSOLEM et al., 2003) ou lenta (PAULETTI, 1999), dependendo da espécie utilizada, do manejo da fitomassa, do clima, da atividade de macro e microrganismos, da composição química da palha e do tempo de permanência dos resíduos sobre o solo (OLIVEIRA et al., 1999). A taxa de decomposição dos resíduos vegetais é controlada pelas características qualitativas do material vegetal, como a relação C/N e o teor de lignina, além do manejo da palha e do tamanho dos fragmentos (BORTOLUZZI; ELTZ, 2000). Esses fatores, em conjunto com a ação do clima, influenciam na atividade dos organismos decompositores (MOORE, 1986).

De acordo com Cantarella (2007), a rapidez na disponibilização do N proveniente dos restos vegetais de cultivos de plantas de cobertura depende de vários fatores, dos quais os mais importantes são a quantidade de N acumulada na matéria seca e a relação C/N da palha. Materiais com maior relação C/N, como as gramíneas, permanecem por maior tempo no solo. Porém, no início da decomposição, há tendência de maior imobilização de nutrientes, já que a quantidade destes, principalmente de N, disponíveis na palha, não é adequada para a microbiota decompositora, o que implica imobilização e diminuição da disponibilidade de alguns nutrientes para as culturas.

Por outro lado, a utilização de leguminosas para a produção de palha constitui um manejo favorável ao aumento do teor e disponibilidade de N nos solos, com o inconveniente da sua rápida decomposição, o que propicia pouca cobertura ao solo.

Além do aspecto quantidade, alguns esforços de pesquisa têm sido direcionados à avaliação da qualidade da fitomassa proveniente das mais diversas espécies. A capacidade de ciclagem de nutrientes, principalmente de camadas mais profundas, a dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes para a cultura comercial, bem como a capacidade de fixação biológica de nitrogênio, especificamente das leguminosas, têm sido exploradas (TEIXEIRA et al., 2009).

Com ênfase na dinâmica do N e manutenção da palha no SPD, Giacomini et al. (2004) argumentam que o ideal seria uma palha com C/N intermediária do resíduo vegetal, para ocorrer um equilíbrio entre a manutenção da cobertura do solo (dada pela persistência dos restos vegetais) e a disponibilização de N para as lavouras subsequentes. Segundo os autores, isso seria possível com o consórcio entre gramíneas e leguminosas, pois, geralmente, as gramíneas contribuem com quantidades relativamente elevadas de fitomassa, caracterizada pela alta relação C/N, o que pode aumentar a persistência da cobertura do solo, porém, com frequentes problemas em decorrência da imobilização de N (ANDREOLA et al., 2000; PERIN et al., 2004). Por outro lado, as leguminosas comumente apresentam altos teores de N na matéria vegetal e produzem, em geral, palhas de baixa relação C/N, cuja decomposição é relativamente rápida, com expressiva disponibilização de N para as lavouras subsequentes (ALVARENGA et al., 2001).

Entretanto, para a utilização dos consórcios em regiões tropicais, é necessária a adaptação da tecnologia, por meio da identificação de combinações entre espécies mais adaptadas, além do entendimento da dinâmica de decomposição do material e da imobilização/mineralização de nutrientes no solo.

Uma das principais plantas de cobertura utilizadas atualmente é a aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.), espécie cultivada em grande extensão no Estado do Paraná como adubo verde de inverno (CALEGARI, 2001). Estima-se que a utilização da aveia-preta represente 30% da área em relação às demais espécies usadas nas rotações e sucessões de cultura.

As principais características que destacam a aveia-preta como planta de cobertura são: a rusticidade, a capacidade de perfilhamento, a resistência a pragas e

doenças, rapidez na formação da cobertura do solo e a elevada produção de fitomassa, mesmo em solos de baixa fertilidade, bem como a tolerância à seca, em vista do sistema radicular bastante desenvolvido, eficiência na reciclagem de nutrientes, baixa taxa de decomposição dos resíduos comparado às fabáceas, em função da alta relação C/N (> 30) e o elevado efeito alelopático sobre muitas plantas daninhas (WUTKE et al. 2014).

O cultivo de tremoço-branco (*lupinus albus* L.) com a finalizada de adubação verde data de épocas que antecedem a Era Cristã. O registro mais antigo sobre o cultivo do tremoço foi encontrado no Egito, em pirâmides com mais de 4 mil anos. Constatou-se sua presença também em sepulturas Incas com mais de 2 mil anos, na região andina da América do Sul, onde era usado como suplementação protéica e para melhorar o solo. Foi difundido pelos gregos e romanos na Europa meridional (BALDANZI et. al, 1988).

Entre os muitos benefícios do cultivo do tremoço para a adubação verde, devem ser destacados a fixação de até 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio durante a estação fria, que estará à disposição da cultura sucessora; produção abundante de matéria vegetal sob baixas temperaturas, com uma relação C/N favorável à rápida mineralização; mobilização de nutrientes pouco solúveis ou de camadas profundas, especialmente em solo ácidos e erodidos; incremento na atividade biológica do solo; aumento da macroporosidade dos agregados do solo; aumento da infiltração dos excessos de chuva; melhora a capacidade de armazenamento de água (VIEIRA, et al., 2001; LEITÃO FILHO, 2009).

Estudando o efeito do consócio de aveia-preta e tremoço-branco sobre o rendimento do milho, Lázaro et al. (2013) concluíram que milho cultivado com a utilização de palhada de aveia preta + tremoço branco foi o mais produtivo (10.817 kg ha⁻¹), apresentando rendimento superior, e diferindo do milho cultivado sobre palhada de aveia-preta solteira (9.180 kg ha⁻¹), crambe (8.372 kg ha⁻¹) e vegetação espontânea (9.650 kg ha⁻¹), apontando o uso do consócio como uma alternativa viável para se obter maior rendimento de grãos de milho, dispensando a adubação nitrogenada em cobertura.

Souza e Guimarães (2013), avaliando a evolução da fertilidade do solo em decorrência de dois pré-cultivos de milho e crotalária e dois pré-cultivos de aveia-preta e tremoço-branco, concluíram que os adubos verdes em consócio comprovaram ser

excelente opção de manejo para sistemas orgânicos, por aportarem ao solo 811,4; 941,2; 263,5; 78,6; 51,9 kg ha⁻¹ de N, K, Ca, Mg e S, respectivamente, valores estes iguais ou superiores aos pré-cultivos solteiros.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a produção de matéria seca, o acúmulo de macronutrientes, a persistência e a liberação de macronutrientes das palhadas de aveia-preta, tremoço-branco e seu consórcio, durante o ciclo da cultura do milho-verde, no sistema plantio direto orgânico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Unidade de Referência em Agroecologia do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, localizada no município de Domingos Martins-ES, a uma altitude de 950 m. Na Figura 1 são apresentados os dados de precipitação e temperatura durante a condução do experimento.

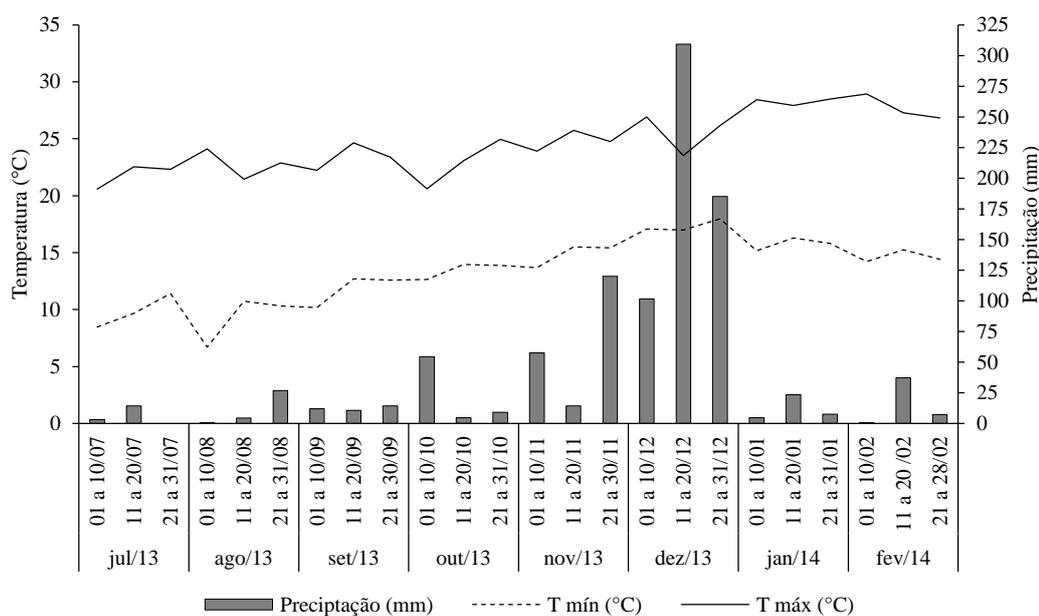


Figura 1. Precipitação (mm) acumulada em dez dias e temperaturas mínima e máxima (°C) durante a realização do experimento, julho de 2013 a fevereiro de 2014.

Toda área da Unidade de Referência é cultivada sob manejo orgânico desde 1990, possuindo 2,5 ha, subdivididos em 15 talhões de solos, onde se realizam as experimentações. A presente pesquisa foi desenvolvida no talhão 05 em um Latossolo

Vermelho Amarelo distrófico argiloso (EMBRAPA, 1999), área que encontra-se sob manejo em SPD orgânico desde 2009, sendo dividida em faixas isoladas fisicamente por placas de concreto enterradas a 0,40 m de profundidade, nas quais se realizaram os cultivos sucessivos de repolho sobre plantas de cobertura de verão (crotalária, milho e consócio de ambas as espécies) e de berinjela sobre plantas de cobertura de inverno (tremoço-branco, aveia-preta e consócio de ambas as espécies).

O experimento foi realizado no período de julho de 2013 a fevereiro de 2014, tendo sido feita a caracterização química do solo, na profundidade 0-20 cm, composta por: pH (6,5), P (606,6 mg dm⁻³), K⁺ (290,2 mg dm⁻³), Ca²⁺ (6,0 cmol_c dm⁻³), Mg²⁺ (1,2 cmol_c dm⁻³) Al (0,0 cmol_c dm⁻³), H+Al (2,3 cmol_c dm⁻³), SB (8,1 cmol_c dm⁻³), t (8,1 cmol_c dm⁻³), T (10,4 cmol_c dm⁻³), V (77,5 %) e MO (4,5 dag kg⁻¹).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizado, com seis repetições, seguindo um esquema de parcelas subdivididas 3x5, sendo três palhadas nas parcelas, uma espécie gramínea (G), representada pela aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.), uma espécie leguminosa (L), representada pelo tremoço-branco (*Lupinus albus* L.) e o consócio com as duas espécies (G + L) e cinco épocas de avaliação nas subparcelas, 0, 30, 60, 90 e 120 dias após o manejo das plantas de cobertura, constituindo 90 unidades experimentais.

As plantas de cobertura foram semeadas no dia 10/07/2013 espaçadas de 0,33 m entrelinhas em parcelas de quatro metros de largura e seis metros de comprimento, tanto nos cultivos solteiros quanto no consócio. A densidade de sementes nos sistemas solteiros foi de: 144 gramas por parcela para a aveia-preta (60 kg ha⁻¹) e 204 gramas por parcela para o tremoço (85 kg ha⁻¹). Nos consórcios, as densidades de semeadura e os gastos de sementes foram reduzidos pela metade, devido aos plantios serem realizados em linhas alternadas. Foram realizadas irrigações e capinas nas entrelinhas das plantas de cobertura conforme a necessidade.

Aos 98 dias após a semeadura, foi feita a roçada das plantas de cobertura com roçadora costal motorizada. Após a roçada foi realizada a coleta de material com um quadrado de 1,0 m de lado, lançado aleatoriamente em cada parcela. Todo o material na área do quadrado, em cada parcela, foi coletado pesado e levado para a estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem peso constante, para a determinação da matéria seca total. Após seco, os materiais foram pesados e uma amostra foi retirada e

envida para o Laboratório de Solo e Nutrição de Plantas do INCAPER para determinação de N, P, K, Ca, Mg e S.

As unidades experimentais foram constituídas por sacolas de decomposição “litter bags” com malha de 2 mm e dimensões de 0,25 x 0,25 m (REZENDE et al. 1999, AMADO et al., 2002). Em cada litter bag foram colocados 30 g de matéria seca de fragmentos do material de cada palhada.

No dia 17/10/2013 os “litter bags” foram levados ao campo nas respectivas parcelas, dos quais foram originados. Aos 30, 60, 90 e 120 dias após a deposição no campo, os litter bags foram coletados e levados para estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem peso constante, para a determinação da matéria seca remanescente e teores de macronutrientes.

Após a roçada dos materiais foi feita a aplicação de composto orgânico (Tabela 1) na dose de 1,5 kg m⁻² (peso seco) distribuído uniformemente, a lanço, sobre todas as parcelas experimentais precedendo a semeadura da cultura do milho-verde, na qual realizada no dia 18/10/2013, com o auxílio de semeadora manual apropriada para o SPD, utilizando o híbrido comercial AG 1051, no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, preconizando um estande final de 50.000 plantas ha⁻¹.

Tabela 1 - Composição do composto orgânico usado nas adubações. INCAPER, Domingos Martins-ES, 2014.

| Produto | M.O (dag kg ⁻¹) | C/N | pH | Macronutrientes (dag kg ⁻¹) | | | | | Micronutrientes (mg kg ⁻¹) | | | | |
|----------|--------------------------------|------|-----|---|-----|-----|-----|-----|--|-----|--------|-----|----|
| | | | | N | P | K | Ca | Mg | Cu | Zn | Fe | Mn | B |
| Composto | 33 | 13/1 | 7,8 | 1,5 | 0,7 | 1,7 | 1,8 | 0,3 | 92 | 100 | 15.100 | 281 | 32 |

Os dados de matéria seca e o conteúdo de macronutrientes remanescentes em cada período de decomposição foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F a 5 % entre os tratamentos; havendo significância, os valores médios, para os tratamentos, foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Para descrever a decomposição dos resíduos vegetais e a liberação dos macronutrientes estudados, foi utilizado o modelo matemático exponencial descrito por Thomas e Asakawa (1993), do tipo $X = X_0 e^{-kt}$, em que X é a quantidade de matéria seca remanescente após um período de tempo t, em dias; X₀ é a quantidade inicial de matéria seca ou de nutriente; e k é a constante de decomposição do resíduo. Com o valor de k, foi calculado a meia-vida, que expressa o período de tempo necessário para

que metade dos resíduos se decomponha ou para que metade dos nutrientes contidos nos resíduos seja liberada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação de produtividade de matéria seca das plantas de cobertura, observou-se que o consórcio aveia/tremoço se sobressaiu, produzindo 7.134 kg ha⁻¹, valor significativamente superior em 13,58 e 26,26 %, respectivamente, às produtividades de palha de tremoço e aveia em cultivo solteiro (Tabela 2). De forma similar, Souza e Guimarães (2013) trabalhando na mesma área de cultivo, obtiveram produtividades semelhantes às observadas no presente trabalho, obtendo 7.600 kg ha⁻¹ de matéria seca de palha no consórcio aveia/tremoço no ano de 2011.

Tabela 2 - Médias de produtividade de palhada das plantas de cobertura (kg ha⁻¹ de matéria seca) avaliadas em relação aos diferentes períodos de manutenção no “litter bags” após a roçada. INCAPER, Domingos Martins-ES, 2014

| Tratamento | Dias após a roçada | | | | |
|--------------|--------------------------------|------------|------------|------------|-------------|
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 |
| | -----kg ha ⁻¹ ----- | | | | |
| G | 5.695,02 b | 3.651,04 a | 2.212,84 a | 1.814,65 a | 1.559,80 a |
| L | 6.280,83 b | 3.241,88 a | 1.886,08 a | 1.001,52 a | 475,76 b |
| G + L | 7.133,85 a | 3.857,75 a | 2.001,63 a | 1.513,33 a | 1.040,26 ab |

¹Médias seguidas de uma mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. G – SPD orgânico com palha de gramínea; L – SPD orgânico com palha de leguminosa; G + L – SPD orgânico com palha de gramínea + leguminosa.

Os valores iniciais de produtividade de matéria seca de palha em todos tratamentos podem ser considerados suficiente para se obter boa cobertura do solo e, conseqüentemente manutenção do plantio direto, pois apresentam-se próximos aos 6.000 kg ha⁻¹ propostos por Alvarenga et al. (2001).

Atentando-se a quantidade de palha remanescente nas diferentes épocas avaliadas, verifica-se na Tabela 2, que aos 120 dias após a roçada das plantas de cobertura, ocorreu redução de 72,7, 92,4 e 85,4 %, respectivamente para as palhadas de aveia-preta, tremoço-branco e consórcio. Crusciol et al. (2008) verificaram redução de, aproximadamente, 66% da massa da matéria seca da palhada de aveia-preta, com apenas 53 dias após o manejo das plantas de cobertura, valor superior ao verificado neste trabalho com 44,1 % aos 53 dias após a roçada.

De acordo com o experimento conduzido por Ceretta et al. (2002) a taxa de decomposição do resíduo da parte aérea da aveia-preta foi mais influenciada pela quantidade produzida do que pelo teor de N mineral do solo. Ainda segundo os mesmos autores os percentuais de decomposição de matéria seca de aveia-preta após 115 dias do manejo variaram entre 77 a 81%, quando foi aplicado N no perfilhamento, e entre 83% e 87% quando não foi aplicado N na aveia.

Com base nestes resultados evidencia-se a maior persistência da palhada de aveia-preta em cultivo solteiro aos 120 dias após o manejo, não diferindo do consórcio, mas superando a quantidade de palha do tremoço-branco em 227,8 %. Este fato também pode ser confirmado pela meia vida (tempo para redução de 50% da matéria seca inicial) com valores de 63, 33 e 43 dias, respectivamente, para palhadas de aveia, tremoço e do consórcio de ambos. Esses valores decorrem da maior relação C/N da aveia-preta (na ordem de 30), comparativamente às demais plantas de cobertura, o que a caracteriza como planta de alta persistência e durabilidade, com menor taxa de decomposição.

