

SILVANE DE ALMEIDA CAMPOS

**ÉPOCAS E MÉTODOS DE MANEJO DA AVEIA PRETA NA CULTURA DO  
MILHO**

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  
2019

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

T

Campos, Silvane de Almeida, 1975-

C198e      Épocas e métodos de manejo da aveia preta na cultura do milho. /  
2019      Silvane de Almeida Campos. - Viçosa, MG, 2019.  
viii, 52 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: João Carlos Cardoso Galvão.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Milho - Semeadura. 2. Palha - Utilização na agricultura. 3. Resíduos de cultivos agrícolas - Manejo. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.15

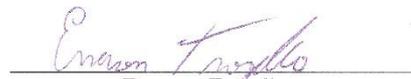
SILVANE DE ALMEIDA CAMPOS

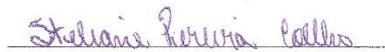
ÉPOCAS E MÉTODOS DE MANEJO DA AVEIA PRETA NA CULTURA DO  
MILHO

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: 21 de maio de 2019.

  
Tatiana Pirés Barrella

  
Emerson Trogello

  
Steliane Pereira Coelho

  
Maurício Novaes Souza

  
João Carlos Cardoso Galvão  
(Orientador)

*Dedico esta conquista aos meus pais, as  
minhas irmãs, aos meus sobrinhos e ao  
William César, meu amor.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por tudo aquilo que tem me permitido conquistar, sempre me iluminando e abençoando com muita saúde e paz.

Aos meus pais e as minhas irmãs que sempre me apoiaram e me ajudam em todas as etapas da vida. Aos meus sobrinhos que deixam a minha vida mais colorida.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela oportunidade concedida, em especial ao Departamento de Fitotecnia, todos os professores e funcionários. Ao Itamar, funcionário do Laboratório de Nutrição Mineral, pela ajuda nas avaliações.

Aos membros da banca que aceitaram o convite e contribuíram com este trabalho, em especial agradeço ao professor Dr. João Carlos Cardoso Galvão, orientador, por se propor a me orientar, pelo profissionalismo, prontidão em nos atender, amizade e todo aprendizado que adquiri acompanhando as aulas teóricas e práticas na Pós-Graduação e Graduação e nas simples conversas que tivemos, por todo aconselhamento e apoio.

Ao professor Dr. Emerson Trogello pela amizade, apoio, por toda coorientação e profissionalismo.

À professora Dra. Tatiana Pires Barrella pela amizade, incentivo, apoio, profissionalismo e coorientação.

Ao professor Dr. Maurício Novaes Souza pela amizade, incentivo, profissionalismo e contribuições neste trabalho.

A Dra. Steliane Pereira Coelho pela amizade, apoio, profissionalismo e colaboração nesta pesquisa.

À professora Dra. Fernanda Maria Coutinho de Andrade pela amizade, incentivo e apoio e ao professor Dr. Vicente Wagner Dias Casali pela confiança e apoio.

À CAPES e CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Aos colegas Jeferson, Beatriz, Steliane, Vanessa, Eduardo, Emuriela, Roberta, Édio, Otto, Rafael e Sérgio pela ajuda valiosa.

Aos funcionários da Estação Experimental de Coimbra: Carlinhos, Potoca, Nilson, Beto, Fonseca, Sebastião, Pereira, Douglas e João pela receptividade, ajuda na implantação, condução e avaliações do experimento.

Ao Programa Milho - UFV pela disponibilidade do local necessário para a realização de parte das avaliações experimentais. Agradeço também ao professor Rodrigo Oliveira Lima pela receptividade e apoio.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>v</b>
<b>2</b>	<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>3</b>	<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>4</b>	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>5</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>3</b>
<b>7</b>	<b>ARTIGO 1 - QUALIDADE DA SEMEADURA E DESENVOLVIMENTO DO MILHO EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS E MÉTODOS DE MANEJO DA AVEIA PRETA.....</b>	<b>7</b>
<b>7.1</b>	<b>Resumo .....</b>	<b>7</b>
<b>7.2</b>	<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>7.3</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>8</b>
<b>7.4</b>	<b>Material e métodos .....</b>	<b>10</b>
<b>7.5</b>	<b>Resultados e discussão.....</b>	<b>13</b>
<b>7.6</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>20</b>
<b>7.7</b>	<b>Literatura citada.....</b>	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>ARTIGO 2 - ÉPOCAS E MÉTODOS DE MANEJO DA AVEIA PRETA NA LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES, CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DO MILHO.....</b>	<b>25</b>
<b>8.1</b>	<b>Resumo .....</b>	<b>25</b>
<b>8.2</b>	<b>Abstract .....</b>	<b>25</b>
<b>8.3</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>26</b>
<b>8.4</b>	<b>Material e métodos .....</b>	<b>27</b>
<b>8.5</b>	<b>Resultados e discussão.....</b>	<b>31</b>
<b>8.6</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>46</b>
<b>8.7</b>	<b>Literatura citada.....</b>	<b>46</b>
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>51</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Precipitação pluvial acumulada (mm) e temperaturas máxima e mínima (°C) registradas no município de Viçosa, MG, durante a realização do experimento.....	10
Figura 2 Plantas de milho cultivado sobre aveia preta dessecada em pé.....	15
Figura 3 Plantas de milho cultivado sobre aveia preta roçada. ....	16
Figura 4 Precipitação pluvial acumulada (mm) e temperaturas máxima e mínima (°C) registradas no município de Viçosa, MG, durante a realização do experimento.....	28
Figura 5 Modelo de regressão ajustado para a massa seca da parte aérea da aveia preta em função de épocas da semeadura. Época 1: 21 DASM, Época 2: 14 DASM, Época 3: 7 DASM e Época 4: 0 DASM. Em que: DASM: dias antes da semeadura do milho.....	31
Figura 6 Plantas de aveia preta roçadas (A), dessecadas em pé (B) e roladas (C).....	33
Figura 7 Nitrogênio remanescente acumulado na palhada de aveia preta rolada, dessecada e roçada em função do tempo após a semeadura do milho quando o manejo ocorreu aos 21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura.....	35
Figura 8 Fósforo remanescente acumulado na palhada de aveia preta rolada, dessecada e roçada em função do tempo após a semeadura do milho quando o manejo ocorreu aos 21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura.....	36
Figura 9 Potássio remanescente acumulado na palhada de aveia preta rolada, dessecada e roçada em função do tempo após a semeadura do milho quando o manejo ocorreu aos 21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura.....	37
Figura 10 Magnésio remanescente acumulado na palhada de aveia preta rolada, dessecada e roçada em função do tempo após a semeadura do milho quando o manejo ocorreu aos 21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura.....	38