Crusciol et al. (2008), estudando as taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia-preta em plantio direto, verificaram que a relação C/N da palhada de aveia-preta elevou-se de forma linear com o tempo após o manejo, passando, inicialmente, de 35 para 50, aos 53 dias após o manejo com rolo faca.

Na Figura 2 observa-se a decomposição da palhada nos diferentes tratamentos ao longo tempo. Nota-se que os dados ajustaram-se significativamente ao modelo exponencial; com base nas equações determinaram-se os índices invariantes de decomposição (k), com valores de -0,011, -0,021 e -0,016, respectivamente para palhada de aveia, tremoço e consórcio, que evidenciam maior decomposição da palhada de tremoço, uma decomposição intermediária para palhada do consórcio e menor para palhada de aveia.

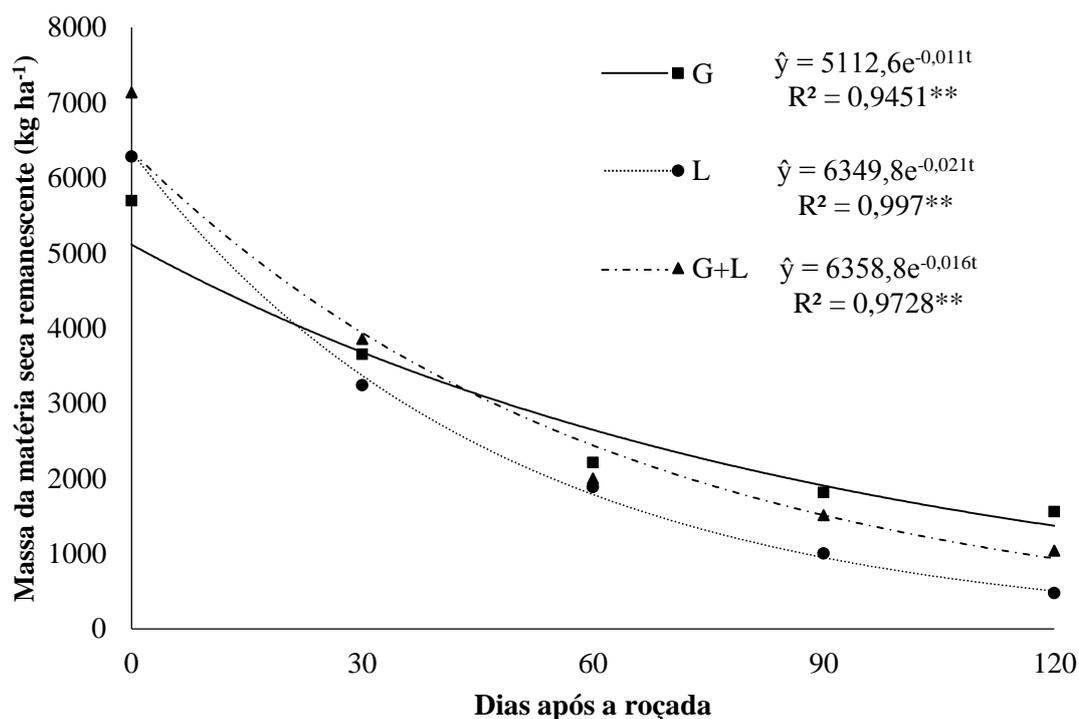


Figura 2. Estimativa da massa de matéria seca remanescente das plantas de cobertura em função do tempo (t) após a roçada. ** = significativo a 1%, pelo teste F. G – SPD orgânico com palha de gramínea; L – SPD orgânico com palha de leguminosa; G + L – SPD orgânico com palha de gramínea + leguminosa.

Aita e Giacomini (2003) observaram que a presença da aveia em consórcios com ervilhaca ocasionou aumento na relação C/N da fitomassa e contribuiu para diminuir a velocidade de decomposição dos resíduos culturais, em relação à ervilhaca solteira. Este fato também foi observado no presente trabalho, com relação C/N de 18, 30 e 21 para palhadas de tremoço, aveia e consórcio. A redução na taxa de decomposição é vantajosa, uma vez que, preserva maior quantidade de resíduos culturais sobre o solo, contribuindo para a manutenção da sua umidade e para proteção contra um possível efeito erosivo da chuva. Entretanto este maior valor da relação C/N pode proporcionar maior competição entre os microrganismos e a cultura em questão pelo N.

A quantidade de macronutrientes acumulados nas diferentes palhadas, no dia da roçada (Tabela 3) indicam que, no geral, as palhadas de tremoço-branco solteiro e em consórcio com aveia-preta acumularam maiores quantidades de macronutrientes, com exceção do enxofre, que esteve em maior quantidade apenas nas palhadas do consórcio.

Tabela 3. Conteúdo de macronutrientes remanescentes na matéria seca das plantas de cobertura em função do tempo após a roçada. INCAPER, Domingos Martins-ES, 2014

| Tratamento | Dias após a roçada | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|----|-------|----|-------|---|-------|---|-------|---|
| | 0 | | 30 | | 60 | | 90 | | 120 | |
| -----kg ha ⁻¹ ----- | | | | | | | | | | |
| Nitrogênio | | | | | | | | | | |
| G | 158,25 | b | 87,24 | a | 32,99 | a | 26,42 | a | 20,99 | a |
| L | 176,19 | ab | 69,03 | a | 34,84 | a | 14,02 | a | 6,15 | a |
| G + L | 180,06 | a | 80,61 | a | 33,00 | a | 26,59 | a | 17,25 | a |
| Fósforo | | | | | | | | | | |
| G | 18,48 | b | 13,53 | ab | 6,78 | a | 5,11 | a | 3,76 | a |
| L | 20,88 | ab | 11,63 | b | 5,87 | a | 2,78 | a | 1,03 | a |
| G + L | 23,69 | a | 15,48 | a | 6,96 | a | 4,37 | a | 2,71 | a |
| Potássio | | | | | | | | | | |
| G | 112,11 | b | 37,82 | a | 0,61 | a | 0,52 | a | 0,46 | a |
| L | 175,37 | a | 32,73 | a | 0,72 | a | 0,37 | a | 0,13 | a |
| G + L | 162,23 | a | 41,53 | a | 0,57 | a | 0,46 | a | 0,34 | a |
| Cálcio | | | | | | | | | | |
| G | 28,79 | b | 13,59 | b | 6,50 | a | 4,95 | a | 3,58 | a |
| L | 53,20 | a | 23,47 | a | 11,70 | a | 5,67 | a | 2,23 | a |
| G + L | 51,44 | a | 21,08 | ab | 8,42 | a | 5,51 | a | 2,86 | a |
| Magnésio | | | | | | | | | | |
| G | 6,53 | b | 4,47 | a | 0,65 | a | 0,59 | a | 0,48 | a |
| L | 9,96 | a | 5,51 | a | 0,72 | a | 0,30 | a | 0,17 | a |
| G + L | 12,18 | a | 5,39 | a | 0,74 | a | 0,48 | a | 0,35 | a |
| Enxofre | | | | | | | | | | |
| G | 6,15 | b | 3,55 | a | 1,24 | a | 0,97 | a | 0,82 | a |
| L | 6,49 | b | 3,27 | a | 0,98 | a | 0,55 | a | 0,19 | a |
| G + L | 9,02 | a | 4,29 | a | 1,19 | a | 0,81 | a | 0,56 | a |

¹Médias seguidas de uma mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. G – SPD orgânico com palha de gramínea; L – SPD orgânico com palha de leguminosa; G + L – SPD orgânico com palha de gramínea + leguminosa.

Essas diferenças do acúmulo de nutrientes podem estar relacionadas à maior produção de matéria seca no tratamento anteriormente citados, como observado na Tabela 2, corroborando com Souza e Guimarães (2013) que também observaram esta tendência, trabalhando com as mesmas espécies de plantas de cobertura e na mesma área de cultivo.

Observa-se na Figura 3 que todos os nutrientes foram ajustados significativamente à equação exponencial. O nitrogênio (Figura 3A), foi liberado com maior intensidade até os 60 dias após o manejo das palhadas, época na qual, em média 80 % do conteúdo total havia sido liberado. No entanto, nota-se que a constante de liberação deste nutriente foi maior para a palha de tremoço-branco (0,028), intermediária para a palha do consórcio (0,019) e menor para a palha de aveia-preta

(0,017), proporcionando, respectivamente, meia vida ($t_{1/2}$) de 25, 36 e 41 dias (Tabela 4).

Tabela 4. Tempo de meia vida ($t_{1/2}$) de liberação de macronutrientes nos tratamentos G, L e G+L. INCAPER, Domingos Martins-ES, 2014

| Tratamentos | N | P | K | Ca | Mg | S |
|-------------|----------------|----|----|----|----|----|
| | -----dias----- | | | | | |
| G | 41 | 52 | 14 | 41 | 29 | 39 |
| L | 25 | 28 | 11 | 27 | 19 | 24 |
| G+L | 36 | 36 | 12 | 29 | 22 | 29 |

Com a utilização de consórcio entre gramíneas e leguminosas, existe menor competição pelo N presente no solo, pois a leguminosa se sustenta com o N que advém da atmosfera. Conforme Heinrichs et al. (2001), a aveia possui grande capacidade em extrair N mineral do solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica ou adubação, sendo esse um dos motivos da alta quantidade de acúmulo de N na MS da parte aérea.

O acúmulo de N para a aveia-preta, verificado no presente estudo é superior ao encontrado por Doneda (2012), com 54,1 kg ha⁻¹ de N na matéria seca. Estudos de Ceretta et al. (2002) constataram para a aveia-preta, média de 61,5 kg ha⁻¹ para o N acumulado na parte aérea da MS (5,7 t ha⁻¹). Souza e Guimarães (2013), obtiveram 147, 204 e 219 kg ha⁻¹ na média de dois anos de cultivo, para aveia, tremoço e consórcio, respectivamente.

No tempo de decomposição de 25 dias, época em que as plantas de milho encontravam-se no estágio V4, as palhadas de tremoço, aveia e consórcio foram capazes de fornecer à cultura, respectivamente, 85,6; 47,3 e 56,2 kg ha⁻¹ de N. Neste estágio ocorre a diferenciação das espigas e definição do número de fileiras (SANGOI et al., 2010), de forma que, o fornecimento do N, pode garantir às plantas a possibilidade de expressar seu potencial produtivo.

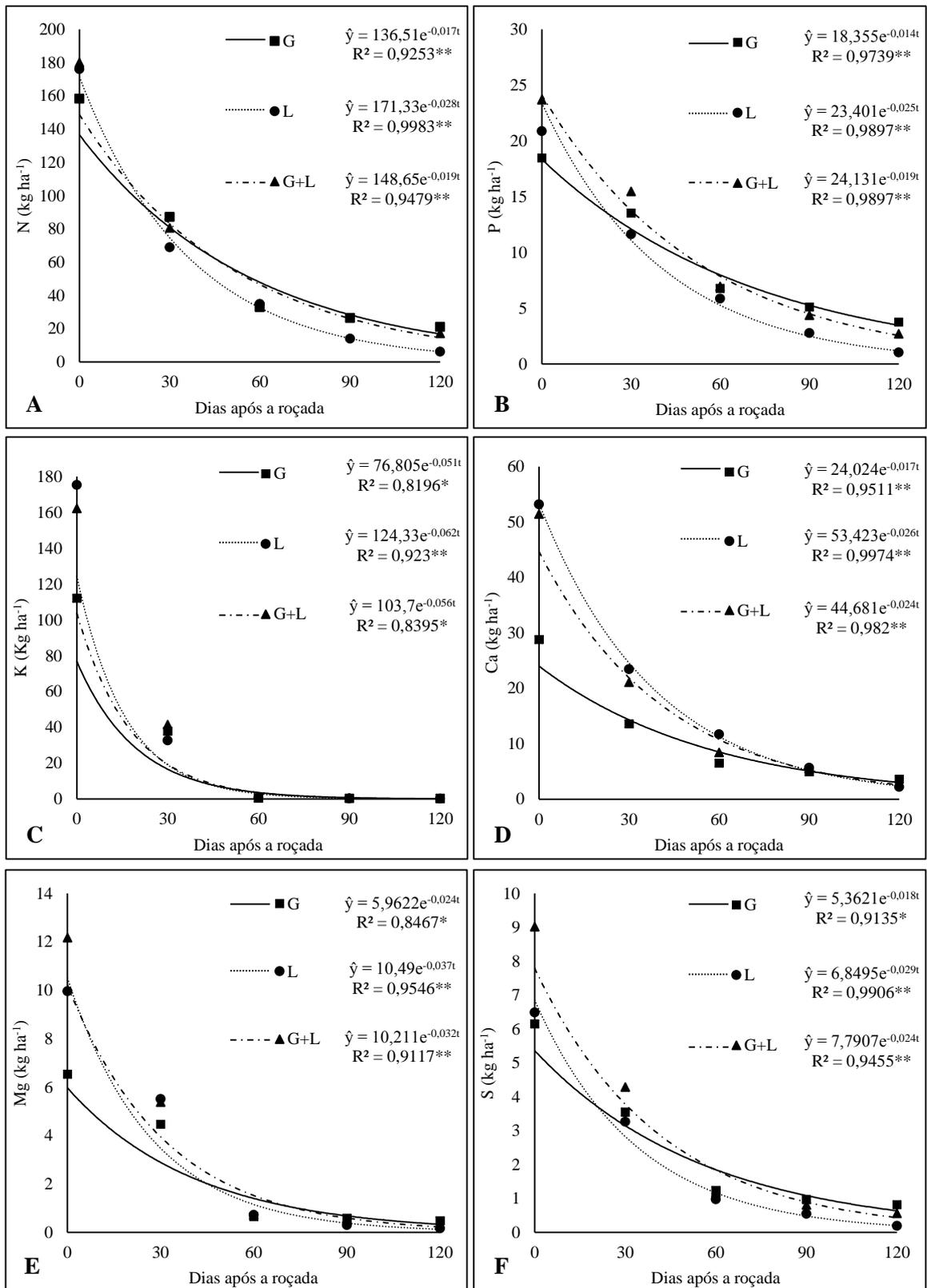


Figura 3. Estimativas das quantidades de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F) na matéria seca das plantas de cobertura em função do tempo após a roçada. * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%, pelo teste F. G – SPD orgânico com palha de gramínea; L – SPD orgânico com palha de leguminosa; G + L – SPD orgânico com palha de gramínea + leguminosa.

Para fósforo, observou-se maior $t_{1/2}$ para palhada de aveia-preta (52 dias) e menor para palhada de tremoço (28 dias), com valor intermediário para palhada do consórcio (36 dias) (Tabela 4). Esse padrão demonstra que os fatores e mecanismos responsáveis pela decomposição da matéria seca interferem diretamente na liberação de P (ligados estruturalmente a moléculas protéicas e em compostos ligados ao transporte de energia). Ou seja, a maior relação C/N e maior proporção de colmos da aveia acarretam diminuição da velocidade de decomposição da matéria seca, quando comparado ao tremoço. Em contrapartida, a menor relação C/N e a maior proporção de folhas do tremoço, além de aumentarem a velocidade de decomposição da matéria seca, propiciam maior contato entre as folhas e o solo, culminando em maior área exposta para ação dos organismos decompositores. Esta condição favorece maior taxa de decomposição e, por sua vez, maior liberação de P dos resíduos culturais (TEIXEIRA, 2011).

Na Figura 3B, observa-se que a maior proporção do P (em média 70%) foi liberado até os 60 dias após a roçada das palhadas, o que corresponde a 10,43; 18,18 e 16,42 kg ha⁻¹, respectivamente para as palhadas de aveia, tremoço e consórcio. Crusiol et al. (2008) caracterizou a aveia-preta como excelente recicladora desse elemento pouco solúvel, obtendo, aos 53 dias após o manejo, 12,7 kg ha⁻¹.

Quanto ao K, o ajuste dos dados à função exponencial ocorreu pela acentuada liberação inicial (em média 75 % do total) deste elemento até o 30º dia após o manejo das palhadas (Figura 3C), com posterior redução em função da baixa quantidade do K remanescente no tecido vegetal.

A rápida liberação de K, ocorre em função do elemento não estar associado a nenhum componente estrutural do tecido vegetal (MARSCHNER, 1995). Esse elemento não é metabolizado na planta e forma ligações com complexos orgânicos de fácil reversibilidade (ROSOLEM et al., 2003). Assim, à medida que a parte aérea das plantas de cobertura inicia o processo de secagem e se degrada, a concentração desse nutriente no tecido diminui drasticamente, pois é facilmente lavado pela água das chuvas (KHATOUNIAN, 1999), após o rompimento das membranas plasmáticas (MALAVOLTA et al., 1997). Desta forma, a pluviosidade observada no período da decomposição das palhadas (Figura 1) pode ter contribuído para lixiviação do K dos restos vegetais.

Giacomini et al. (2004) também observaram rápida liberação de K do tecido vegetal de aveia, ervilhaca e nabo forrageiro, com taxa de liberação do K em torno de 4,5 vezes maior do que a do P. Alguns estudos mostram a rápida velocidade de liberação do K, independente da espécie envolvida e da época do corte, fato observado no presente trabalho e evidenciado pelo pelos valores de $t_{1/2}$ para o K, que se apresentaram semelhantes para todas as plantas de coberturas. Este fato provavelmente está associado à natureza do nutriente ocorrer na forma iônica nas plantas, não participando de nenhuma estrutura orgânica (TAIZ; ZEIGER, 2013). Sorato e Crusciol (2007) relatam que o K é o nutriente mais solúvel nos extratos dos resíduos vegetais.