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Datas referentes as épocas de semeadura escalonada da aveia preta e de realização dos manejos que correspondem aos dias de antecedência à semeadura (DAS) do milho.....11
- Tabela 2 Espaçamento médio (EM), falho, duplo e normal entre plantas de milho em função de métodos de manejo da aveia preta realizados em diferentes épocas antecedendo a semeadura.....14
- Tabela 3 Profundidade de semeadura (PS), índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), estande inicial de plantas (EST), plantas em mesmo estágio fenológico (V5) e massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de milho avaliada nos estádios fenológicos V4 e V8 em função de métodos de manejo da aveia preta realizados em diferentes épocas antecedendo a semeadura.....17
- Tabela 4 Equações das estimativas da decomposição de massa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) com as respectivas constantes de decomposição (k) em função do tempo (x) de decomposição e tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) da aveia preta cortadas nas épocas 21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura (DAS) do milho nos manejos rolada, dessecada e roçada. ....32
- Tabela 5 Altura de plantas e diâmetro de colmo nos estádios V4, V8 e R1 do milho e altura de inserção de espigas em função de métodos de manejo da aveia preta realizados em diferentes épocas antecedendo a semeadura.....41
- Tabela 6 Estande final de plantas (EST), prolificidade (PROL), índice de sobrevivência das plantas (IS), número de fileiras de grãos por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), massa de 100 grãos (M100) e produtividade de grãos (PROD) de milho em função de métodos de manejo da aveia preta realizados em diferentes épocas antecedendo a semeadura.....43
- Tabela 7 Teores de N, P, K e Mg nas folhas de milho ( $\text{g kg}^{-1}$ ) coletadas no pleno florescimento em função de métodos de manejo da aveia preta realizados em diferentes épocas antecedendo a semeadura.....45

## RESUMO

CAMPOS, Silvane de Almeida, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2019. **Épocas e métodos de manejo da aveia preta na cultura do milho.** Orientador: João Carlos Cardoso Galvão.

Objetivou-se avaliar o efeito de métodos de manejo da aveia preta, realizados em diferentes épocas antecedendo a semeadura, sobre a qualidade da semeadura, a decomposição e liberação de N, P, K e Mg da palhada, desenvolvimento, características agronômicas e produtividade do milho. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas (4x3), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro épocas de manejo da aveia preta (21, 14, 7 e 0 dias antecedendo a semeadura do milho) e as subparcelas por três métodos de manejo da aveia preta (dessecada, rolada e roçada). As plantas de aveia preta foram manejadas no florescimento. A decomposição da palhada foi avaliada aos 0, 10, 30, 60, 100 e 150 dias após a semeadura do milho. As épocas de manejo da aveia preta não influenciaram as variáveis estudadas, com exceção da massa seca da aveia preta, não havendo interação significativa entre os fatores. Em todas as épocas de manejo, a aveia preta roçada apresentou maior taxa de decomposição e liberação de nutrientes da palhada em comparação a dessecada e a rolada. O desenvolvimento das plantas de milho é afetado pelos métodos de manejo da aveia preta. O manejo da aveia preta dessecada apresentou menor índice de velocidade de emergência de plântulas, estande inicial e final de plantas, uniformidade de desenvolvimento das plantas, espaçamento normal entre as plantas e produtividade da cultura. Os manejos mecânicos da aveia preta rolada e roçada melhoram a qualidade da semeadura, promovem desenvolvimento adequado das plantas e maiores produtividades do milho. O manejo deve ser realizado no dia da semeadura ou o mais próximo possível em virtude da liberação de nutrientes imediata, até 10 dias após a semeadura, em torno de 22, 27, 44 e 2,8 kg ha<sup>-1</sup> do total de N, P, K e Mg acumulado na massa seca, respectivamente.

## ABSTRACT

CAMPOS, Silvane de Almeida, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2019. **Periods and methods of management of black oat in the maize crop.** Adviser: João Carlos Cardoso Galvão.