Para o Ca, verificou-se que as palhadas de tremoço e do consórcio acumularam, respectivamente 53,2 e 51,4 kg ha⁻¹, superando em 84,7 e 78,6 % o acúmulo de Ca na palhada de aveia-preta, na época do corte (Tabela 3). Viola et al. (2013) avaliando o acúmulo e a liberação de nutrientes de plantas de cobertura de solo (nabo forrageiro, ervilhaca comum, ervilha forrageira e tremoço) verificaram que o tremoço foi uma das espécies que tiveram os maiores acúmulos de cálcio, obtendo valores próximos a 80 kg ha⁻¹. Este maior acúmulo, provavelmente, deve-se a presença da espécie leguminosa na composição da palhada, uma vez que as leguminosas são normalmente mais ricas em cálcio que as gramíneas (MOREIRA et al., 2005). Isso acontece devido as gramíneas apresentarem baixa capacidade de troca de cátions na raiz (CTC de raiz), e os solos, principalmente os que apresentam maior CTC no manejo orgânico, como o solo do presente trabalho, adsorvem mais fortemente no seu colóide, cátions com valência maior ($Al^{3+} > Ca^{2+} > K^{+}$) (OLIVEIRA et al. 2009). Portanto, as gramíneas seriam mais eficientes na remoção de cátions monovalentes (K^{+}) do solo, por competição por sítios de ligação, que poderiam interferir negativamente na absorção de cálcio, caracterizando o antagonismo entre os nutrientes (MARSCHNER, 1995).

Observou-se liberação gradativa de cálcio para palhada de aveia, com $t_{1/2}$ de 41 dias, e liberação mais rápida para palhada de tremoço e consórcio, com $t_{1/2}$ de 27 e 29 dias, respectivamente (Tabela 4). O Ca é um elemento que faz parte da composição estrutural das células (como parede celular); além disso, é cofator de algumas enzimas envolvidas na hidrólise de ATP e de fosfolipídios e mensageiro secundário na regulação metabólica (TAIZ; ZEIGER, 2013). Estas características conferem ao Ca maior dificuldade de ser mineralizado das palhadas e liberado para o solo. Como

consequência, tem-se um grande acúmulo deste nutriente em plantas que apresentam um colmo mais lignificado na maturação, como a aveia-preta (BOER et al., 2007).

Para o Mg, verifica-se a mesma tendência observada para o Ca, com liberação gradativa para palhada de aveia-preta ($t_{1/2}$ de 29 dias) e mais rápida para palhadas de tremoço ($t_{1/2}$ de 19 dias) e consórcio ($t_{1/2}$ de 22 dias). Aos 60 dias, observa-se que quase todo o Mg foi liberado (Figura 3E), chegando aos 76, 89 e 85 % da quantidade inicial, respectivamente, para as palhadas de aveia, tremoço e consórcio. Segundo Marschner (1995), 70% do Mg atua no vacúolo, sendo rapidamente liberada, uma vez que esta porção não faz parte de constituintes celulares. O restante do Mg (30%) é liberado posteriormente de forma gradual, pois faz parte de compostos estruturais das plantas.

Para o S, verifica-se maior acúmulo na palhada do consórcio, superando em 46,6 e 38,9 % a quantidade acumulada nas palhadas de aveia e tremoço solteiros, respectivamente. Quanto a liberação do S, nota-se comportamento semelhante ao observado para Ca e Mg (Figura 3F), com liberação gradativa para palhada de aveia e mais rápida para as palhadas de tremoço e consórcio, confirmado também pelos valores de $t_{1/2}$ (39, 24 e 29 dias). Ao final do estudo, as palhadas de aveia, tremoço e consórcio haviam ciclado, respectivamente, 88,4; 96,9 e 94,4 % do total acumulado, o que corresponde a 4,74; 6,63 e 7,73 kg ha⁻¹ de S.

De modo geral, a palhada do consórcio proporcionou maior produção de matéria seca, e acúmulo de nutrientes, com taxa de decomposição e liberação intermediárias às palhadas de aveia e tremoço solteiras, garantindo boa cobertura do solo e liberação sincronizada de nutrientes durante o crescimento e desenvolvimento da cultura do milho. Como observado por Perin et al. (2006), avaliando o decomposição e liberação de nitrogênio de palhadas de milheto, crotalária e consórcio, observou que o cultivo prévio de crotalária+milheto resultou em maior produtividade do milho que a crotalária e milheto solteiras, atribuindo esse resultado ao efeito da liberação de N mais sincronizada com o requerimento do milho.

4. CONCLUSÃO

O consórcio aveia-preta e tremoço-branco produziu maior quantidade de matéria seca. Os maiores acúmulos de macronutrientes, com exceção do enxofre, foram verificados na palhada de tremoço e do consórcio. As palhadas de tremoço

solteiro e do consórcio aveia/tremoço liberaram maior quantidade de todos os macronutrientes aos 120 dias após a roçada. A palhada de tremoço apresentou maior velocidade de liberação de nutrientes e menor persistência. O potássio e o magnésio foram os macronutrientes mais rapidamente liberados dos resíduos das plantas de cobertura em relação aos demais macronutrientes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 601-612, 2003.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 857-865, 2000.

BALDANZI, G.; BAIER, X. C.; FLOSS, E. L.; MANARA, W.; MANRA, N. T. F.; VEIGA, P.; TARRAGÓ, M. F. S. **As lavouras de inverno 2: cevada, tremoço, linho, lentilha, Coleção do agricultor Sul**. Rio de Janeiro: Ed. Globo, 1988. v.2, 184 p. (Coleção do Agricultor Sul; Publicações Globo Rural)

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007.

BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia-preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 449-457, 2000.

CALEGARI, A. Rotação de culturas e plantas de cobertura como sustentáculo do sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO,

Londrina, 2001. **Anais...** Londrina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2001. 241 p.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Org.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; HERBES, M.G.; POLETTO, N.; SILVEIRA, M.J. da. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p.49-54, 2002.

CRUSCIOL, C. A. C.; MORO, E.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia-preta em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 481-489, 2008.

DONEDA, A.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; MIOLA, E. C. C.; GIACOMINI, D. A.; SCHIRMANN, J.; GONZATTO, R. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, p. 1714-1723, 2012.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I. C.; HÜBNER, A.P.; MARQUES, M. G.; CADORE, F. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. II - Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 751-762, 2004.

HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C.; FANCELLI, A. L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C:N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 331-340, 2001.

KHATOUNIAN, C. A. O manejo da fertilidade em sistemas de produção. In: CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. (Org.). **Uso e manejo dos solos de baixa aptidão agrícola**. Londrina: IAPAR, 1999. p. 179-221. (Circular, 108)

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 1, p. 21-28, 2006.

LÁZARO, R. D. L.; COSTA, A. C. T. DA; SILVA, K. de. F. DA; SARTO, M. V. M.; DUARTE JÚNIOR, J. B. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 10-17, 2013.

LEITÃO FILHO, H. F. **Observações sobre alguns gêneros de leguminosa – Papilionoideae**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2009. 67 p. (Série Pesquisa APTA. Boletim científico, 15).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MOORE, A. M., Temperature and moisture dependence of decomposition rates of hardwood and coniferous leaf litter. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 18, n. 4, p. 427-435, 1986.

MOREIRA, L. M.; FONSECA, D. M.; VÍTOR, C. M. T.; ASSIS, A. J.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; OBEID, J. A. Renovação de pastagem degradada de capim-gordura com a introdução de forrageiras tropicais adubadas com nitrogênio ou em consórcios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 442-453, 2005.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; PENATTI, C. P.; PICCOLLO, M. C. Decomposição de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2359-2362, 1999.

OLIVEIRA, I. P. de., COSTA, K. A. de. P., FAQUIN, V., MACIEL, G. A., NEVES, B. P. de., MACHADO, E. L. Efeitos de fontes de cálcio no desenvolvimento de gramíneas solteiras e consorciadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 592-598, 2009.

PAULETTI, M. W. **A importância da palhada e da atividade biológica na fertilidade do solo**. In: Curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo em plantio direto. 1999. Cruz Alta. Palestras... Passo Fundo: Aldeia Norte. 1999. p. 56-66.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S. S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S. S.; CECON, P. R.; GUERRA, J. G. M.; FREITAS, G. B. de. Sunnhemp and millet as green manure for tropical maize production. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 5, p. 453-459, 2006.

REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, R. B.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K. E.; BODDEY, R. M. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic Forest region of South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 54, p. 99-112. 1999.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palhada de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 355-362, 2003.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2010.

SOUZA, J. L.; GUIMARÃES, G. P. Rendimento de massa de adubos verdes e o impacto na fertilidade do solo em sucessão de cultivos orgânicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1796-1805, 2013.

SORATO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Cátions hidrossolúveis na parte aérea de culturas anuais mediante aplicação de calcário e gesso na superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 81-90, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J. de.; ANDRADE, M. J. B. de.; SILVA, C. A.; PEREIRA, J. M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho+crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 647-653, 2009.

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 867-876, 2011.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 23, n. 10, p. 1351-1361, 1993.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In. LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F. CARLOS, J. A. D. (Org.) **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 59-168.

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. **Leguminosas graníferas**. Viçosa: Ed UFV, 2001. 206 p.

VIOLA, R.; BENIN, G.; CASSOL, L. C.; PINNOW, C.; FLORES, M. F.; BORNHOFEN, E. Adubação verde e nitrogenada na cultura do trigo em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 1, p. 90-100, 2013.

II. CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MILHO-VERDE SOBRE DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO ORGÂNICO

RESUMO - O cultivo de diferentes espécies de plantas de cobertura possibilita a melhoria e a conservação do solo e da matéria orgânica, além de promover consideráveis aumentos de rendimento nas culturas subsequentes, com significativos ganhos econômicos. Objetivou-se avaliar o crescimento e produtividade de milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico. O trabalho foi desenvolvido no município de Domingos Martins, ES, Brasil, (20° 22' 16.91"S e 41° 03' 41.83"O) sendo disposto em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições e cinco sistemas de produção, constituídos por três coberturas de solo no sistema plantio direto (SPD) orgânico, com palha de aveia-preta; com palha de tremoço-branco; com palha do consórcio aveia/tremoço e dois sistemas sem palhada e com revolvimento do solo, um orgânico e outro convencional. Foi utilizado o híbrido duplo de milho AG 1051, no espaçamento de 1,00 x 0,20 m. Foram realizadas avaliações de diâmetro do colmo, altura de planta e altura de inserção de espiga, nos estádios V5, V10 e R3, número total de espigas comerciais, produtividade total de espigas com palha e sem palha, peso médio de espigas com palha e sem palha, produtividade, peso médio e percentual de espigas comerciais, comprimento e diâmetro de espigas comerciais sem palha. O sistema plantio direto orgânico sobre a palha de tremoço-branco em solteiro e em consórcio com aveia-preta, proporcionou maior crescimento das plantas de milho nos estádios iniciais da cultura. O uso de tremoço-branco solteiro ou em consórcio com aveia-preta apresentaram-se como boa opção para formação de palha no SPD orgânico, garantindo crescimento e produtividade satisfatórios para a cultura do milho-verde. A imobilização do nitrogênio com o uso da palha de aveia-preta no sistema plantio direto orgânico limitou o crescimento e o potencial produtivo do milho-verde.

Palavras-Chaves: *Zea mays*, *Avena strigosa* Schreb, *Lupinus albus* L., plantas de cobertura.

II. GROWTH AND PRODUCTIVITY OF GREEN CORN ON DIFFERENT SOIL COVERS IN AN ORGANIC NO-TILLAGE SYSTEM

ABSTRACT - The cultivation of different species of cover crops enables the improvement and conservation of soil and organic matter, in addition to promoting significant yield increases in subsequent crops, with significant economic gains. The objective of this study was to evaluate the growth and productivity of green corn on different soil cover in an organic no-tillage system. The work was developed in the municipality of Domingos Martins, ES, Brazil (20° 22' 16.91"S e 41° 03' 41.83"W) and it was used a randomized block design, with six repetitions and five treatments, consisting by three soil cover in an organic no-tillage system (SPD), with black oats straw; with white lupine straw; with straw of intercropping oat/lupine and two systems without straw and with soil revolved, an organic and other conventional. The double hybrid corn AG 1051 was used at a spacing of 1.00 x 0.20 m. It were realized evaluations of culm diameter, plant height and height of insertion of the corn ears, at stages V5, V10 and R3, total number of marketable ears, the total productivity of ears with straw and without straw, average weight of corn ears with straw and without straw, productivity, average weight and percentage of marketable ears, length and diameter of marketable ears without straw. The organic no-tillage system on the white lupine straw in single and intercropped with black oat provided greater growth of corn plants at the early stages of culture. The use of white lupine single or intercropped with black oat presented as good option for straw training in an organic no-tillage system, ensuring satisfactories growth and productivity for the green corn crop. The immobilization of nitrogen with the use of black oat straw in an organic no-tillage system limited the growth and yield potential of green corn.

Key-words: *Zea mays*, *Avena strigosa* Schreb, *Lupinus albus* L., cover crops.

1. INTRODUÇÃO

As espigas de milho dentado colhidas no estágio verde são comercializadas em todo o Brasil para consumo de espigas cozidas, assadas ou para processamento como mingau, pamonha, sorvetes, bolos, etc. Em 2013 foram comercializadas cerca de 110 mil toneladas de espigas de milho dentado no Brasil, movimentando em torno de 89 milhões de reais. Este valor representa 6 % do volume total de hortaliças fruto comercializadas no país, classificando o milho-verde como a décima hortaliça mais produzida no país (PROHORT, 2014).

Quando produzidas organicamente, as espigas colhidas no estágio verde, podem atingir um valor de venda, em média, 30% maior em comparação ao valor de venda das espigas obtidas no sistema convencional, pois é cada vez maior a procura por alimentos orgânicos, que já estão disponíveis em supermercados, lojas de produtos naturais e feiras (ANTONIALI et al., 2012).

Entre as tecnologias utilizadas na cultura do milho ressalta-se o sistema de plantio direto (SPD), utilizado com objetivo principal de reduzir custos de produção, atrelada à necessidade da melhoria na qualidade dos solos e visando uma produção sustentável (ALBUQUERQUE et al., 2013). Este sistema de manejo conservacionista do solo caracteriza-se pela semeadura em solo minimamente revolvido, pela rotação de cultura e manutenção da palha na superfície do solo (PEREIRA et al., 2009b).

Entretanto, adotar a prática do plantio direto na palha sem o uso de herbicidas apresenta-se como grande desafio para a pesquisa em agricultura orgânica. Uma alternativa seria a implantação de rotação de culturas com grande produção de matéria vegetal para cobrir o solo, na forma de adubação verde com gramíneas e leguminosas (SOUZA; RESENDE, 2014).

De modo geral, os adubos verdes, ou as culturas de cobertura usadas para formar palhada para o SPD, desempenham papel fundamental na ciclagem de nutrientes, tanto daqueles adicionados por meio de fertilizantes minerais, e não aproveitados pelas culturas comerciais, quanto daqueles provenientes da mineralização da matéria orgânica do solo (TORRES et al. 2008). Além disto, o uso de plantas de cobertura sob semeadura direta melhora as propriedades físicas do solo,

tais como porosidade, densidade e resistência mecânica à penetração, como verificado numa sucessão de culturas (milho e soja) (ALVES; SUZUKI, 2004).

Dentre as espécies empregadas na produção de palha, as leguminosas destacam-se por fixarem N_2 atmosférico, apresentar baixa relação C/N em sua massa, que aliada à presença de compostos solúveis e a reduzida quantidade de lignina e polifenóis em seus tecidos (COBO et al., 2002) favorece a rápida decomposição e mineralização, com expressivo aporte de N ao sistema solo-planta, mas com redução da cobertura do solo, essencial para o SPD (FERREIRA et al. 2011, PARTELLI et al. 2011). Por outro lado, as gramíneas contribuem com quantidades relativamente elevadas de matéria seca, caracterizada pela alta relação C/N, o que pode aumentar a persistência da cobertura do solo, porém, com frequentes problemas em decorrência da imobilização de N (PERIN et al., 2004).

Com ênfase na dinâmica do N e manutenção da palha no SPD, Giacomini et al. (2004) argumentam que o ideal seria uma palha com relação C/N do resíduo vegetal intermediária (17,5 a 30), para ocorrer um equilíbrio entre a manutenção da cobertura do solo (dada pela persistência dos restos vegetais) e a disponibilização de N para as lavouras subsequentes. Segundo os autores, isso seria possível com o consórcio entre gramíneas e leguminosas.

Lázaro et al. (2013) trabalhando com diferentes plantas de cobertura de solo em cultivo solteiro e consorciado no SPD de milho, concluíram que o milho cultivado sobre palhada de aveia-preta + tremoço-branco foi o mais produtivo, obtendo $10.817 \text{ kg ha}^{-1}$. Esta resposta pode ser atribuída à melhor sincronia de liberação de N pela palhada e absorção pela cultura (SILVA et al., 2007). Desta forma, objetivou-se avaliar o crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Unidade de Referência em Agroecologia do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, localizada no município de Domingos Martins-ES ($20^\circ 22' 16.91''\text{S}$ e $41^\circ 03' 41.83''\text{O}$), a uma altitude de 950 m. Na Figura 1 são apresentados os dados de precipitação e temperatura durante a condução do experimento.

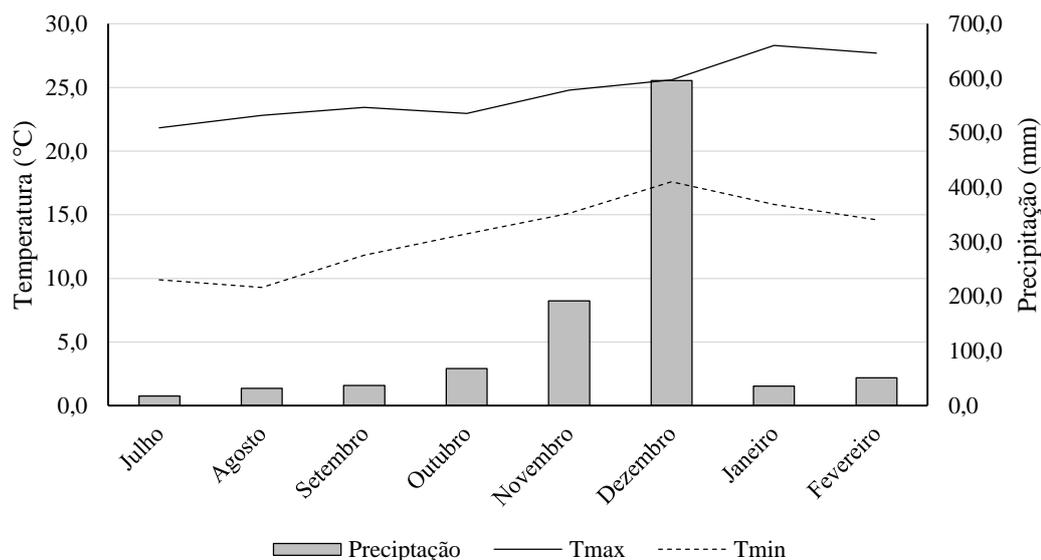


Figura 1. Precipitação (mm) e temperaturas máxima e mínima (°C) durante a realização do experimento, julho de 2013 a fevereiro de 2014.

Toda área da Unidade de Referência é cultivada sob manejo orgânico desde 1990, possuindo 2,5 ha, subdivididos em 15 talhões de solos, onde se realizam as experimentações. A presente pesquisa foi desenvolvida no talhão 05 em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argiloso (EMBRAPA, 1999). A área que encontra-se sob manejo em SPD desde 2009, sendo dividida em faixas isoladas fisicamente por placas de concreto enterradas a 0,40 m de profundidade, nas quais se realizaram anteriormente os cultivos sucessivos de repolho sobre plantas de cobertura de verão (crotalária, milho e consócio de ambas as espécies) e de berinjela sobre plantas de cobertura de inverno (tremoço-branco, aveia-preta e consócio de ambas as espécies).

O experimento foi realizado no período de julho de 2013 a fevereiro de 2014 e a caracterização química do solo antes da semeadura do milho, na profundidade 0-20 cm, está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios das características químicas na camada de 0-20 cm antes do cultivo do milho-verde

| Atributos | G | L | G + L | SO | SC |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| pH H ₂ O | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,8 | 6,5 |
| P (mg dm ⁻³) | 662,3 | 729,0 | 682,7 | 592,3 | 159,7 |
| K (mg dm ⁻³) | 216,2 | 197,2 | 147,8 | 150,7 | 200,3 |
| Ca (cmol _c dm ⁻³) | 5,8 | 6,0 | 5,6 | 6,8 | 4,0 |
| Mg (cmol _c dm ⁻³) | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 0,7 |
| Al (cmol _c dm ⁻³) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| H+Al (cmol _c dm ⁻³) | 2,2 | 2,0 | 2,2 | 2,0 | 2,8 |
| SB (cmol _c dm ⁻³) | 7,6 | 7,8 | 7,3 | 8,4 | 5,3 |
| t (cmol _c dm ⁻³) | 7,6 | 7,8 | 7,3 | 8,4 | 5,3 |
| T (cmol _c dm ⁻³) | 9,8 | 9,9 | 9,5 | 10,4 | 8,3 |
| V (%) | 77,2 | 79,5 | 76,5 | 81,0 | 64,5 |
| MO (dag kg ⁻¹) | 4,0 | 4,6 | 4,1 | 4,1 | 3,8 |
| Zn (mg dm ⁻³) | 23,2 | 38,2 | 41,3 | 26,0 | 13,2 |
| Fe (mg dm ⁻³) | 85,2 | 83,5 | 89,2 | 90,0 | 158,7 |
| Mn (mg dm ⁻³) | 36,8 | 41,5 | 35,2 | 41,3 | 42,2 |
| Cu (mg dm ⁻³) | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,4 | 3,5 |
| B (mg dm ⁻³) | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,2 |

SC – Sistema convencional sem palha; SO – Sistema orgânico sem palha; G – SPD orgânico com palha de gramínea; L – SPD orgânico com palha de leguminosa; G + L – SPD orgânico com palha de gramínea + leguminosa.

O experimento foi disposto em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições e cinco tratamentos, totalizando 30 parcelas experimentais com dimensões de 6,0 x 4,0 m, com área total de 24,0 m² e área útil de 16,0 m². Os tratamentos foram constituídos por três coberturas de solo no sistema plantio direto (SPD) orgânico (G – SPD orgânico com palha de gramínea; L – SPD orgânico com palha de leguminosa; G + L – SPD orgânico com palha de gramínea + leguminosa) e dois sistemas sem cobertura e com revolvimento do solo, sendo um orgânico e outro convencional (SO – sistema orgânico sem palha; SC – sistema convencional sem palha). Para os tratamentos com cobertura de solo foram utilizadas uma gramínea, (aveia-preta *Avena strigosa* Schreb), uma leguminosa (tremoço-branco *Lupinus albus* L.) e o consórcio com ambas as espécies.

As plantas de cobertura foram semeadas no dia 10/07/2013 espaçadas de 0,33 m entrelinhas em parcelas de quatro metros de largura e seis metros de comprimento, tanto nos cultivos solteiros quanto no consórcio. A densidade de sementes nos sistemas solteiros foi de: 144 gramas por parcela para a aveia-preta (60 kg ha⁻¹) e 204 gramas

por parcela para o tremço (85 kg ha⁻¹). Nos consórcios, as densidades de semeadura e os gastos de sementes foram reduzidos pela metade, devido aos plantios serem realizados em linhas alternadas. Foram realizadas irrigações e capinas nas entrelinhas das plantas de cobertura conforme a necessidade.

Aos 98 dias após a semeadura das plantas de cobertura, foi realizada a roçada das mesmas com roçadora costal motorizada. Em seguida procedeu-se à adubação orgânica, com a aplicação de composto orgânico (Tabela 2) na dose de 1,5 kg m⁻¹ (matéria seca) distribuído uniformemente, a lanço, sobre todas as parcelas experimentais sob manejo orgânico, precedendo a semeadura do milho. Não houve emprego da adubação suplementar em cobertura para as parcelas sob cultivo orgânico, visando compreender o efeito do N das palhadas.

Nas parcelas com cultivo convencional sem cobertura do solo, a adubação de plantio para o milho foi realizada com 800 kg ha⁻¹ do formulado 04-14-08. Aos 35 dias após a emergência do milho foi feita uma adubação de cobertura com 100 kg ha⁻¹ de N com a aplicação de sulfato de amônio a lanço nas parcelas.

Tabela 2: Composição do composto orgânico usado nas adubações. INCAPER, Domingos Martins-ES, 2014.

| Produto | M.O (dag kg ⁻¹) | C/N | pH | Macronutrientes (dag kg ⁻¹) | | | | | Micronutrientes (mg kg ⁻¹) | | | | |
|----------|--------------------------------|------|-----|---|-----|-----|-----|-----|--|-----|--------|-----|----|
| | | | | N | P | K | Ca | Mg | Cu | Zn | Fe | Mn | B |
| Composto | 33 | 13/1 | 7,8 | 1,5 | 0,7 | 1,7 | 1,8 | 0,3 | 92 | 100 | 15.100 | 281 | 32 |

O híbrido AG 1051, com aptidão para consumo na forma de milho-verde, foi semeado no dia 18/10/2013 com auxílio de semeadora manual apropriada para o SPD da marca comercial Fitarelli[®], adotando-se o espaçamento de 1,00 m entrelinhas e 0,20 m entre plantas, com densidade de três sementes por cova. Posteriormente foi desbastado para uma planta por cova, estabelecendo uma população de 50.000 plantas ha⁻¹.

Aos 25 e 45 dias após a emergência foram realizadas capinas nas entrelinhas do milho nas parcelas sob sistema orgânico e convencional e irrigações conforme a necessidade. Aos 25, 45 e 95 dias da emergência das plantas de milho, respectivamente, nos estádios de cinco folhas (V5), dez folhas (V10) e grãos leitosos (R3), foram realizadas em quatorze plantas identificadas aleatoriamente na área útil da parcela, as seguintes avaliações: diâmetro do colmo e altura de planta até a inserção da quinta, da décima e da última folha (folha bandeira) e mensuração da altura de inserção de espiga.

No estádio R3, as espigas foram colhidas e avaliadas quanto ao número total e comercial de espigas por ha, produtividade total de espigas com palha e sem palha (kg ha^{-1}), peso médio de espigas com palha e sem palha (g), produtividade de espigas comerciais sem palha (kg ha^{-1}), peso médio de espigas comerciais sem palha (g), percentual de produtividade de espigas comerciais, comprimento e diâmetro médios de espigas comerciais sem palha.

Foram consideradas espigas comerciais sem palha, aquelas com comprimento superior a 15,0 cm, conforme Moreira et al. (2010) e com diâmetro médio superior a 4,0 cm, granadas e isentas de injúrias causadas por insetos-praga e doenças.

Os dados de percentual de produtividade de espigas comerciais foram transformados pela função $y = \arcsen[\sqrt{(x/100)}]$, sendo submetidos junto as demais características avaliadas, à análise de variância e teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de matéria seca das coberturas de aveia-preta, tremoço-branco e o consórcio com ambas as espécies foram respectivamente, 5.695, 6.280 e 7.133 kg ha^{-1} . Estes valores apresentam-se próximos aos 6.000 kg ha^{-1} propostos por Alvarenga et al. (2001), que consideram esta quantidade suficiente para se obter boa cobertura do solo e, conseqüentemente a manutenção do plantio direto.

Crescimento do milho

As características agronômicas altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo do milho-verde apresentaram diferença significativa entre os tratamentos em todos os estádios avaliados. No estádio V5 (Tabela 3) observa-se que o grupo formado pelos tratamentos SPD orgânico sobre a palha de tremoço-branco em monocultivo e consorciado com aveia-preta difere do grupo formado pelos tratamentos SPD orgânico sobre palha de aveia-preta, sistema orgânico e sistema convencional, apresentando maiores valores de altura de planta e diâmetro do colmo.

Este resultado pode estar relacionado a taxa de decomposição da palhada, visto que, o uso de leguminosas como plantas de cobertura, propiciam um aporte de N atmosférico ao sistema, via fixação simbiótica (CRUZ et al., 2008; PEREIRA et al., 2009a), reduzindo a relação C/N da palhada, elevando a taxa de decomposição desta

e, conseqüentemente, proporcionando liberaçãõ mais rápida de nutrientes, com destaque para o N (FERREIRA et al., 2011, PARTELLI et al., 2011). Além disso, o uso plantas de cobertura consorciadas (gramíneas e leguminosas) promovem melhor sincronia entre a liberaçãõ de N e absorçãõ pelas plantas de milho (PERIN et al. 2006), favorecendo o crescimento destas. Fontanétti et al. (2007) e Santos et al. (2010), obtiveram maior altura de plantas, em decorrência do uso de leguminosas antecedendo a cultura do milho, alegando que isso pode ter ocorrido devido à maior exigência do milho por N, nos primeiros estádios de seu desenvolvimento. Dessa forma, a rápida decomposiçãõ das leguminosas (baixa relaçãõ C/N) pode ter influenciado nessa disponibilidade. Silva et al. (2006), compararam culturas antecessoras e doses de N e observaram maior altura de planta quando o milho foi semeado após a ervilhaca peluda (leguminosa) e menor após aveia-preta (gramínea), comprovando o benefício do uso de leguminosas como plantas de cobertura.

Tabela 3 - Médias das características altura de planta, diâmetro do colmo e altura de espiga nos estádios V5, V10 e R3 do milho. INCAPER, Domingos Martins-ES, 2014

| Tratamento | Altura de planta (cm) | | | Diâmetro (cm) | | | Altura de espiga (cm) |
|---------------|-----------------------|---------|----------|---------------|--------|--------|-----------------------|
| | V5 | V10 | R3 | V5 | V10 | R3 | |
| SC | 14,54 b | 46,85 c | 261,51 b | 2,05 b | 2,93 c | 2,58 c | 163,88 b |
| SO | 16,92 b | 63,08 a | 273,11 a | 2,14 b | 3,54 b | 3,17 b | 168,66 a |
| G | 15,77 b | 53,65 b | 259,31 b | 2,07 b | 3,44 b | 3,14 b | 159,57 b |
| L | 19,20 a | 67,75 a | 276,36 a | 2,46 a | 3,74 a | 3,34 a | 169,98 a |
| G + L | 19,33 a | 62,94 a | 258,87 b | 2,36 a | 3,71 a | 3,33 a | 159,35 b |
| Média | 17,15 | 58,85 | 265,83 | 2,22 | 3,47 | 3,11 | 164,28 |
| CV (%) | 6,82 | 7,35 | 2,93 | 6,17 | 5,23 | 3,6 | 3,53 |

¹Médias seguidas de uma mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. SC – Sistema convencional sem palha; SO – Sistema orgânico sem palha; G – SPD orgânico com palha de gramínea; L – SPD orgânico com palha de leguminosa; G + L – SPD orgânico com palha de gramínea + leguminosa.

No estádio V10 do desenvolvimento do milho, observa-se a formaçãõ de três grupos distintos, tanto para a característica altura de planta, quanto para diâmetro do colmo (Tabela 3). Para altura de planta, o grupo formado pelos tratamentos sistema orgânico, SPD orgânico sobre palha de tremoço e do consórcio tremoço/aveia apresentaram valores superiores aos tratamentos SPD orgânico sobre palha de aveia-preta e sistema convencional.

Este resultado pode estar relacionado a imobilizaçãõ do N pelos microrganismos para decompor a palha de aveia-preta, devido sua relaçãõ C/N (30/1) apresentar-se superior à das palhas de tremoço (18/1) e do consórcio (21/1). Segundo

Lobo et al. (2012), para que ocorra a mineralização do N a relação C/N tem que estar abaixo de 20/1, entre 20 a 30 a mineralização e a imobilização estarão em equilíbrio e acima de 30 ocorrerá a imobilização do N, ou seja, os microrganismos irão utilizar o N do solo para que possam decompor a palhada.

Para o tratamento sistema convencional, as médias inferiores aos demais, observadas tanto para altura de planta, quanto para diâmetro do colmo no estágio V10 (Tabela 3) podem ser explicadas pela pouco N ofertado no plantio, via 04-14-08 (32 Kg ha⁻¹), que volatiliza rápido pelas fontes minerais. Além do fato da adubação de cobertura com N, na dose de 100 Kg ha⁻¹ ter sido feita aos 35 dias após a emergência do milho. Nesta ocasião as plantas de milho encontravam-se no estágio de desenvolvimento V10, ou seja, mesma época em que foram avaliadas.

Para diâmetro do colmo no estágio V10 nota-se que o grupo formado pelos tratamentos SPD orgânico sobre palha de tremoço em monocultivo e consorciado com aveia-preta apresentaram valores superiores aos demais grupos, fato atribuído ao uso de uma leguminosa na palhada.

De acordo com Silva et al. (2006), para o mesmo material genético, e mesmas condições climáticas, a altura da planta do milho é um parâmetro que expressa o desenvolvimento da cultura e que tem correlação positiva com a produtividade. Ou seja, plantas maiores tendem a ser mais produtivas, provavelmente porque acumulam maiores quantidades de reservas no colmo. Portanto, a altura de plantas, associada ao diâmetro do colmo mostram-se como aspectos importantes para o rendimento da cultura.

Segundo Andreotti et al. (2001), maior diâmetro de colmo das plantas de milho a partir do estágio V6 pode ser correlacionado com maior espaço físico para o acúmulo de nutrientes absorvidos e fotoassimilados produzidos durante a fase vegetativa, que serão utilizados na fase reprodutiva para o enchimento dos grãos, além de propiciar plantas resistentes ao acamamento e ao quebraamento.

Além disso, plantas de milho com maior estatura terão vantagens competitivas sobre as plantas daninhas, pois proporcionarão o sombreamento destas, reduzindo a sua taxa de crescimento. Consequentemente diminuindo a competição por água, luz e

nutrientes, que implicará em menos roçadas, reduzindo os custos de produção do sistema (FREITAS et al., 2008).

No estágio R3, observam-se resultados semelhantes para as características altura de planta e altura de inserção de espiga, apresentando valores superiores para o grupo formado pelos tratamentos sistema orgânico e SPD orgânico sobre palha de tremoço-branco (Tabela 3). Este resultado pode estar relacionado ao uso de leguminosa como palhada no SPD orgânico, que, devido as suas características de baixa relação C/N, elevada concentração de compostos solúveis e baixos conteúdos de ligninas e polifenóis, pode favorecer a rápida decomposição microbiológica da palhada (COBO et al., 2002), proporcionando a liberação quase total do N, durante os 95 dias após o manejo (estádio R3 do milho).

No caso do sistema orgânico, dado a sua característica de manejo, com o revolvimento do solo, pode ter elevado a taxa de mineralização da matéria orgânica do solo (MOS), com consequente liberação de N, que provavelmente favoreceu o crescimento do milho. Segundo Bayer et al. (2000), a taxa de decomposição da MOS em sistema de preparo convencional aumenta, em praticamente o dobro, em comparação ao sistema plantio direto.

Já para o diâmetro do colmo, observa-se que os maiores valores foram obtidos nas plantas de milho cultivadas no SPD orgânico sobre palhada de tremoço-branco e consórcio tremoço-branco/aveia-preta, superando o grupo dos tratamentos SPD orgânico sobre palha de aveia e sistema orgânico, bem como o tratamento sistema convencional (Tabela 3).

Conte e Prezotto (2008) avaliando o efeito das plantas de cobertura mucuna-branca, feijão guandu, estilosantes e feijão-de-porco, utilizadas como adubos verdes, concluíram que o diâmetro do colmo é influenciado pela adubação verde e que o uso do feijão-de-porco proporcionou maior diâmetro do colmo.

O estágio R3, ou grãos leitosos, representa o início da transformação dos açúcares em amido, contribuindo, assim, para o incremento do teor de matéria seca. Tal incremento ocorre devido à translocação dos fotoassimilados presentes nas folhas e no colmo para a espiga e grãos em formação (SANGOI, et al., 2010). Dessa forma, nesta fase, plantas com maior estatura e diâmetro do colmo, tendem a apresentar maiores quantidades de reservas, favorecendo a produtividade (SILVA et al. 2006, ANDREOTTI et al., 2001).