The objective of this study was to evaluate the effect of black oat management methods carried at different periods before sowing about decomposition and of N, P, K and Mg release from the straw, sowing quality, development, agronomic characteristics and yield maize. The experimental design was a randomized blocks, at the design a split plot (4x3), with four replications. The plots where consisted by four periods of management of oat (21, 14, 7 and 0 days preceding the maize seeding) and the sub-plots by three management methods of oat (desiccated, rolled and cleared). The plants of black oat were managed in flowering. The periods of decomposition were 0, 10, 30, 60, 100 and 150 days after maize sowing. The management periods of black oat did not influence the studied variables, with exception of dry mass of black oat, not having significant interaction between the factors. In all periods of management, the black oat cleared presented higher rate of decomposition and release of nutrients from straw in comparison the desiccated and rolled. The development of maize plants is affected by management methods of black oat. The management of desiccated black oat had lower speed index of emergency of seedlings, initial and final plants stand, uniformity of plant development, normal spacing between plants and productivity of maize. The mechanical managements of rolled and cleared black oat improve the sowing quality, promote adequate development of plants and higher yields of maize, should be carried on the day of seeding or as close as possible because of the immediate release, up to 10 days after seeding, around of 22, 27, 44 e 2.8 kg ha<sup>-1</sup> of the total N, P, K and Mg, accumulated in the dry mass, respectively.

## INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do milho constitui uma das espécies agrícolas de maior importância no mundo por este cereal ser um alimento de alto valor energético e de custo relativamente baixo. O milho possui inúmeras finalidades como atender ao mercado de fabricação de ração animal, que representa a sua principal utilização, alimentação humana e matéria-prima em distintos segmentos e produtos. Cerca de 15% da produção mundial é utilizada diretamente na alimentação humana, mas como são consumidos também diversos outros produtos empregando este grão, o milho é considerado espécie indispensável para a humanidade (Môro & Fritsche-Neto, 2015).

Durante o ciclo da cultura do milho, torna-se necessária a adoção de práticas que promovam maiores produtividades sem comprometer o agroecossistema. Deste modo, o sistema plantio direto (SPD) assume relevância devido à conservação do solo e da água e à manutenção ou incremento da produtividade de grãos ao longo dos anos (Medeiros & Calegari, 2007; Vilela et al., 2012).

O SPD é um sistema conservacionista do solo, largamente aceito entre os agricultores. Este sistema apresenta como vantagens a redução no uso de máquinas, proteção contra o impacto direto das gotas de chuva, redução do escoamento superficial, aumento da infiltração de água e a redução da evaporação, com consequente aumento no teor de água disponível para as plantas, diminuição da perda de solo e nutrientes por erosão hídrica (Breda Júnior & Factor, 2009; Cruz et al., 2015). Além disso, também promove acúmulo de carbono no solo (Costa et al., 2015), aumento do teor de matéria orgânica que implica em melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Soldevilla-Martinez et al., 2013), manutenção da temperatura do solo e favorecimento do crescimento de organismos decompositores da matéria orgânica do solo (Riquetti et al., 2012).

O SPD está fundamentado no revolvimento mínimo do solo, na rotação de culturas e na permanência da palhada na superfície do solo (Franchini et al., 2011). Em regiões de clima tropical, a manutenção da palhada na superfície do solo é dificultada uma vez que as condições de alta temperatura e umidade favorecem a rápida decomposição dos resíduos vegetais (Butenschoen et al., 2011). Neste sentido, a utilização de espécies com maior persistência no solo tem sido associada ao sucesso do SPD nestas regiões (Amaral et al., 2016) tal como a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb).

A aveia preta constitui uma das principais plantas utilizadas pelos agricultores visando formação de palhada para cobertura do solo (Melo et al., 2011) antes de se implantar a cultura de verão (Riquetti et al., 2012) nos Estados da Região Sul do Brasil, Sudoeste de São Paulo e Sul de Mato Grosso do Sul (Caires & Milla, 2016). A sua ampla utilização se deve a facilidade em obter sementes e na implantação, a rusticidade, a capacidade de perfilhamento da planta, a resistência a pragas e doenças, ao rápido crescimento inicial que favorece a cobertura do solo, ao sistema radicular profundo que é importante para melhorar a estrutura do solo (Silva et al., 2009) e reciclar nutrientes, a elevada produção de massa seca da parte aérea e a decomposição lenta (Carvalho et al., 2013; Wutke et al., 2014). Assim, a aveia preta apresenta capacidade de produzir mais de seis toneladas de biomassa por hectare promovendo cobertura do solo adequada, o que facilita o controle de plantas espontâneas (Silva et al., 2009).

Muitas espécies de plantas de cobertura do solo como a aveia preta desempenham papel fundamental na reciclagem de nutrientes. Os nutrientes reciclados podem ser tanto os adicionados via fertilizantes minerais, não aproveitados pelas culturas comerciais, quanto dos provenientes da mineralização da matéria orgânica do solo. Os nutrientes são extraídos das camadas mais profundas por meio do sistema radicular, disponibilizando-os superficialmente após o corte da parte aérea através da decomposição dos seus resíduos culturais pela ação dos microrganismos (Torres et al., 2008; Melo et al., 2011; Castro et al., 2017).

O SPD convencional e orgânico necessitam de palhada e o manejo da mesma pode influenciar a qualidade da semeadura do milho. Um dos entraves a adoção do SPD é a dificuldade de se obter semeadoras-adubadoras versáteis e resistentes, que atuem em diversos solos e ambientes e, notadamente, que apresentem condições de romper a camada de palhada formada sobre o solo (Trogello et al., 2014). Assim, é necessário um manejo especial para fracionar, reposicionar e/ou colocar o material vegetal em contato com a superfície do solo (Ferrari Neto et al., 2011).