Produtividade do milho

Para os componentes de produção, observa-se na Tabela 4 que o número total de espigas não diferiu entre os tratamentos, apresentando valores abaixo da população de plantas almejadas. As plantas de milho cultivadas no SPD orgânico sobre a palhada de aveia-preta apresentaram menores valores para as características número de espigas comerciais, produtividades de espigas totais e comerciais com palha e despalhadas e peso médio de espigas com palha e sem palha (Tabelas 4 e 5). Este comportamento pode ser atribuído à elevada razão C/N dos resíduos da aveia, que imobiliza boa parte do N do solo, pela ação dos microrganismos que atuam na decomposição de resíduos, reduzindo a disponibilidade de N no solo e, conseqüentemente, para o milho (SILVA et al. 2007).

Carvalho et al. (2004) trabalhando com o mesmo híbrido utilizado neste estudo, em sistema orgânico de produção, obtiveram média de produtividade de 10.000 Kg ha⁻¹ de espigas despalhadas, quando o milho foi cultivado sobre palhada de leguminosas, semelhante à média obtida no presente trabalho (11.230 Kg ha⁻¹), patamar este que se encontra dentro da média brasileira, que segundo Albuquerque et al. (2008) situa-se entre 9.000 e 15.000 Kg ha⁻¹ de espigas despalhadas.

Cabe aqui salientar, que apesar de apresentar menor produtividade de espigas, o tratamento com SPD sobre palha da gramínea, aveia-preta, pode trazer o benefício de suprimir o crescimento de plantas daninhas, dado a sua característica de elevada relação C/N (30/1), que propicia maior tempo de permanência sobre o solo (FAVARATO et al., 2014).

Tabela 4 - Médias das características NTE - número total de espigas ha⁻¹, NEC - Número de espigas comerciais ha⁻¹, PTECP - produtividade total de espigas com palha (kg ha⁻¹) e PMECP - peso médio de espiga com palha (g). INCAPER, Domingos Martins-ES, 2014

| Tratamento | NTE | NEC | PTECP (kg ha ⁻¹) | PMECP (g) |
|------------|----------|----------|---------------------------------|--------------|
| SC | 46.354 a | 36.979 a | 16.877 a | 364 a |
| SO | 48.437 a | 40.312 a | 18.317 a | 378 a |
| G | 43.958 a | 31.562 b | 14.879 b | 341 b |
| L | 48.854 a | 38.958 a | 17.770 a | 364 a |
| G + L | 45.416 a | 37.604 a | 16.650 a | 366 a |
| Média | 46.603 | 37.083 | 16.898 | 363 |
| CV (%) | 7,98 | 12,44 | 7,40 | 5,32 |

¹Médias seguidas de uma mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. SC – Sistema convencional sem palha; SO – Sistema orgânico sem palha; G – SPD orgânico com palha de gramínea; L – SPD orgânico com palha de leguminosa; G + L – SPD orgânico com palha de gramínea + leguminosa.

Tabela 5 - Médias das características PTED - produtividade total de espigas despalhadas (kg ha^{-1}), PECD - produtividade de espigas comerciais despalhadas (kg ha^{-1}), PMED - peso médio de espiga despalhadas (g) e PMECD peso médio de espigas comerciais despalhadas (g). INCAPER, Domingos Martins-ES, 2014

| Tratamento | PTED (kg ha^{-1}) | PECD (kg ha^{-1}) | PMED (g) | PMECD (g) |
|-------------------|--|--|---------------------|----------------------|
| SC | 10.946 a | 9.668 a | 236 a | 261 a |
| SO | 12.006 a | 10.914 a | 247 a | 270 a |
| G | 9.324 b | 7.703 b | 213 b | 247 a |
| L | 11.230 a | 9.863 a | 229 a | 254 a |
| G + L | 10.569 a | 9.438 a | 232 a | 251 a |
| Média | 10.815 | 9.517 | 231 | 257 |
| CV (%) | 8,29 | 10,88 | 6,10 | 7,97 |

¹Médias seguidas de uma mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. SC – Sistema convencional sem palha; SO – Sistema orgânico sem palha; G – SPD orgânico com palha de gramínea; L – SPD orgânico com palha de leguminosa; G + L – SPD orgânico com palha de gramínea + leguminosa.

Aita et al. (2001) e Heinrichs et al. (2001) observaram que, quando a aveia-preta é utilizada como planta de cobertura do solo, há redução na produtividade de grãos, em relação ao cultivo do milho após pousio, fato atribuído à diminuição na disponibilidade de N no solo, pela imobilização microbiana. Por este motivo, Silva et al. (2007) mencionam que o consórcio de aveia-preta com leguminosas, aumenta a disponibilidade de N no sistema e o tempo de permanência de resíduos na superfície do solo.

De acordo com Silva et al. (2007), sob baixa disponibilidade de N no solo, para a cultura do milho, as consorciações de uma gramínea com uma espécie da família das leguminosas, no inverno, de uma forma geral, aumentam o rendimento de grãos de milho, em relação à sucessão à aveia-preta em cultivo isolado, devido a sincronia entre a liberação de N pela palhada e absorção deste pelo milho (PERIN et al., 2006).

Silva et al. (2009), ao avaliarem o aproveitamento de N pelo milho, em razão da adubação verde com crotalária e milheto, concluíram que o aproveitamento do N da palha de crotalária pelo milho foi maior que o da palha de milheto. Os restos culturais representam importante reserva de nutrientes na superfície do solo, pois podem promover disponibilização lenta e gradual, conforme a interação entre fatores climáticos, principalmente precipitação pluvial e temperatura, atividade biológica do solo e características inerentes à planta de cobertura (OLIVEIRA et al. 2002). Mas, quando o N é liberado tardiamente, a produtividade da cultura em sucessão torna-se prejudicada (SANTOS et al. 2010).

Na Tabela 6 observa-se que o percentual de produtividade de espigas comerciais apresenta-se semelhante aos resultados de produtividade de espigas comerciais sem palha (Tabela 5), com o grupo formado pelos tratamentos sistema convencional, sistema orgânico e SPD orgânico sobre palha de tremoço-branco e do consórcio tremoço/aveia apresentando maiores valores, comparados ao tratamento SPD sobre palha de aveia-preta, sendo estes resultados influenciados pelo menor número de espigas classificadas como comerciais.

Para os valores de comprimento médio de espigas comerciais nota-se que as espigas colhidas no tratamento de SPD sobre palha de tremoço-branco apresentaram maior comprimento, diferindo do grupo formado pelos demais tratamentos. Já para o diâmetro médio de espigas comerciais não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6 – Médias das características percentual de produtividade de espigas comerciais, comprimento e diâmetro médios de espigas comerciais sem palha (cm). INCAPER, Domingos Martins-ES, 2014

| Tratamento | % produtividade de espigas comerciais | Comprimento (cm) | Diâmetro (cm) |
|-------------------|---------------------------------------|------------------|---------------|
| SC | 88,25 a | 20,76 b | 4,78 a |
| SO | 90,88 a | 20,78 b | 4,85 a |
| G | 82,53 b | 19,99 b | 4,78 a |
| L | 87,95 a | 21,96 a | 4,83 a |
| G + L | 89,31 a | 20,85 b | 4,79 a |
| Média | 87,78 | 20,86 | 4,80 |
| CV (%) | 4,80 | 3,10 | 1,77 |

¹Médias seguidas de uma mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. SC – Sistema convencional sem palha; SO – Sistema orgânico sem palha; G – SPD orgânico com palha de gramínea; L – SPD orgânico com palha de leguminosa; G + L – SPD orgânico com palha de gramínea + leguminosa.

Lourente et al. (2007) e Santos et al. (2010) constataram que a adubação verde influenciou de forma significativa o diâmetro e o comprimento de espigas. Ohland et al. (2005), ao estudarem a influência de culturas de cobertura do solo, verificaram que o milho semeado após a ervilhaca peluda proporcionou incrementos no diâmetro da espiga, diferindo significativamente da sucessão nabo forrageiro/milho. De acordo com Ohland et al. (2005), o comprimento e o diâmetro de espiga são características que determinam o potencial de produtividade da cultura do milho. O diâmetro de espiga está estreitamente relacionado com enchimento de grãos e número de fileiras de grãos por espiga, que também é influenciado pelo genótipo.

4. CONCLUSÕES

O sistema plantio direto orgânico do milho sobre a palha de tremoço-branco em monocultivo e em consórcio com aveia-preta, proporcionou maior crescimento das plantas nos estádios iniciais da cultura.

O uso de tremoço-branco solteiro ou em consórcio com aveia-preta apresentaram-se como boa opção para formação de palha no SPD orgânico, garantindo o crescimento e produtividade satisfatória para a cultura do milho-verde.

A imobilização do nitrogênio com o uso da palha de aveia-preta no sistema plantio direto orgânico limitou o crescimento das plantas e o potencial produtivo do milho-verde.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DAROS, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 157-165, 2001.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; SILVA, R. da. Produtividade de híbridos de milho-verde experimentais e comerciais. *Bioscience Journal*, v. 24, n. 2, p. 69-76, 2008.

ALBUQUERQUE, A. W. de.; SANTOS, J. R.; MOURA FILHO, G.; REIS, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 7, p. 721-726, 2013.

ALVARENGA, R. C.; LARA-CABEZAS, W. A.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

ALVES, M. C.; SUZUKI, L. E. A. S. Influência de diferentes sistemas de manejo do solo na recuperação de suas propriedades físicas. **Acta Scientiae**, Maringá, n. 1, v. 26, p. 27-34, 2004.

ANDREOTTI, M.; RODRIGUES, J. D.; CRUSCIOL, C. A. C.; SOUZA, E. C. A. de.; BÜLL, L. T. Crescimento do milho em função da saturação por bases e da adubação potássica. **Scientia Agrícola**, Botucatu, v. 58, n. 1, p. 145-150, 2001.

ANTONIALI, S.; SANTOS, N. C. B.; NACHILUK, K. Milho-verde orgânico: produção e pós-colheita. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 1-5, 2012.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T. J. C.; MARTIN-NETO, L.; FERNANDES, S. V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. **Soil and Till Research**, Amsterdam, v. 54, n.1, p. 101-109, 2000.

CARVALHO, M. A. C. de; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. de. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 47-53, 2004.

COBO, J. G.; BARRIOS, E.; KASS, D. C. L.; THOMAS, R. J. Decomposition and nutrient release by green manures in a tropical hillside agroecosystem. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.2 40, n. 2, p. 331-342, 2002.

CONTE, A. M. C.; PREZOTTO, A. Desempenho agrônômico do milho em sistema de adubação verde. **Agrarian**, Dourados, v. 1, n. 2, p. 35-44, 2008.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS J. R.; ALBUQUERQUE, A. W. Parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do milho irrigado em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 4, p. 370-375, 2008.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FAVARATO, L. F.; GALVÃO, J. C. C.; SOUZA, J. L.; GUARÇONI, R. C.; SOUZA, C. M.; CUNHA, D. N. Population density and weed infestation in organic no-tillage corn cropping system under different soil covers. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4 , p. 739-746, 2014.

FERREIRA, E. P. de B.; STONE, L. F.; PARTELLI, F. L.; DIDONET, A. D. Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 7, p. 695-701, 2011.

FONTANÉTTI, A.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. C. dos.; SANTOS, M. M. dos.; CHIOVATO, M. G.; ADRIANO, R. C.; OLIVEIRA, L. R. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o milho safrinha em sistema de plantio direto orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Viçosa, v. 2, n. 1, p. 1174-1177, 2007.

FREITAS, F. C. L.; SANTOS, M. V.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, M. A. M.; SILVA, M. G. O. Comportamento de cultivares de milho no consórcio com *Brachiaria brizantha* na presença e ausência de foramsulfuron + iodossulfuron-methyl para o manejo da forrageira. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 215-221, 2008.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; CHIAPINOTTO, I. C.; HUBNER, A. P.; MARQUES, M. G.; CADORE, F. Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em

plântio direto. II - Nitrogênio acumulado pelo milho e produtividade de grãos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, n. 4, p. 751-762, 2004.

HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C.; FANCELLI, A. L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C:N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 331-340, 2001.

LÁZARO, R. D. L.; COSTA, A. C. T. DA; SILVA, K. de. F. DA; SARTO, M. V. M.; DUARTE JÚNIOR, J. B. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 10-17, 2013.

LOURENTE, E. R. P.; ONTOCELLI, R.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E.; RODRIGUES, E. T. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 55-61, 2007.

MOREIRA, J. N.; SILVA, P. S. L.; SILVA, K. M. B.; DOMBROSKI, J. L. D.; RENATO S CASTRO, R. S. Effect of detasseling on baby corn, green ear and grain yield of two maize hybrids. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, out./dez. 2010.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F. de; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação no milho em plântio direto. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plântio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; FERREIRA, E. P. B.; VIANA, A. P.; ESPINDOLA, J. A.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Biologic dinitrogen fixation and nutrient cycling in cover crops and their effect on organic Conilon coffee. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 995-1006, 2011.

PEREIRA, R. G.; ALBUQUERQUE, A. W; CUNHA, J. L. X.; PAES, R. A. Atributos químicos do solo influenciados por sistemas de manejo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 78-84, 2009a.

PEREIRA, R. G.; ALBUQUERQUE, A. W.; MADALENA, J. A. S. Influência dos sistemas de manejo do solo sobre os componentes de produção do milho e *Brachiaria decumbens*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 64-71, 2009b.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 35-40, 2004.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Sunnhemp and millet as green manure for tropical maize production. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 5, p. 453-459, 2006.

PROHORT. **Programa brasileiro de modernização do mercado hortigranjeiro**. Disponível em < <http://dw.prohort.conab.gov.br/pentaho/Prohort>>. Acesso em 20 de out. 2014.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2010.

SANTOS, P. A.; SILVA, A. F.; CARVALHO, M. A. C.; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 2, p. 123-134, 2010.

SILVA, D. A.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 75-88, 2006.

SILVA A. A., P. R. F.; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L.; RAMBO, L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 37, n. 4, p. 928-935, 2007.

SILVA, E. D.; MURAOKA, T.; VILLANUEVA, F. C. A.; ESPINAL, F. S. C. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 118-127, 2009.

SOUZA, J. L.; REZENDE, P. **Manual de. Horticultura Orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 564p.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 3, n. 3, p. 421-428, 2008.

III. ATRIBUTOS QUALITATIVOS E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ESPIGAS DE MILHO-VERDE CULTIVADO SOBRE DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO ORGÂNICO

RESUMO - Os atributos qualitativos e a conservação pós-colheita do milho-verde variam de acordo com o tipo de semente, de solo, do fertilizante utilizado, das condições climáticas e do estágio de maturação. Objetivou-se avaliar os atributos qualitativos, conservação pós-colheita e o tempo de prateleira de espigas de milho-verde cultivado sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico. O trabalho foi disposto em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições e cinco sistemas de produção, constituídos por três coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico, palha de aveia-preta, tremoço-branco e consórcio aveia/tremoço e dois sistemas sem palhada, sendo um orgânico e outro convencional. Foi utilizado o híbrido duplo de milho AG 1051 no espaçamento de 1,00 x 0,20 m. Foram realizadas avaliações de percentual relativo de grãos, palha e sabugo, pH, acidez titulável total, sólidos solúveis totais, umidade dos grãos e tempo de prateleira. O cultivo do milho-verde nos diferentes sistemas de produção não influenciou os atributos qualitativos acidez titulável total, sólidos solúveis totais, pH e umidade e a conservação pós-colheita das espigas. As espigas embaladas em bandeja de poliestireno expandido com filme de PVC apresentaram-se aptas a comercialização até o quinto dia de armazenamento em condições ambiente.

Palavras-Chaves: Zea mays, tempo de prateleira, perda de peso.

III. QUALITATIVE ATTRIBUTES AND POST-HARVEST CONSERVATION OF GREEN CORN EARS CULTIVATED UNDER DIFFERENT SOIL COVER IN AN ORGANIC NO-TILLAGE SYSTEM

ABSTRACT - The qualitative attributes and post-harvest conservation of the corn varies according to the type of seed, soil, fertilizer used, of weather conditions and of maturation stage. The objective of this study was to evaluate the qualitative attributes, post-harvest conservation and shelf life of green corn ears cultivated under different soil cover in an organic no-tillage system. The work was arranged in a randomized complete block design with six replications of five treatments, consisting by three soil cover in an organic no-tillage system, black oat straw, white lupine and intercropping oat/lupine and two systems without straw, being an organic and other conventional. The double hybrid corn AG 1051 was used in spacing of 1.00 x 0.20 m. The evaluations of relative percentage on grain, straw and cob, pH, titratable acidity, soluble solids, grain moisture and shelf life were performed. The cultivation of the green corn in different production systems did not affect the qualitative attributes, titratable acidity, soluble solids, pH, moisture, and post-harvest conservation of corn ears. The packed corn ears in polystyrene trays with PVC film presented able to trade up until the fifth day of storage at ambient conditions.

Key words: *Zea mays*, shelf life, weight loss.

1. INTRODUÇÃO

O milho é o terceiro cereal mais consumido no mundo, sendo considerado uma importante fonte de carboidratos, assim constituindo um alimento energético. Também é fonte de óleo e fibras e fornece pequenas quantidades de vitaminas B1, B2 e E. Além do milho-verde comum, existem variedades de milho doce, que por possuírem distinta composição de açúcares nos grãos, apresentam sabor mais adocicado e textura mais apropriada para a produção de milho como hortaliça (MATOS et al., 2007).