A diversificação do manejo da palhada modifica a fragmentação do resíduo vegetal alterando sua decomposição, a liberação de nutrientes, as condições do meio a correta semeadura e o desenvolvimento da cultura sucessora (Furlani et al., 2007b). Quanto mais fragmentado estiver o resíduo vegetal, mais rapidamente será decomposto pelos microrganismos, aumentando a mineralização dos nutrientes presentes na massa vegetal (Riquetti et al., 2012). O manejo das plantas de cobertura pode ser realizado através de métodos químicos e mecânicos (Pereira et al., 2011).

O método químico é feito com herbicidas aplicados em pós-emergência, sendo os mais utilizados o glifosato e o paraquat que não possuem seletividade (Pereira et al., 2011). A aplicação dos mesmos visa dessecar as plantas de cobertura e controlar as plantas espontâneas na área, criando ambiente favorável ao desenvolvimento da cultura sucessora. Apresenta como vantagem a facilidade operacional e o baixo custo comparado aos manejos mecânicos. Porém, o material vegetal acaba por não entrar em contato com o solo, e a palhada fica inteiriça, dificultando as operações de semeadura e o desenvolvimento da cultura sucessora (Trogello, 2014), além disso, existe a possibilidade de contaminação ambiental.

O rolo-faca promove o acamamento e a interrupção da seiva pelos vasos condutores da planta ou até mesmo o corte das plantas pela criação de uma situação estressante as mesmas (Cortez et al., 2009). O manejo mecânico da planta de cobertura do solo tende a aumentar a fragmentação da massa vegetal, facilitando o processo de semeadura. No entanto, intensifica o tráfego de máquinas na lavoura e o risco de compactação do solo, acelera a decomposição vegetal e eleva o custo operacional (Aratani et al., 2006). O manejo é fundamental para o desenvolvimento da cultura sucessora, pois o controle das plantas espontâneas permite que a cultura tenha um desenvolvimento rápido e vigoroso (Ricca et al., 2011) devido a menor competição inicial.

O manejo da planta de cobertura realizado próximo a semeadura da cultura comercial tende a inibir o desenvolvimento de plantas espontâneas por período mais prolongado (Kaefer et al., 2012). Por outro lado, um maior intervalo entre o manejo e a semeadura da cultura pode favorecer um novo fluxo de plantas espontâneas que irão emergir simultaneamente a cultura, o que deve resultar em maior custo de produção com o controle complementar (Monquero et al., 2010; Ricca et al., 2011).

Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo estudar o efeito de métodos de manejo da aveia preta, efetuados em diferentes épocas antecedendo a semeadura, sobre a qualidade da semeadura, decomposição e liberação de nutrientes da palhada, desenvolvimento e produtividade da cultura do milho.

## **LITERATURA CITADA**

AMARAL, C.B.; PINTO, C.C.; FLÔRES, J.A.; MINGOTTE, F.L.C.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.9, p.1602-1609, 2016.

ARATANI, R.G.; MARIA, I.C.; CASTRO, O.M.; PECHE FILHO, A.; DUARTE, A.P.; KANTHACK, R.A.D. Desempenho de semeadoras-adubadoras de soja em Latossolo Vermelho muito argiloso com palha intacta de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.517-522, 2006.

BREDA JUNIOR, J.M.; FACTOR, T.L. Oportunidades e dificuldades no plantio direto de hortaliças: o caso de São José do Rio Pardo. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.3, p. S4033-S4035, 2009.

BUTENSCHOEN, O.; SCHEU, S.; EISENHAUER, N. Interactive effects of warming, soil humidity and plant diversity on litter decomposition and microbial activity. **Soil Biology and Biochemistry**, v.43, n.9, p.1902-1907, 2011.

CAIRES, E.F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, v.75, n.1, p.87-95, 2016.

CARVALHO, W.P.; CARVALHO, G.J.; ABBADE NETO, D.O.; TEIXEIRA, L.G.V. Desempenho agrônômico de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.2, p.157- 166, 2013.

CASTRO, G.F.; SILVA, C.G.M.; MOREIRA, S.G.; RESENDE, A.V. Plantas de cobertura em sucessão ao milho para silagem em condições do Cerrado. **J. Bioen. Food Sci.**, v.4, n.1, p.37-49, 2017.

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A.; VIGNA, G.P.; BORSATTO, E.A.; SILVA, R.P. Desempenho do trator agrícola no manejo da cultura de cobertura e pressão de inflação do pneu da semeadora. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.1, p.72-80, 2009.

COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K.S.M.; YOKOBATAKE, K.L.; FERREIRA, J.P.; PARIZ, C.M.; BONINI, C.S.B.; LONGHINI, V.Z. Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.3, p.852-863, 2015.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; ALVARENGA, R.C. Preparo do solo e plantio. In: BORÉM, A., GALVÃO, J.C.C., PIMENTEL, M.A. (Eds.) **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015, p.77-107.

FERRARI NETO, J.; CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; COSTA, C.H.M. Plantas de cobertura, manejo da palhada e produtividade da mamoneira no sistema plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.4, p.978-985, 2011.

FRANCHINI, J.C.; COSTA, J.M.; DEBIASI, H. Rotação de culturas: prática que confere maior sustentabilidade à produção agrícola no Paraná. **Informações Agronômicas**, n.134, p.1-13, 2011.

FURLANI, C.E.A.; CORTEZ, J.W.; SILVA, R.P.; GROTTA, D.C.C. Cultura do milho em diferentes manejos de plantas de cobertura do solo em plantio direto. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, n.1, p.161-167, 2007b.

KAEFER, J.E.; GUIMARÃES, V.F.; RICHART, A.; CAMPAGNOLO, R.; WENDLING, T.A. Influência das épocas de manejo químico da aveia preta sobre a incidência de plantas daninhas e desempenho produtivo do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.481-490, 2012.

MEDEIROS, G.B.; CALEGARI, A. Sistema Plantio Direto com qualidade: a importância do uso de plantas de cobertura num planejamento cultural estratégico. **Revista Plantio Direto**, ed. 102, 2007.

MELO, A.V.; GALVÃO, J.C.C.; BRAUN, H.; SANTOS, M.M.; COIMBRA, R.R.; SILVA, R.R.; REIS, W.F. Extração de nutrientes e produção de biomassa de aveia-preta cultivada em solo submetido a dezoito anos de adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.2, p.411-419, 2011.

MONQUERO, P.A.; MILAN, B.; SILVA, P.V.; HIRATA, A.C.S. Intervalo de dessecação de espécies de cobertura do solo antecedendo a semeadura da soja. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p.561-573, 2010.

MÔRO, G.V. & FRITSCHÉ-NETO, R. Importância e usos do milho no Brasil. In: BORÉM, A., GALVÃO, J.C.C., PIMENTEL, M.A. (Eds.) **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015, p.9-25.

PEREIRA, R.A.; ALVES, P.L.C.A.; CORRÊA, M.P.; DIAS, T.C.S. Influência da cobertura de aveia preta e milheto sobre comunidade de plantas daninhas e produção de soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.1-10, 2011.

RICCE, W.S.; ALVES, S.J.; PRETE, C.E.C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1220-1225, 2011.

RIQUETTI, N.B.; SOUSA, S.F.G.; TAVARES, L.A.F.; CORREIA, T.P.S.; SILVA, P.R.A.; BENEZ, S.H. Diferentes manejos da palha de aveia preta na produtividade de milho em plantio direto. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.22, n.2, p.x-x, 2012.

SILVA, A.A.; GALON, L.; FERREIRA, F.A.; TIRONI, S.P.; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.F.; ASPIAZÚ, I.; AGNES, E.L. Sistema de Plantio Direto na Palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Revista Ceres**, v.56, n.4, p.496-506, 2009.

SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; STRIEDER, M.L.; SILVA, A.A. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. **Ciência Rural**, v.36, n.3, p.1011- 1020, 2006.

SOLDEVILLA-MARTINEZ, M.; MARTIN-LAMMERDING, D.; TENORIO, J.L.; WALTER, I.; QUEMADA, M.; LIZASO, J.I. Simulating improved combination stillage-rotation under dry land conditions. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.11, n.3, p.820-832, 2013.

TROGELLO, E. **Épocas e formas de manejo da aveia preta na semeadura e produtividade do milho**. 38f. 2014. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

TROGELLO, E.; MODOLO, A.J.; DALLACORT, R.; BAESSO, M.M.; SCARSI, M. Desenvolvimento do milho sobre diferentes manejos de palhada, sulcadores e velocidades de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p.142-153, 2014.

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.

VILELA, R.G.; ARF, O.; GITTI, D.C.; KAPPES, C.; GOES, R.J.; DAL BEM, E.A.; PORTUGAL, J.R. Manejos do milheto e doses de nitrogênio na cultura do milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.3, p.234-242, 2012.

## ARTIGO 1

### QUALIDADE DA SEMEADURA E DESENVOLVIMENTO DO MILHO EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS E MÉTODOS DE MANEJO DA AVEIA PRETA

**RESUMO** - O manejo correto da palhada no sistema plantio direto se faz necessário e tem se mostrado excelente alternativa para melhorar a qualidade da semeadura. A alta deposição de palhada sobre o solo ou mesmo a sua deposição irregular pode limitar a semeadura e o estabelecimento da cultura do milho. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes épocas e métodos de manejo da aveia preta sobre a qualidade da semeadura e o desenvolvimento da cultura do milho. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas (4x3), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro épocas de manejo da aveia preta (21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura) e as subparcelas por três manejos da aveia preta (dessecada, rolada e roçada). As plantas de aveia preta foram manejadas no florescimento. As épocas de manejo da aveia preta não influenciaram as variáveis estudadas, não havendo interação significativa entre os fatores. O manejo da aveia preta dessecada promoveu menor índice de velocidade de emergência de plântulas, estande inicial de plantas, uniformidade de desenvolvimento das plantas, espaçamento normal entre as plantas e maior produção de massa seca das plantas nos estádios avaliados. O desenvolvimento das plantas de milho é afetado pelos métodos de manejo da aveia preta. Conclui-se que os manejos mecânicos da aveia preta, independente da época, melhoram a qualidade da semeadura do milho com expressiva redução dos espaçamentos falhos e duplos e promovem desenvolvimento adequado das plantas. Porém, estes manejos realizados no dia da semeadura do milho pode ocasionar dificuldades operacionais, principalmente, quando se trata de grandes áreas. Portanto, não sendo recomendado nesta época.