O cultivo de milho destinado à produção de milho-verde vem aumentando de forma significativa, em função de sua lucratividade, visto que, na forma de grãos verdes, o valor de comercialização é maior, quando comparado com o milho na forma de grãos secos. Além disso, a sua produção contribui para a geração de empregos em pequenas e médias propriedades, particularmente na época da colheita, que é realizada de forma manual (CRUZ et al., 2006). Outro fator que contribui para o crescimento da produção de milho-verde é a maior diversificação de uso desse produto pelo mercado, podendo ser comercializado para consumo nas mais diversas formas, desde os grãos in natura, cozidos ou como ingrediente na fabricação de diversos produtos da culinária brasileira (MATOS et al., 2007). Por esses motivos o milho-verde é comercializado em todo o Brasil.

O milho-verde é altamente perecível, podendo perder em poucas horas, além de nutrientes, atributos como aparência e frescor. Por ser colhido antes do ponto de maturação, fisiologicamente seus órgãos contém tecidos em pleno processo de crescimento, que não estão totalmente desenvolvidos (KAYS, 1991). A atividade metabólica em produtos nestas condições é alta, acelerando grande parte das alterações fisiológicas e bioquímicas. A consequência é a deterioração, a senescência e a morte do tecido, decorrente, sobretudo, em função da intensa perda de água (FINGER; VIEIRA, 1997).

Os atributos qualitativos e a conservação pós-colheita do milho-verde, estão atrelados, sobretudo, a sua composição química, que varia de acordo com: o tipo de semente, o solo, a qualidade do fertilizante utilizado, as condições climáticas e o estágio de maturação (MARCOS et al., 1999).

Pinho et al. (2008) avaliando os atributos qualitativos do milho-verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional observou valores médios de pH

mais altos e menor acidez titulável em grãos verdes cultivado no sistema, caracterizando-o como alimento com elevada perecibilidade.

No entanto, é reduzido o acervo de estudos que permitem a obtenção de conclusões claras sobre o impacto dos sistemas de produção na qualidade dos alimentos, uma vez que dificuldades de controle experimental na condução dos experimentos inviabilizam uma comparação válida das características dos produtos em cada sistema de produção. Portanto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os atributos qualitativos, conservação pós-colheita e o tempo de prateleira de espigas de milho-verde cultivado sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Unidade de Referência em Agroecologia do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, localizada no município de Domingos Martins-ES (20° 22' 16.91"S e 41° 03' 41.83"O), a uma altitude de 950 m. Na Figura 1 são apresentados os dados de precipitação e temperatura durante a condução do experimento.

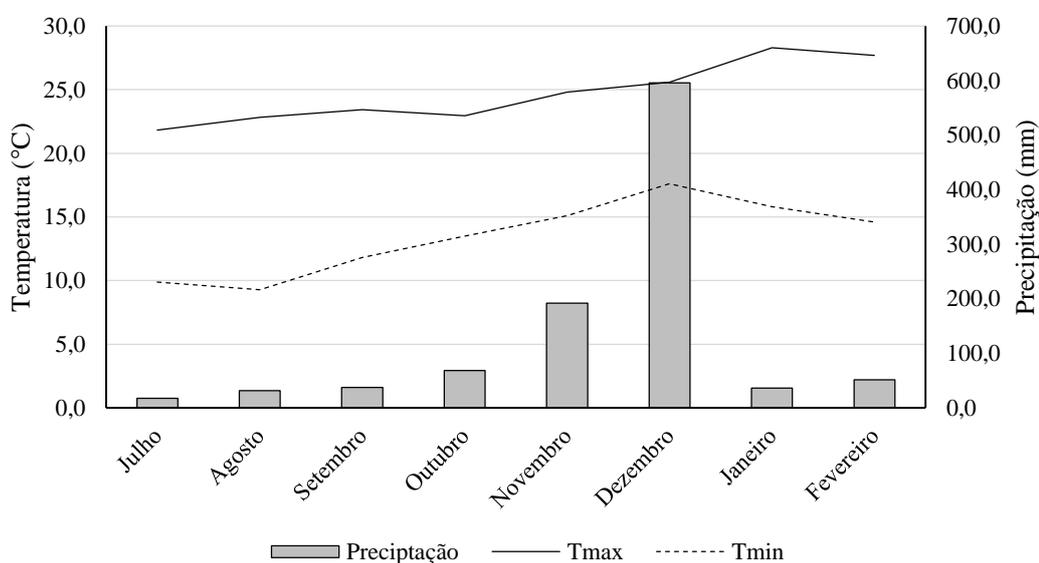


Figura 1. Precipitação (mm) e temperaturas máxima e mínima (°C) durante a realização do experimento, julho de 2013 a fevereiro de 2014.

O experimento foi disposto em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições e cinco sistemas de produção, totalizando 30 parcelas experimentais com dimensões de 6,0 x 4,0 m, com área total de 24 m² e área útil de 16 m². Os tratamentos foram constituídos por três coberturas de solo no sistema plantio direto (SPD) orgânico (G – SPD orgânico com palha de gramínea; L – SPD orgânico com palha de leguminosa; G + L – SPD orgânico com palha de gramínea + leguminosa) e dois sistemas sem cobertura e com revolvimento do solo, sendo um orgânico e um convencional (SO – sistema orgânico sem palha; SC – sistema convencional sem palha). Para os tratamentos com cobertura de solo foram utilizadas a aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), tremoço-branco (*Lupinus albus* L.) e o consórcio com ambas as espécies.

As plantas de cobertura foram semeadas no dia 10/07/2013, em linhas espaçadas de 0,33 m, com densidade de sementes nos sistemas solteiros de: 144 gramas por parcela para a aveia-preta (60 kg ha⁻¹) e 204 gramas por parcela para o tremoço (85 kg ha⁻¹). Nos consórcios, as densidades de semeadura e os gastos de sementes foram reduzidos pela metade, devido aos plantios serem realizados em linhas alternadas.

Aos 98 dias após a semeadura das plantas de cobertura, quando estas se apresentavam em pleno florescimento, foi realizada a roçada com roçadora costal motorizada, em seguida procedeu-se adubação orgânica, com a aplicação de composto orgânico na dose de 1,5 kg m⁻¹ (matéria seca) distribuído uniformemente, a lanço, sobre todas as parcelas experimentais sob manejo orgânico, precedendo a semeadura do milho. Não houve emprego da adubação suplementar em cobertura para as parcelas sob cultivo orgânico.

Nas parcelas com cultivo convencional sem cobertura do solo, a adubação de plantio para o milho foi realizada com 800 kg ha⁻¹ do formulado 04-14-08. Aos 35 dias após a emergência do milho foi feita uma adubação de cobertura com 100 kg ha⁻¹ de N com a aplicação de sulfato de amônio a lanço nas parcelas.

O híbrido AG 1051, com aptidão para consumo na forma de milho-verde, foi semeado com auxílio de semeadora manual, no mesmo dia em que realizou-se o manejo das plantas de cobertura, adotando-se o espaçamento de 1,00 m entrelinhas e 0,20 m entre plantas, com densidade de três sementes por cova. Posteriormente foi desbastado para uma planta por cova, estabelecendo uma população de 50.000 plantas

por hectare. A amostragem foi realizada com a colheita aleatória de dez espigas por parcela, respeitando o critério de homogeneidade do estágio de desenvolvimento do grão, leitoso, baseado nas exigências de mercado para milho-verde, com relação a espigas destinadas ao consumo humano.

A colheita foi realizada manualmente, nas primeiras horas da manhã, sendo as espigas transferidas com palha para o laboratório. Para a verificação das características agrônômicas das espigas, as amostras foram pesadas em balança analítica, para obtenção do peso das espigas com palha (PP) (g). Em seguida, todas as espigas de cada parcela foram despalhadas, lavadas sequencialmente em água corrente e água destilada, sendo, então, secadas em papel toalha e pesadas, para a obtenção do peso de espigas despalhadas (PD) (g). Os grãos foram retirados das espigas mediante corte com facas e pesados, para a obtenção do peso fresco de grãos (PG) (g). Foram, ainda, determinados os pesos do sabugo (PS) (g) e da palha (P) (g).

O percentual relativo de: grãos (PRG), palha (PRP) e sabugo (PRS) foram determinados utilizando as fórmulas:

$$\text{PRG} = 100 \times \text{PG} / \text{PP}$$

$$\text{PRP} = 100 \times \text{P} / \text{PP}$$

$$\text{PRS} = 100 \times \text{PS} / \text{PP}$$

Para a avaliação das propriedades físico-químicas, as amostras dos grãos de milho-verde foram quarteadas, homogeneizadas em liquidificador e, imediatamente, avaliadas quanto ao pH, determinado em pHmetro digital (Quimis[®], modelo Q-400HM portátil), à acidez titulável, determinação de sólidos solúveis totais e umidade dos grãos.

A acidez titulável foi obtida mediante titulação das amostras, compostas por 20 mL do extrato diluídos em 40 mL de água destilada, com solução NaOH 0,1 mol L⁻¹, até pH 8,1. O resultado foi expresso em % de ácido málico, assumindo ser o ácido orgânico em maior quantidade no milho.

Para determinação de sólidos solúveis totais, alíquotas de 1 mL de amostra foram centrifugadas em centrífuga Eppendorf[®] modelo Centrifuge 5417R durante 15 minutos a 13.000 rpm e 20°C, sendo o sobrenadante utilizado para leitura em refratômetro digital (Atago[®], modelo PAL-1), seguindo métodos recomendados pela Horwitz (2005). As análises foram conduzidas no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita do INCAPER em triplicata.

Para avaliação de tempo de prateleira, as espigas foram lavadas em água corrente, despalhadas e em seguida, foram sanitizadas em água com 20 ppm de cloro livre por 15 min. Após sanitização, três espigas de cada parcela foram acondicionadas em bandejas de isopor, seladas com filme PVC comercial e armazenadas em BOD na temperatura de 25 °C (simulando as condições ambiente) e umidade relativa de 50 %, para a determinação da perda de massa, as espigas foram pesadas, em balança de precisão, após a embalagem e aos 0, 3, 6 e 9 dias após o armazenamento, os resultados foram expressos em porcentagem de perda de matéria fresca, calculados por meio da seguinte fórmula:

$PPF = 100 - (PF \times 100/PI)$,
em que,

PPF = perda de peso fresco (%);

PF = peso da matéria fresca final (g);

PI = peso da matéria fresca inicial (g).

A análise estatística foi realizada de acordo com as recomendações de Pimentel-Gomes (1990). O estudo das variáveis observadas constou de análise de variância dos dados originais. As variáveis qualitativas foram comparadas por meio de teste de Tukey a 5% de significância, quando não houve efeito da época de amostragem. A variável quantitativa (tempo de armazenamento) foi estudada por meio de análise de regressão, com auxílio do software SigmaPlot 10.0, ajustando modelos matemáticos significativos a 5% de probabilidade pelo teste F.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observa-se que o cultivo do milho em diferentes sistemas de produção não influenciou as características pós-colheita das espigas. No entanto, o valor médio de pH (7,59), observado neste trabalho foi relativamente próximo àqueles relatados na literatura para milho-verde, classificado como um alimento pouco ácido e, por isso, favorável à multiplicação de microrganismos (LEME, 2007). Os valores de umidade dos grãos apresentaram-se elevados com média de 81,8 %. O milho-verde é considerado alimento altamente perecível, pelo seu elevado teor de água, o que torna seu período de comercialização bastante restrito (SILVA et al., 1997). Os maiores valores de pH e menores valores de acidez obtidos para o milho-verde produzido,

sugerem maior susceptibilidade desse produto a possíveis microrganismos deterioradores e patogênicos.

Tabela 1 - Médias das características acidez titulável total (% ácido málico), sólidos solúveis totais (°brix), pH e umidade de grãos (%) em espigas de milho-verde cultivado em diferentes sistemas de produção. INCAPER, Domingos Martins-ES, 2014

| Tratamento | Ácido málico (%) | °Brix | pH | Umidade (%) |
|---------------|------------------|--------|--------|-------------|
| SC | 0,064 a | 7,45 a | 7,65 a | 82 a |
| SO | 0,075 a | 7,75 a | 7,58 a | 80 a |
| G | 0,074 a | 7,90 a | 7,55 a | 79 a |
| L | 0,059 a | 7,63 a | 7,63 a | 85 a |
| G + L | 0,073 a | 7,73 a | 7,58 a | 83 a |
| Média | 0,069 | 7,69 | 7,59 | 81,8 |
| CV (%) | 19,49 | 4,81 | 1,17 | 2,76 |

¹Médias seguidas de uma mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SC – Sistema convencional sem palha; SO – Sistema orgânico sem palha; G – SPD orgânico com palha de gramínea; L – SPD orgânico com palha de leguminosa; G + L – SPD orgânico com palha de gramínea + leguminosa.

O valor médio de sólidos solúveis (7,69 °brix) observado para o milho-verde pode ser considerado baixo, quando comparado aos valores encontrados por Pinho et al. (2008), trabalhando com milho doce, obtendo 15,83 e 14,50 °brix, respectivamente para as cultivares SWB e VIVI. Estes mesmos autores observaram valores de 8,58 e 8,50 °brix, respectivamente, para as variedades de milho dentado AG 1051 e BR 106.

O teor de sólidos solúveis é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, uma vez que seu valor aumenta à medida que aqueles vão se acumulando no fruto. A sua mensuração não representa o teor exato dos açúcares, pois outras substâncias também se encontram dissolvidas, como ácidos orgânicos, vitaminas, compostos fenólicos, pectina, etc. (CHITARRA, 2002).

O valor de sólidos solúveis para o AG 1051 é uma característica das variedades de milho-verde de padrão amiláceo, e desejado pelo consumidor, visto que, estas espigas serão utilizadas para confecção de produtos como mingau, pamonha, dentre outras, que necessitam da presença do amido, que permitirá que o produto atinja uma consistência ideal no momento do preparo.

Na Tabela 2, observa-se que os percentuais relativos de grãos, palha e sabugo, não foram alterados com o cultivo do milho em diferentes sistemas de produção, apresentando valores médios de 31,34, 38,21 30,42 %, respectivamente, para percentual relativo de grãos, palha e sabugo. Pinho et al. (2008) trabalhando com diferentes cultivares de milho-verde e milho doce no cultivo orgânico e convencional,

obteve valores semelhantes para mesma variedade utilizada no presente trabalho, AG1051, com 31,95, 40,44 e 27,60 %, respectivamente, para percentual relativo de grãos, palha e sabugo.

O maior percentual relativo de palha, observado para o híbrido AG1051 confere o que seria uma característica adequada para utilização pelas pamonharias, visto que, necessitam de palha para confecção de pamonhas. Além disso, de acordo com Albuquerque (2008), as cultivares ideais para produção de milho-verde devem apresentar bom empalhamento, caracterizado pela integridade e rendimento da palha, o que favorece a manutenção da umidade dos grãos e a melhor conservação das espigas.

Tabela 2 - Médias das características percentual relativo de grãos (PRG), percentual relativo de palha (PRP) e percentual relativo de sabugo (PRS) de espigas de milho-verde cultivado em diferentes sistemas de plantio. INCAPER, Domingos Martins-ES, 2014.

| Tratamento | PRG % | PRP % | PRS % |
|---------------|---------|---------|---------|
| SC | 34,23 a | 36,00 a | 29,75 a |
| SO | 31,39 a | 37,39 a | 31,20 a |
| G | 31,34 a | 38,02 a | 30,62 a |
| L | 30,22 a | 40,24 a | 29,52 a |
| G + L | 29,55 a | 39,43 a | 31,00 a |
| Média | 31,34 | 38,21 | 30,42 |
| CV (%) | 7,27 | 4,08 | 6,83 |

¹Médias seguidas de uma mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. SC – Sistema convencional sem palha; SO – Sistema orgânico sem palha; G – SPD orgânico com palha de gramínea; L – SPD orgânico com palha de leguminosa; G + L – SPD orgânico com palha de gramínea + leguminosa.

Na Figura 2, observa-se que os valores de peso relativo das espigas de milho diminuíram linearmente com o tempo de armazenamento, no entanto, não houve diferença significativa entre os tratamentos nos diferentes tempos de armazenamentos avaliados (Tabela 3).

Tabela 3 - Quadro da análise de variância da característica perda de peso. Domingos Martins, INCAPER, 2014

| F. V. | G.L. | QM |
|----------------------|-------|----------------------|
| Bloco | 5 | 2,6795 |
| Tratamento | 4 | 0,6694 ^{ns} |
| Resíduo (a) | 20 | 1,5135 |
| Tempo | 3 | 501,96* |
| Tratamento x Tempo | 12 | 0,1438 ^{ns} |
| Resíduo (b) | 75 | 0,3168 |
| Média | 4,84 | |
| CV (%) da Subparcela | 11,63 | |

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

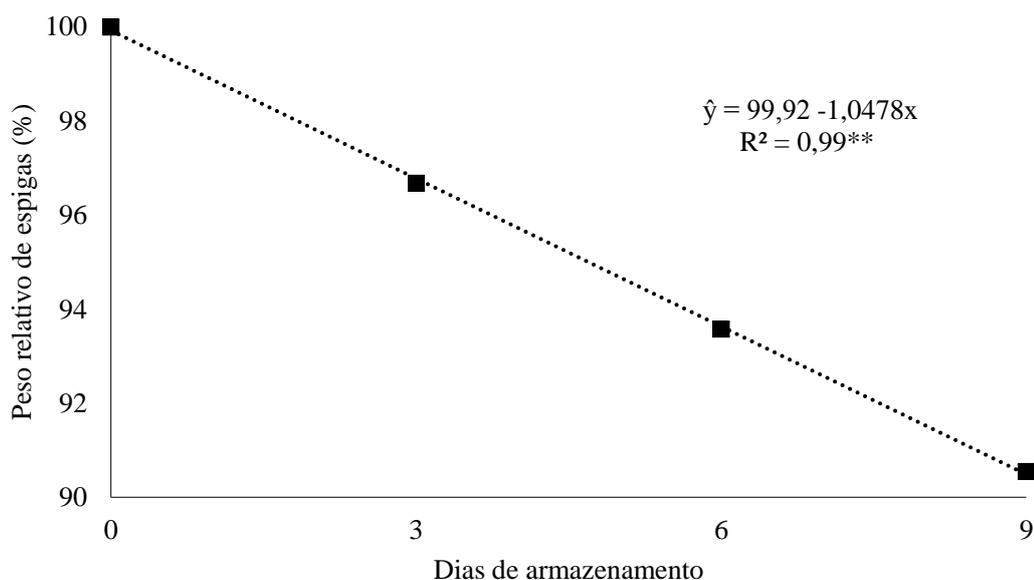


Figura 2. Peso relativo de espigas (%) de milho-verde armazenadas em embalagem com filme PVC, a 25 °C e 50% de umidade relativa, em função do tempo de armazenamento. * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%, pelo teste F.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o principal fator responsável pela perda de peso durante o armazenamento de frutas e hortaliças é a transpiração. Perdas na ordem de 3% a 6% são suficientes para causar um marcante declínio na qualidade, porém, alguns produtos são ainda comercializáveis com perdas de umidade de até 10%. No caso do milho-verde, Kays (1991) considera 7% como perda de peso máxima admitida.