**Palavras-chave:** *Avena strigosa* Schreb, plantio direto, planta de cobertura do solo, semeadura, *Zea mays* L.

#### Quality of sowing and development of maize according of the periods and methods of black oat management

**ABSTRACT** - The correct management of the straw in the no-tillage system is necessary and has proved excellent alternative to improve the quality of sowing since the high deposition of

straw on the soil or, even, its irregular deposition may limit sowing and establishment of the subsequent crop. The objective of this work was to evaluate the effect of different periods and methods of black oat management on sowing quality and development of maize crop. The experiment was conducted in randomized block, in design a split plot (4x3), with four replications. The plots consisted by four periods of oat management (21, 14, 7 and 0 days before planting) and the sub-plots by three oat managements (desiccated, rolled and cleared). The plants of black oat were managed in flowering. The periods of black oat management did not influence the studied variables, there was no significant interaction between the factors. The black oat management desiccated promoted lower speed index of emergency of seedlings, initial plants stand, uniformity of development of plants, normal spacing between plants and higher production of dry mass of plants in the evaluated stadiums. The development of maize plants is affected by the methods of black oat management. It is concluded that the mechanics managements of black oat, independent of the periods, improve the quality of maize sowing with significant reduction of failed and double spacings and promote plant adequate development. However, these managements performed on maize sowing day may cause operational difficulties, principally, when it's about large areas. Therefore, not being recommended in this period.

**Keywords:** *Avena strigosa* Schreb, no-tillage, soil cover plant, sowing, *Zea mays* L.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas de cereais mais importantes no mundo (Silva et al., 2008), sendo cultivado em diversas regiões e em diferentes sistemas de produção (Silva et al., 2011). Esta cultura constitui insumo decisivo para alimentação direta ou na formulação de rações que abastecem importantes cadeias produtivas como avicultura, suinocultura e bovinocultura de corte e de leite, entre outras (Tanaka et al., 2010).

O incremento na produtividade de milho depende, dentre outros fatores, da qualidade de implantação da lavoura no momento da semeadura (Bottega et al., 2014). Na cultura do milho não há compensação da falta de plantas por perfilhamento ou produção de floradas (Ros et al., 2011; Embrapa, 2012), sendo a densidade de plantas uma das práticas culturais que mais interfere na produtividade de grãos da cultura (Melo et al., 2011).

O processo de semeadura é uma atividade importante na implantação da cultura, devendo ser dada atenção especial para se obter populações adequadas, na profundidade

recomendada, plantas espaçadas equitativamente (Silva et al., 2017) e desenvolvidas de modo mais uniforme (Weirich Neto et al., 2015). Caso contrário, todo o investimento realizado não irá se traduzir em ganhos de produtividade (Silva et al., 2017), podendo comprometer a rentabilidade da cultura do milho (Ros et al., 2011).

Os problemas como espaçamentos duplos e falhos são detectados mediante a irregularidade na distribuição longitudinal de sementes na linha. Na situação de sementes duplas, a perda de produtividade é resultante da competição intraespecífica. No caso de falhas de semeadura, o espaço, onde deveria conter uma planta, é ocupado por plantas espontâneas (Bottega et al., 2014) que competirão com a cultura principal por fatores de produção, gerando competição interespecífica (Pinheiro Neto et al., 2008). Isto aumenta o número de plantas com desenvolvimento fenológico atrasado, colmos frágeis, que se apresentam dominadas na lavoura, produzindo espigas pequenas (Sangoi et al., 2012).

Aspectos fundamentais durante o sistema plantio direto estão relacionados ao desempenho da semeadora-adubadora. Para a semeadura ocorrer de forma eficiente deve haver o corte da palhada e rompimento do solo na linha de semeadura, abertura e fechamento dos sulcos, distribuição uniforme de sementes e do fertilizante no solo, depositando-as em correta profundidade no sulco para garantir a germinação e para obtenção de estande adequado e uniforme (Santos et al., 2008; Vale et al., 2009; Almeida et al., 2010; Jasper et al., 2011).

O manejo da planta de cobertura do solo por métodos mecânicos ou químicos afeta diretamente o processo de semeadura do milho pois a alta deposição de massa vegetal sobre o solo ou a sua deposição irregular pode limitar a semeadura e o estabelecimento da cultura (Trogello et al., 2013). Deste modo, o manejo correto da palhada no sistema plantio direto se faz necessário e tem-se mostrado excelente alternativa para melhorar a qualidade da semeadura (Cortez et al., 2009).

Existe também a necessidade de informações que esclareçam sobre o momento correto de manejo químico para que este não influencie negativamente a cultura sucessora (Nunes et al., 2009). O intervalo de tempo entre a dessecação da cobertura e a semeadura da cultura comercial pode favorecer o crescimento e desenvolvimento das plantas, e aumentar sua produtividade (Corrêa et al., 2008; Monquero et al., 2010).

Kaefer et al. (2012) constataram que o manejo químico da aveia preta próximo (7 dias antes da semeadura - DAS) ou simultâneo (0 DAS) a semeadura do milho permitiu menor incidência de plantas espontâneas em comparação as épocas de dessecação 14, 21 e 28 DAS.

Existe certa discrepância entre os resultados do desempenho produtivo do milho acerca dos efeitos dos intervalos de tempo entre a dessecação da cobertura vegetal e a semeadura da cultura que decorre, possivelmente, das distintas condições experimentais referentes ao ambiente e à genética das plantas utilizadas (Balbinot Junior et al., 2011).

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes épocas e métodos de manejo da aveia preta sobre a qualidade da semeadura e desenvolvimento da cultura do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Estação Experimental São João, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, localizada em Coimbra, MG.