No presente trabalho, observa-se perda de peso de 7%, obtido quando as espigas de milho estavam com seis dias de armazenamento. Henz et al. (1996) avaliaram a utilização de filmes plásticos na conservação pós-colheita de milho-verde e concluíram que a embalagem com filme PVC foi eficiente em evitar perdas excessivas de matéria fresca nas espigas armazenadas a 8 °C e 24 °C, mantendo também a aparência adequada.

No entanto, foi verificado a presença de odor desagradável através das embalagens de espigas de milho-verde a partir do quinto dia de armazenamento, corroborando com os resultados observados por Santos et al. (2010), que sob temperatura ambiente (27 °C), observaram que os híbridos XB 7116 e AG 1051 apresentaram, no quarto dia de armazenamento, forte presença de odor fermentado, desclassificando-os para comercialização.

O acondicionamento das espigas de milho-verde em bandejas de poliestireno expandido recobertas com película de PVC favorece a conservação do produto quando associada à refrigeração, porém o uso deste tipo de embalagem deve ser criterioso quando não for refrigerado, pois, assim como Braz et al. (2006), verificou-se nesta pesquisa que as espigas embaladas com a película de PVC mantidas em temperatura ambiente por quatro dias de armazenamento apresentaram-se com forte odor de fermentação.

Segundo Henz et al. (1996), o prazo de validade de três a cinco dias, observado nas espigas embaladas com PVC comercializadas no mercado, deve ser visto com reservas quando o produto não é refrigerado. Os dados obtidos no presente experimento confirmam a informação, uma vez que, nas espigas embaladas com a película de PVC mantidas em condições ambiente, observou-se fermentação (odor forte) a partir do quinto dia de avaliação.

4. CONCLUSÕES

O cultivo do milho-verde nos diferentes sistemas de produção não influenciou os atributos qualitativos acidez total titulável, sólidos solúveis totais, pH e umidade e a conservação pós-colheita das espigas de milho-verde.

As espigas embaladas em bandeja de poliestireno expandido com filme de PVC apresentam-se aptas a comercialização até o quinto dia de armazenamento em condições ambiente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. J. B., VON PINHO, R. G.; SILVA, R. Produtividade de híbridos de milho-verde experimentais e comerciais. **Journal of Bioscience**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 69-76, 2008.

BRAZ, R. F.; GALVÃO, J. C. C.; FINGER, F. L.; MIRANDA, G. V., PUIATTI, M, ALMEIDA, A. A. Perda de peso pós-colheita de espigas de milho-verde em função de diferentes formas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 139-144, 2006.

CHITARRA, A. B.; PRADO, M. E. T. **Tecnologia de armazenamento pós-colheita para frutos es hortaliças in natura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 112 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e amp. Lavras: UFLA, 2005. 249 p.

CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; FILHO, I. A. P.; MARRIEL, I. E.; CRUZ, E.; DUARTE, J. O.; OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C. **Produção de milho orgânico na agricultura Familiar**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2006. 17 p. (Embrapa-CNPMS, Comunicado Técnico, 81).

FINGER, F.L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 1997. 29 p. (Caderno didático, 19).

HENZ, G. P.; NOJOSA, G. B. de A.; MENDONÇA, N. D. Conservação pós-colheita de espigas de milho-verde cv. AG 519. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 200/201, p. 89, 1996.

HORWITZ, W. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18. ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005.

KAYS, S. J. **Postharvest Physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

LEME, A. C. **Avaliação e armazenamento de híbridos de milho-verde visando a produção de pamonha**. 2007. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo/ Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba/SP.

MARCOS, S. K.; HONÓRIO, S. L.; JORGE, J. T.; AVELAR, J. A. A. Influência do resfriamento do ambiente de armazenamento e da embalagem sobre o comportamento pós-colheita do milho-verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 41-44, 1999.

MATOS, M. J. L. F.; TAVARES, S. A.; SANTOS, F. F.; MELO, M. F.; LANA, M. M. **Milho-verde**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2007. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/dicas/milho_verde.htm>. Acesso em: 15 mai. 2014.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 468 p.

PINHO, L. de; PAES, M. C. D; ALMEIDA, A. C. de; COSTA, C. A. da. Qualidade de milho-verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 7, n. 3, p. 279-290, 2008.

SANTOS, N. C. B.; ANTONIALI, S.; SANCHES, J.; AMIKURA, F. T. Comportamento Pós-colheita de Cultivares para Milho-Verde Produzidos sob Adubação Orgânica e Mineral. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom

SILVA, P. S. L.; BARRETO, H. E. P.; SANTOS, M. X. A. Avaliação de cultivares de milho quanto ao rendimento de grãos verdes e secos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 63-69, 1997.

IV. POPULATION DENSITY AND WEED INFESTATION IN ORGANIC NO-TILLAGE CORN CROPPING SYSTEM UNDER DIFFERENT SOIL COVERS

ABSTRACT - Currently, one of the biggest challenges faced by organic no-tillage farming is weed control. Thus, the use of cropping practices that help in the control of weeds is extremely important. The objective of this study was to evaluate population density and level of weed infestation in an organic no-tillage corn cropping system under different soil covers. The experiment was conducted in a randomized block design with six repetitions and five treatments, consisting of three soil covers in an organic no-tillage system, and an organic and a conventional system, both without soil cover. The treatments with soil cover used a grass species represented by the black oat, a leguminous species represented by the white lupine, and intercropping between both species. Corn was sown with spacing of 1.0 m between rows and 0.20 m between plants, using the commercial hybrid AG 1051. Infestation in corn was evaluated at stages V5 and V10, and weed density was evaluated at stage V5. The use of black oat straw alone or intercropped with white lupine, in the organic no-tillage corn cropping system, reduced the percentage of weed infestation and absolute weed density. Managementintensive systems and systems without soil cover showed higher relative densities for species *Oxalis* spp., *Galinsoga quadriradiata* and *Stachys arvensis*. The species *Cyperus rotundus* showed the highest relative density on organic no-tillage corn cropping systems. Black oat straw in the organic no-tillage cropping system limited the productive potential of corn.

Keywords: *Avena strigosa*, *Lupinus albus*, straw, organic farming.

IV. DENSIDADE POPULACIONAL E INFESTAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS NO PLANTIO DIRETO ORGÂNICO DE MILHO-VERDE SOBRE DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO

RESUMO - Atualmente, um dos maiores entraves do sistema plantio direto orgânico é o controle de plantas daninhas. Desse modo, o uso de práticas culturais que auxiliem no controle dessas plantas torna-se relevante. Objetivou-se avaliar a densidade populacional e o nível de infestação de plantas daninhas no plantio direto orgânico de milho-verde sob diferentes coberturas de solo. O experimento foi conduzido no delineamento de blocos casualizados, com seis repetições e cinco tratamentos, constituídos por três coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico e dois sistemas sem cobertura, sendo um orgânico e um convencional. Para os tratamentos com cobertura de solo foi utilizada uma espécie gramínea representada pela aveia-preta e uma espécie leguminosa representada pelo tremoço-branco, bem como o consórcio com ambas as espécies. A semeadura do milho para produção de espigas verdes foi feita no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, utilizando o híbrido comercial AG 1051. Foram realizadas avaliações de infestação nos estádios V5 e V10 do milho e de densidade de plantas daninhas no estádio V5. O uso de palha de aveia-preta solteira ou em consórcio com tremoço-branco, no sistema plantio direto orgânico de milho-verde, proporcionou redução do percentual de infestação e densidade absoluta de plantas daninhas. Os sistemas com manejo intensivo e sem cobertura de solo apresentaram maior densidade relativa das espécies *Oxalis* spp., *Galinsoga quadriradiata* e *Stachys arvensis*. A espécie *Cyperus rotundus* apresentou-se com a maior densidade absoluta e relativa nos sistemas com plantio direto orgânico de milho-verde.

Palavras-cheve: *Avena strigosa*, *Lupinus albus*, palhada, sistema orgânico.

1. INTRODUCTION

The organic no-tillage cropping system typically has a lower level of mechanical disturbance compared to conventional tillage. It is a feasible alternative to soil management because it enables the maintenance of crop residues, thus providing benefits such as increased organic matter.

However, it is difficult to implement this system as regards control of weeds and soil cover, as there are no desiccants recommended for organic agriculture, and post-emergence herbicides cannot be used, either. Thus, growing plants that produce husk in the offseason is crucial for weed control (CORRÊA et al., 2011).

The use of mulch protects the soil from solar radiation, dissipates energy from the impact of raindrops, reduces evaporation of water and increases the efficiency of nutrient recycling (MATEUS et al., 2004). In addition, it is an alternative to weed control (VIDAL; BAUMAN, 1996; OLIVEIRA et al., 2001; SEVERINO; CHRISTOFFOLETI, 2001). This control can occur physically by impairing light incidence and reducing soil temperature range (SEVERINO; CHISTOFFOLETI, 2001); biologically by increasing the population of microorganisms that can infect weed diaspores (RADOSEVICH et al., 1997); and by releasing allelochemicals that inhibit plant growth (TREZZI; VIDAL, 2004; SOUZA et al., 2006).

The effect of mulch on weeds has been widely studied. Trezzi and Vidal (2004) evaluated the physical and allelopathic effects and differential suppression of weeds by genotypes of sorghum and millet. The results, conditional on volume of straw, reached 74% reduction in total dry matter of weeds. Several other studies have shown the effect of mulch on weeds (GRAVENA et al., 2004; ERASMO et al., 2004; MATEUS et al., 2004; NOCE et al., 2008).

Fancelli and Dourado Neto (2000) reported that the straw of jack bean (*Canavalia ensiformis*) inhibited the development of purple nut sedge (*Cyperus rotundus*); the straw of velvet bean (*Mucuna aterrima*) hindered the growth of purple nut sedge and beggar-ticks (*Bidens pilosa*); turnip (*Raphanus sativus*) reduced the initial growth of corn; Johnson grass (*Sorghum halepense*) reduced soybean production; black oat (*Avena strigosa*) decreased the population of Alexandergrass (*Brachiaria plantaginea*); and ryegrass (*Lolium multiflorum*) reduced the population of prickly sida (*Sida* spp.).

The use of vegetation cover adapted to edaphic and climatic conditions may reduce weed infestation, providing a more complete soil cover and changing soil physicochemical properties (SKÓRA NETO, 1993; SEVERINO; CRISTOFFOLETI, 2001).

Thus, knowledge of the likely effects of regularly using cover crops allows them to be used in crop rotation or intercropping, in the context of integrated weed management.

This study aimed to assess population density and level of weed infestation in organic no-tillage corn cropping systems under different soil covers.

2. MATERIAL AND METHODS

The study was conducted from July 2013 to January 2014, in the municipality of Domingos Martins-ES, at an altitude of 950 m. In this region, average maximum temperatures in the warmer months range between 26.7 and 27.8 °C and the average minimum temperatures in the cooler months range between 8.5 and 9.4 °C. Annual average rainfall is 1,800 mm.

The experiment was arranged in a randomized complete block design with six replications and five treatments, totaling 30 experimental plots measuring 6.0 x 4.0 m and with a total area of 24 m². The treatments consisted of three types of soil cover in the organic no-tillage cropping system and two systems with soil disturbance but without soil cover: an organic one and a conventional one. The treatments with soil cover used a grass species, represented by black oat (*Avena strigosa*), a legume species, represented by white lupine (*Lupinus albus*) and intercropping between both species.

The cover crops were sown on July 10, 2013, in rows spaced at 0.33 m, with the following seed density in single cropping systems: 144 grams per plot for black oat (60 kg ha⁻¹) and 204 grams per plot for white lupine (85 kg ha⁻¹). In the intercropping system, seeding rates and the amount of seeds were reduced by half because plantings were done in alternating rows. Sprinkler irrigation was performed as needed.

At the flowering stage, 98 days after sowing, cover crops were mown with a backpack mower, and evenly distributed over the soil surface. After the biomass was settled on the soil surface, organic fertilization was performed by organic compound

application at a dose of 1.5 kg m⁻¹ (dry weight), evenly distributed by broadcasting on all organically managed experimental plots, prior to the sowing of corn for the production of green ears. These were the characteristics of the compound: N, P, K, Ca and Mg; 1,5, 0,7, 1,7, 1,8 and 0.3 dag kg⁻¹, respectively; Zn, Fe, Mn, Cu and B: 100, 15.100, 281, 92 and 32 mg dm⁻¹; CO, 33%; and C/N, 13. In plots with conventional tillage without soil cover, fertilization for corn cropping was performed with 800 kg ha⁻¹ of the fertilizer (4-14-8 rate). In the V5 development stage of corn, topdressing fertilization was performed with 100 kg ha⁻¹ of N by broadcast application of ammonium sulfate over the plots.

The AG 1051 fit corn hybrid cultivar was sown on October 18, 2013, with the aid of manual seeder, spaced at 1.00 m between rows and 0.20 m between plants at the rate of two seeds per hole and subsequently thinned to one plant per hole. As a result, there were six rows and 120 plants per plot, equivalent to a population of 50,000 plants ha⁻¹, without use of additional topdressing fertilization for plots with organic cropping. The useful area of the plot was formed by four central rows, excluding 0.50 m at each end.

Evaluations were performed of the soil cover resulting from weed infestation at stages V5 and V10 of corn, and manual weeding was done after the first evaluation. The samples were collected by means of digital photographs taken with a Sony Cyber-shot DSC-W690 digital camera (16.1 megapixels), placed 1.00 m above the ground in six different regions of each plot. The percentage of weed infestation was measured with the computational system SISCOB[®], developed by Embrapa Agricultural Instrumentation, which showed the percentage of soil cover provided by weeds in each digital photograph. The data collected were transformed by the function and underwent analysis of variance and the Scott-Knott test with a significance level of $p > 0.05$.

Population density was assessed at the V5 stage of corn, with the aid of a square measuring 0.50 m on the sides, randomly placed in the area of each plot. The process was repeated four times. At each sampling, the species were identified and counted, and the absolute and relative densities of each weed species were determined in the different treatments.

For assessment of the similarity of the weed community among treatments, a presence/absence matrix was designed for the species and a dendrogram was subsequently created among the studied systems using the software SAEG (RIBEIRO

JÚNIOR, 2001). The dendrogram was prepared with the mean Euclidean distance to measure distances between two points, and the method of average linkage hierarchical clustering was used.

At the R3 stage of corn, all the ears of the useful area of the plot were harvested and evaluated for total and marketable yield of unhusked ears. Unhusked ears are considered to be marketable when their length exceeds 0.15 m, according to Moreira et al. (2010), and their average diameter is 0.04 m, and they are ripe and free from injuries caused by insect pests and diseases. Data were subjected to analysis of variance and the Scott-Knott test with a significance level of $p > 0.05$.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Dry matter production of black oat and white lupine covers and intercropping with both species were, respectively, 5,695, 6,280 and 7.133 kg ha⁻¹. These values are close to 6.000 kg ha⁻¹ as proposed by Alvarenga et al. (2001), who consider such amount enough for good soil cover and, therefore, for maintaining no-tillage cropping.

Table 1 shows that the lack of soil cover provided greater weed infestation in both the conventional and the organic systems in both assessment periods. The lack of soil cover not only allows more light but also enables more alternating temperatures, which can stimulate the germination of many species (SOUZA et al., 2011). Trezzi and Vidal (2004) observed a reduction of 41% infestation and 74% of total dry matter of weeds, comparing the areas covered with crops to the uncovered control.

Table 1 - Percentage of soil cover provided by weed infestation at V5 and V10 days after emergence of corn (DAE) in different cropping systems

| Treatment | Weed infestation (%) | |
|---------------------|--------------------------|-------------|
| | V5 | V10 |
| CS | 0.87 ¹ (59) d | 0.57 (29) c |
| OS | 0.42 (17) c | 0.58 (30) c |
| G | 0.20 (4) a | 0.29 (8) a |
| L | 0.30 (9) b | 0.43 (18) b |
| G + L | 0.20 (4) a | 0.33 (11) a |
| Mean | 0.39 (18.6) | 0.44 (19.2) |
| CV ² (%) | 12.24 | 16.68 |

¹Values transformed for the function $y = \arcsin [\sqrt{(x / 100)}]$. Means followed by the same letter in the column do not differ by the Scott Knott test at 5% probability. ²Coefficient of variation. CS - conventional system without straw; OS - organic system without straw; G - Organic NT cropping with grass straw; L - organic NT cropping with legume straw; G + L -Organic NT cropping with grass + legume straw.

Theisen et al. (2000), working with germination of weeds in bare soil and covered soil, observed that covered soils had lower incidence of *B. plantaginea*, because of reduced quantity and modified quality of the light that reaches the seeds of this species.

In organic no-tillage corn cropping systems, the presence of the grass species in the composition of husk provided greater weed control in both assessment periods (Table 1). This result can be explained by the use of black oat as a grass species. This species shows allelopathic action attributed to its ability to exude scopoletin. Scopoletin is a byproduct from the class of coumarins and has inhibitory effect on plant root growth (DUCCA et al., 2008). According to Almeida et al. (2008), oat exudes that metabolite in the soil through the roots. Jacob and Fleck (2000) found that there is a relationship between the exuded scopoletin and the allelopathic potential of oat.

Vaz de Melo et al. (2007) found that organic no-tillage corn cropping practices showed good results in weed management when oat straw was used as soil cover. Penha et al. (2010) found that black oat fosters a reduction of 90% or more of soil coverage by weeds.

In the experimental area, 14 weed species were identified. They belong to nine botanical families, and most of them are represented by the family Asteraceae (Table 2).

Table 2 - Scientific names, common names, botanical families and classes, of weed species collected in the experimental area

| Scientific names | Common name | Family | Class |
|--------------------------------|-------------------|---------------|---------------|
| <i>Amaranthus</i> spp. | Pigweed | Amaranthaceae | Dicotyledon |
| <i>Artemisia absinthium</i> | Absinthium | Asteraceae | Dicotyledon |
| <i>Bidens pilosa</i> | Beggar-ticks | Asteraceae | Dicotyledon |
| <i>Commelina benghalensis</i> | Benghal dayflower | Commelinaceae | Monocotyledon |
| <i>Cynodon dactylon</i> | Bermuda grass | Poaceae | Monocotyledon |
| <i>Cyperus rotundus</i> | Purple nut sedge | Cyperaceae | Monocotyledon |
| <i>Digitaria sanguinalis</i> | Hairy crabgrass | Poaceae | Monocotyledon |
| <i>Eleusine indica</i> | Crowfoot grass | Poaceae | Monocotyledon |
| <i>Euphorbia heterophylla</i> | Milkweed | Euphorbiaceae | Dicotyledon |
| <i>Galinsoga quadriradiata</i> | Fringed quickweed | Asteraceae | Dicotyledon |
| <i>Oxalis</i> spp. | Shamrock | Oxalidaceae | Dicotyledon |
| <i>Rumex obtusifolius</i> | Broad-leaved dock | Polygonaceae | Dicotyledon |
| <i>Sonchus oleraceus</i> | Common sowthistle | Asteraceae | Dicotyledon |
| <i>Stachys arvensis</i> | Staggerweed | Lamiaceae | Dicotyledon |

The dendrogram in Figure 1 suggests that there are three homogeneous groups: group A - formed by conventional system without husk and organic system without husk (systems 1 and 2); Group B - formed by organic no-tillage (NT) cropping system with straw from grass species and organic NT cropping with straw from grass + leguminous species (systems 4 and 5) and group C - formed by organic NT cropping with straw from grass species (system 3).

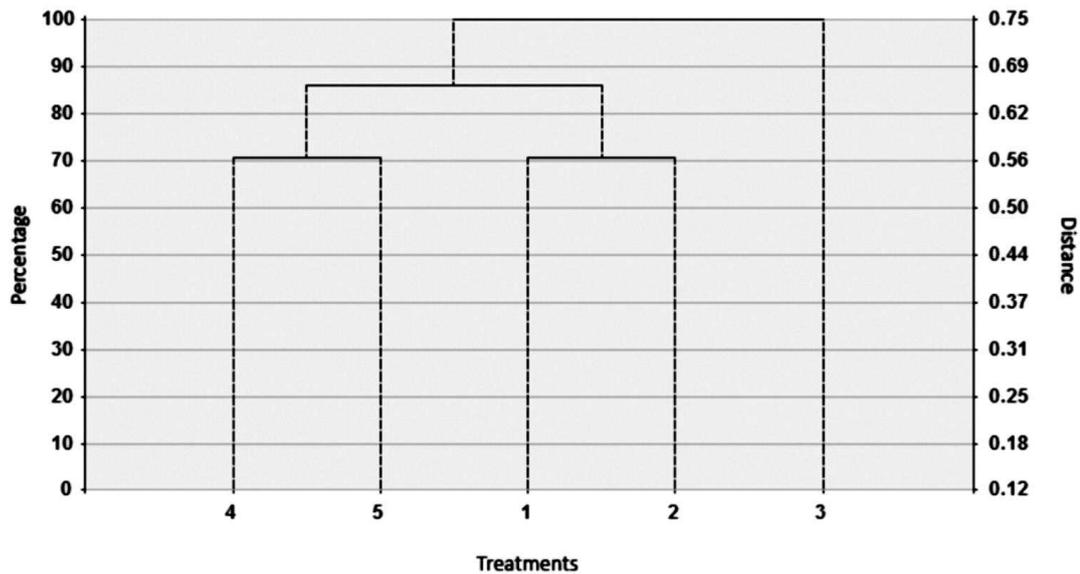


Figure 1 - Dendrogram between systems treatments: 1) conventional system without straw, 2) organic system without straw, 3) organic NT cropping with grass straw, 4) organic NT cropping with legume straw and 5) organic NT cropping with grass + legume straw.

The formation of group A, which consisted of organic and conventional systems without straw, can be associated with the management used in both systems, with the absence of straw on the soil surface and continued soil tillage, favoring the presence of the same species. Different soil management systems condition the seeds to soil microenvironments, because of changes in their physico-chemical properties and the conditions of the soil surface (MULUGUETA; STOLTENBERG, 1997). According to Carvalho and Pitelli (1992), similarity indices are not related only to soils or distance between areas, but they may be associated with forms of management adopted in these areas. These changes may influence the development and germination of weeds.

The second group comprises organic NT corn cropping on the straw of white lupine and the intercropping between lupine and black oat. The appearance of this group can be explained by the presence of white lupine in the composition of straw;

because it is a legume species, it has low C/N ratio as a result of biological N fixation, which causes the rapid degradation of straw (TEIXEIRA et al., 2009), with greater soil exposure to light and thermal variation, in addition to quick release of nutrients (ROSOLEM et al., 2003). These conditions may have favored the appearance of the same weed species in both cropping systems.

The fact that NT cropping system on the straw of a grass species is singled out in an separate group may be related to the characteristics of black oat straw, since this species has a high C/N ratio with soil mineral nitrogen being held back by microorganisms that require it for the synthesis of their cellular compounds, and it may even disappear from the soil during the maximum growth period of the microbial community. During this period, depending on the nutritional requirements of the weed species, its growth and development may be inhibited due to temporary shortage of soil mineral nitrogen. Cardoso (1992) stated that mineral nitrogen reappears only in the decline phase of the microbial community, and it is mineralized from dead microbial cells by living organisms. The allelopathic action of black oat should also be noted. It is attributed to the ability of black oat to exude scopoletin, which has an inhibitory effect on plant root growth (DUCCA et al., 2008).

With absolute density of 1,169 plants m⁻², the conventional system without straw showed the highest number of specimen per unit area, followed by the organic system without straw, with 438 plants m⁻². This difference can be attributed to the soil seed bank, because the conventional system had not only higher absolute density but also the greatest number of species. In organic no-tillage cropping systems with soil cover, there was a reduction in the absolute density of weeds, with a total of 96, 159 and 108 plants m⁻² for soil cover with black oat, white lupine and the intercropping between both species, respectively (Table 3). These data corroborate those shown in Table 1 and indicate that the use of straw on the soil reduces both weed infestation and weed density in the cultivated area.

Table 3 - Absolute and relative densities of weed species found in different cropping systems

| Species | Absolute density (plants m ⁻²) | | | | | Relative density (%) | | | | |
|------------------|--|-----|----|-----|-------|----------------------|------|------|------|-------|
| | CS | OS | G | L | G + L | CS | OS | G | L | G + L |
| Amaranthus spp. | 13 | 17 | - | 19 | 21 | 1.1 | 3.9 | - | 11.9 | 19.4 |
| A. absinthium | - | - | 10 | 12 | 4 | - | - | 10.4 | 7.5 | 3.7 |
| B. pilosa | 11 | 19 | - | 4 | - | 0.9 | 4.3 | - | 2.5 | - |
| C. benghalensis | - | - | 10 | 7 | 16 | - | - | 10.4 | 4.4 | 14.8 |
| C. dactylon | 13 | - | 6 | - | 3 | 1.1 | - | 6.3 | - | 2.8 |
| C. rotundus | 163 | 16 | 47 | 40 | 25 | 13.9 | 3.7 | 49.0 | 25.2 | 23.1 |
| D. sanguinalis | 15 | - | - | 10 | 5 | 1.3 | - | - | 6.3 | 4.6 |
| E. indica | 29 | - | - | 3 | 2 | 2.5 | - | - | 1.9 | 1.9 |
| E. heterophylla | - | 12 | - | 15 | 3 | - | 2.7 | - | 9.4 | 2.8 |
| G. quadriradiata | 200 | 125 | - | 18 | 5 | 17.1 | 28.5 | - | 11.3 | 4.6 |
| Oxalis spp. | 355 | 225 | 21 | 21 | 20 | 30.4 | 51.4 | 21.9 | 13.2 | 18.5 |
| R. obtusifolius | 19 | - | - | - | 4 | 1.6 | - | - | - | 3.7 |
| S. oleraceus | 47 | 5 | 2 | 10 | - | 4.0 | 1.1 | 2.1 | 6.3 | - |
| S. arvensis | 304 | 19 | - | - | - | 26.0 | 4.3 | - | - | - |
| Total | 1169 | 438 | 96 | 159 | 108 | | | | | |

CS - conventional system without straw; OS - organic system without straw; G - Organic NT cropping with grass straw; L - NT cropping with organic legume straw; G + L - Organic NT cropping with grass + legume straw.

Table 3 shows higher relative density of species *Oxalis* spp., *Galinsoga quadriradiata* and *Stachys arvensis* both in the conventional and the organic systems without straw. The highest relative density of these species may be related to the type of management adopted in the systems, because there is intense soil disturbance in both of them, favoring asexual propagation of the species *Oxalis* spp.; moreover, the lack of straw on the surface and intensive soil management provide suitable conditions for establishing the species *G. quadriradiata* and *S. arvensis*, since these species have seminiferous propagation and depend on light to germinate (KLEIN; FELIPPE, 1991).

Despite the intensive soil management with continuous tillage in uncovered systems, there is low relative density of *Cyperus rotundus* (Tabela 3); according to Godoy et al. (1995) and Ferreira et al. (2000), using conventional tillage favors the propagation and establishment of this species due to dormancy-breaking caused by division of the tuber sequence and the elimination of apical dominance exerted by the distal tubercle. This reduced density of *C. rotundus* can be attributed to interspecific competition from species with higher density.

In organic no-tillage systems, regardless of the straws used, there is higher relative density for *C. rotundus* (Table 3). This result was also observed by Vaz de

Melo et al. (2007) in organic no-tillage corn cropping. The species *C. rotundus* is one of the most difficult to be controlled, but its management in traditional tillage with glyphosate desiccation is more efficient than in the organic system, in which the use of straw was inefficient. According to Freitas et al. (1997), glyphosate is effective at controlling purple nut sedge, because it can translocate to the tubers next to the basal bulb, which has resulted in a significant reduction in regrowth after glyphosate application. When rakes and hoes are used for weed control in organic production systems, the infestation of Cyperaceae species can be a problem because of the increased propagation by dividing the tubers, as observed by Jakelaitis et al. (2003) and Machado et al. (2005).

Corn plants grown organically under organic NT cropping system on black oat straw had lower values for total and marketable yields of unhusked ears (Table 4). This behavior can be attributed to the high C/N ratio of oat residues, which holds back much of the soil N by the action of microorganisms which decompose waste, thus reducing the availability of N in the soil and, consequently, for corn (SILVA et al., 2007).

Table 4 - Means of TYUE - total yield of unhusked ears (kg ha⁻¹), YMUE - yield of marketable unhusked ears (kg ha⁻¹)

| Treatment | TYUE (kg ha ⁻¹) | YMUE (kg ha ⁻¹) |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| SC | 10,946 a | 9,668 a |
| SO | 12,006 a | 10,914 a |
| G | 9,324 b | 7,703 b |
| L | 11,230 a | 9,863 a |
| G + L | 10,569 a | 9,438 a |
| Mean | 10,815 | 9,517 |
| CV ² (%) | 8.29 | 10.88 |

¹Means followed by the same letter in the rows do not differ by the Scott Knott test at 5% probability.

²Coefficient of variation. CS - conventional system without straw; OS - organic system without straw; G - Organic NT cropping with straw grass; L -organic NT cropping with legume straw; G + L - Organic NT cropping with grass + legume straw.

It should be stressed that, although the treatment with NT cropping on grass straw, represented by black oat in the present study, resulted in lesser corn yield, it has the benefit of suppressing weed growth (Table 1), given its high C/N ratio, which provides longer maintenance on the soil.

4. CONCLUSION

The use of black oat straw alone or intercropped with white lupine, in organic no-tillage corn cropping, caused a reduction in the infestation percentage and absolute density of weeds.

Intensive management systems with and without soil cover had higher relative density of species *Oxalis* spp., *G. quadriradiata* and *S. arvensis*. The species *C. rotundus* showed greater absolute and relative density for organic no-tillage corn cropping.

Black oat straw in organic no-tillage cropping limited the productive potential of corn.

5. LITERATURE CITED

ALMEIDA, G. D.; ZUCOLOTO, M.; ZETUN, M. C.; COELHO, I.; SOBREIRA, F. M. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, Medellín, v. 61, n. 1, p. 4237-4247, 2008.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

CARVALHO, S. L.; PITELLI, R. A. Comportamento e análise fitossociológica das principais espécies de plantas daninhas de pastagens da região de Selvia, MS. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 10, n. 1/2, p. 25-32, 1992.

CORRÊA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V. Dinâmica populacional de plantas daninhas na cultura do milho em função de adubação e manejo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 354-363, 2011.

DUCCA, F.; ZONETTI, P. C. Efeito Alelopático do extrato Aquoso de Aveia-Preta (*Avena strigosa* Schheb.) na Germinação e desenvolvimento de soja (*Glycine max* L. merril). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 1, n. 1, p. 101-109, 2008.

ERASMO, E. A. L.; AZEVEDO, W. R.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M.; GARCIA, S. L. R. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; GOMES, J. M. Manejo integrado de plantas daninhas em hortaliças. In: ZAMBOLIM, L. (Org.). **Manejo integrado de doenças, pragas e plantas daninhas**, 2000, Viçosa. Palestras... Viçosa: 2000. p. 365-372

FREITAS, R. S. de.; SILVA, A. A. da.; FERREIRA, F. A.; SEDIYAMA, T. Efeitos do flazassulfuron e do glyphosate em aplicações única e sequencial sobre o controle da tiririca (*Cyperus rotundus*). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 44, n. 256, p. 597-603, 1997.

GODOY, G.; VEGA, J.; PITTY, A. El tipo de labranza afecta la flora y la distribución vertical del banco de semillas de malezas. **Ceiba**, v. 36, n. 2, p. 217-229, 1995.

GRAVENA, R.; RODRIGUES, J. P. R. G.; SPINDOLA, W.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 419-427, 2004.

JACOBI, U. S.; FLECK, N. G. Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia no início do ciclo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 11-19, 2000.

JAKELAITIS, A. I; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; AGNES, E. L.; MIRANDA, G.V.; MACHADO, A. F. L. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 71-79, 2003.

KLEIN, A.; FELIPPE, G. M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 7, p. 955-966, 1991.

MACHADO, A. F. L. JAKELAITIS, A. I; FERREIRA, L. R.; AGNES, E. L.; SANTOS, L. D. Population dynamic of weeds in no-tillage and conventional crop systems. *J. Environ. Science Health Part B – Pesticides, food contaminants & agricultural wastes*, v. B40, p. 119-128, 2005.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 6, p. 539-542, 2004.

MOREIRA, J. N. et al. Effect of detasseling on baby corn, green ear and grain yield of two maize hybrids. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 406-411, 2010.

MULUGUETA, D.; STOLTENBERG, D. E. Increase weed emergence and seed bank depletion by soil disturbance in no-tillage systems. **Weed Science**, Champaign, v. 45, p. 120-126, 1997.

NOCE, M. A.; SOUZA, I. F.; KARAM, D. FRANÇA, A. C.; MACIEL, G. M. Influência da palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 7, n. 3, p. 265-278, 2008.

OLIVEIRA, M. R. ALVARENGA, R. C.; OLIVEIRA, A. C.; CRU, J. C. Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 37-41, 2001.

PENHA, L. A. O.; PASSINI, T.; BITTENCOURT, H. VON H.; RODRIGUES, B. N. Consórcios de aveia, linho e ervilha para a supressão de plantas daninhas. XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. **Anais...** Ribeirão Preto/SP, 2010.

RADOSEVICH, S. et al. **Weed ecology**. 2. ed. New York: Wiley, 1997. 588 p.

RIBEIRO JÚNIOR., J. I. **Análises estatísticas no SAEG** (Sistema para análises estatísticas). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301 p.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palhada de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 27, n. 2, p. 355-362, 2003.

SEVERINO, F. J.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 223-228, 2001.

SILVA A. A., P. R. F.; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L.; RAMBO, L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 37, n. 4, p. 928-935, 2007.

SKORA NETO, F. Controle de plantas daninhas através de coberturas verdes consorciadas com milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 10, p. 1165-1171, 1993.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MARTINS, D.; ROSOLEM, C. A. Efeito alelopático de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 657- 668, 2006.

SOUZA, M. C.; PARREIRA, M. C.; AMARAL, C. L. do.; ALVES, P. L. da C. A. Efeito da época sobre a emergência de *Sida rhombifolia* e *Solanum viarum* em diferentes profundidades de semeadura. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 749-754, 2011.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, C. A.; PEREIRA, J. M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milheto e milheto + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, p. 647-653, 2009.

THEISEN, G.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 753-756, 2000.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2004.

VAZ DE MELO, A. I.; GALVÃO, J. C. C.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS, I. C. I.; SOUZA, L. V. V. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivo de milho-verde nos sistemas orgânico e tradicional. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 521-527, 2007.

VIDAL, R. A.; BAUMAN, T. T. Surface wheat (*Triticum aestivum*) residues, giant foxtail (*Setaria faberi*), and soybean (*Glycine max*) yield. **Weed Science**, Champaign, v. 44, n. 5, p. 939-943, 1996.