Na Figura 1 encontram-se os dados climáticos do município de Viçosa, MG, computados durante o período experimental. O município com altitude de 648 m localiza-se a 20 km de Coimbra, MG, apresentando, portanto, aspectos climáticos semelhantes.

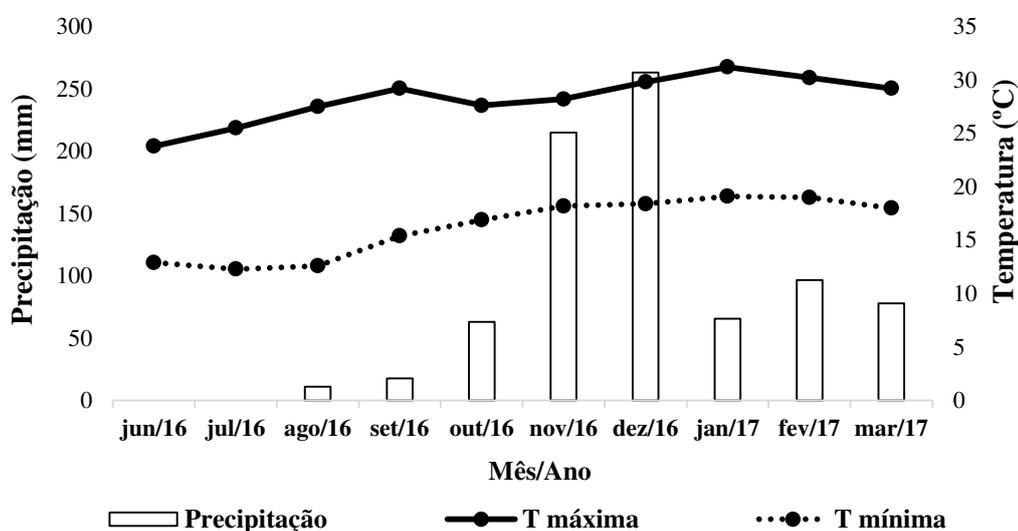


Figura 1. Precipitação pluvial acumulada (mm) e temperaturas máxima e mínima (°C) registradas no município de Viçosa, MG, durante a realização do experimento.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico, muito argiloso (Embrapa, 2013). Anteriormente, na safra 2015/2016, foi cultivado milho em monocultivo e consorciado com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) sob diferentes coberturas vegetais em sistema plantio direto orgânico e, após a colheita, os

resíduos culturais permaneceram na superfície do solo. Por ocasião da semeadura da aveia preta, estes resíduos culturais foram parcialmente incorporados ao solo durante o preparo da área por meio de uma aração e uma gradagem leve.

O experimento foi disposto em um delineamento de blocos casualizados com quatro repetições seguindo um esquema de parcelas subdivididas (4x3), sendo as parcelas compostas por quatro épocas de manejo da aveia preta (21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura - DAS) e as subparcelas por três manejos da aveia preta (dessecada, rolada e roçada).

A aveia preta cultivar Embrapa 139 foi semeada a lanço na densidade de 80 kg ha<sup>-1</sup>, sem adubação, irrigada até a fase de pré-florescimento. A semeadura ocorreu de forma escalonada, de 7 em 7 dias, visando o manejo da planta em mesmo estágio fisiológico, no florescimento (Tabela 1). Sendo assim, aos 21, 14, 7 e 0 DAS do milho, os manejos foram realizados com auxílio de roçadora costal motorizada (palhada roçada), rolo-faca preenchido com água tracionado por trator (palhada rolada) e pulverizador costal manual de 20 L, aplicando 2,5 L ha<sup>-1</sup> do glifosato 360 g L<sup>-1</sup> do equivalente ácido (palhada dessecada em pé, sem qualquer operação mecânica).

Tabela 1. Datas referentes as épocas de semeadura escalonada da aveia preta e de realização dos manejos que correspondem aos dias de antecedência a semeadura (DAS) do milho. Coimbra, MG, 2016.

Épocas	Semeadura da aveia preta	Manejos da aveia preta	DAS
Época 1	24 de junho de 2016	26 de setembro de 2016	21
Época 2	01 de julho de 2016	03 de outubro de 2016	14
Época 3	08 de julho de 2016	10 de outubro de 2016	7
Época 4	15 de julho de 2016	17 de outubro de 2016	0

Em 17/10/2016 foi efetuada a semeadura do milho com semeadora-adubadora de plantio direto, marca Vence Tudo®, tracionada por um trator na velocidade de semeadura de 5 km h<sup>-1</sup>.

Foi utilizado o híbrido simples LG 6036, o qual apresenta ciclo precoce e elevado potencial produtivo, almejando população de 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>, com adubação de base NPK 08:28:16 (300 kg ha<sup>-1</sup>). Cada parcela teve dimensões de 5 m x 10 m (50 m<sup>2</sup>) e foi constituída por oito fileiras de plantas, espaçadas com 0,50 m. Cada subparcela teve dimensões de 5 m x 3,33 m (16,65 m<sup>2</sup>), apresentando área útil de 6,9 m<sup>2</sup> formada por seis fileiras centrais, excluindo-se 0,50 m nas extremidades.

As plantas receberam irrigação complementar durante a fase vegetativa. O controle das plantas espontâneas foi feito mediante uma aplicação de 4 L ha<sup>-1</sup> de glifosato, utilizando-se volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, no estágio fenológico três folhas completas do milho (Magalhães & Durães, 2006). A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada manualmente na dose 120 kg ha<sup>-1</sup> empregando-se a ureia como fonte de N, sendo aplicada no estágio fenológico quatro folhas completas do milho (Magalhães & Durães, 2006).

Os parâmetros de qualidade da semeadura avaliados foram profundidade de semeadura, índice de velocidade de emergência de plântulas, espaçamento médio entre plantas, uniformidade de distribuição de plantas na linha, uniformidade de desenvolvimento fenológico das plantas no estágio cinco folhas completas do milho (Magalhães & Durães, 2006), estande inicial de plantas e produção de massa seca da parte aérea das plantas nos estádios V4 e V8 do milho, quatro e oito folhas completas (Magalhães & Durães, 2006).

A profundidade de semeadura foi determinada em 10 plantas da área útil da subparcela que se encontravam no estágio de desenvolvimento três folhas completas do milho (Magalhães & Durães, 2006). Com uma tesoura de poda foi cortada a parte aérea do milho no nível do solo e, com uma espátula, foi retirada a parte enterrada no solo e foi medida a distância entre o coleóptilo e a semente, com auxílio de paquímetro digital em mm. Os dados foram transformados para cm.

O índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas foi realizado contando as plântulas emergidas em um comprimento de 2,30 metros nas seis fileiras centrais (13,80 metros) de cada subparcela. A contagem foi finalizada quando o número de plantas emergidas se manteve constante em três dias de contagem consecutiva. A partir das contagens, o IVE foi calculado pela fórmula, adaptada de Maguire (1962):

$$\text{IVE} = (N1/D1) + (N2/D2) + \dots + (Nn/Dn), \text{ em que:}$$

IVE = índice de velocidade de emergência de plântulas;

N1= Número de plântulas na primeira contagem;

N2= Número de plântulas entre a primeira e a segunda contagem;

Nn= Número de plântulas entre a penúltima e a última contagem;

D1= Número de dias da semeadura até a primeira contagem;

D2= Número de dias da semeadura até a segunda contagem;

Dn= Número de dias da semeadura até o último dia de contagem.

O espaçamento médio entre plantas e a uniformidade de distribuição de plantas foram obtidos medindo-se o espaçamento entre 30 plantas nas seis fileiras centrais da subparcela.

Desta forma, a porcentagem de espaçamentos normais, falhos e duplos de acordo com a norma de Kurachi et al. (1989) foi determinada, considerando-se: duplos:  $X_i < 0,5 \cdot X_{ref}$ , normais:  $0,5 \cdot X_{ref} < X_i < 1,5 \cdot X_{ref}$  e falhos:  $X_i > 1,5 \cdot X_{ref}$ . O espaçamento médio de referência ( $X_{ref}$ ) foi calculado dividindo-se a área útil linear de 6 linhas de 2,30 metros cada (13,80 metros) pelo número de plantas observado em mesma área. O  $X_i$  corresponde ao espaçamento real obtido na avaliação.

Para avaliar a uniformidade de desenvolvimento fenológico das plantas no estágio cinco folhas completas do milho (Magalhães & Durães, 2006) foi identificado o estágio de desenvolvimento de 20 plantas da área útil da subparcela quando as mesmas estavam entre três e seis folhas completas (Magalhães & Durães, 2006).

O estande inicial de plantas foi avaliado a partir do momento que se obteve número constante de plantas emergidas. Foi realizada a contagem de todas as plantas da área útil da subparcela, sendo o valor extrapolado para plantas por hectare.

Nos estádios fenológicos V4 e V8 do milho, quatro plantas da área útil da subparcela foram coletadas rente ao solo, sendo as mesmas acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa a 65 °C, por 72 horas, e pesadas em balança de precisão para determinação da massa seca da parte aérea em  $g \text{ metro}^{-1}$ .

Os dados de porcentagem foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, a 5% de significância, sendo transformados quando necessário e analisados estatisticamente; as médias dos dados originais foram apresentadas nas tabelas para facilitar o entendimento. Os demais dados foram submetidos a análise de variância, quando o valor do teste F mostrou-se significativo a 5% de probabilidade, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Para isto, utilizou-se o programa estatístico Assistat 9.0 (Silva & Azevedo, 2009).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nas diferentes épocas de manejo, a massa seca da parte aérea de aveia preta variou de 6.093 a 9.680  $kg \text{ ha}^{-1}$ . A menor produção de massa seca apresenta valor próximo dos 6.000  $kg \text{ ha}^{-1}$  indicados por Timossi et al. (2006) como suficiente para adequada cobertura da superfície do solo em sistema plantio direto.

Para todas as variáveis analisadas não houve diferença estatística entre as épocas de manejo da aveia preta, bem como interação significativa entre os fatores de variação (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Espaçamento médio (EM), falho, duplo e normal entre plantas de milho em função de métodos de manejo da aveia preta realizados em diferentes épocas antecedendo a semeadura. Coimbra, MG, 2016.

Fatores	EM (cm)	Uniformidade de distribuição de plantas (%)		
		Falho	Duplo	Normal
<b>Teste F</b>				
Época	0,1 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>
Manejo	70,2*	17,1*	5,9*	14,5*
Época x Manejo	0,3 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>
<b>Época</b>				
21 DAS	30,0	7,5	6,1	86,4
14 DAS	30,0	7,9	6,5	85,4
7 DAS	29,9	8,7	6,5	84,8
0 DAS	29,9	7,0	5,8	87,1
<b>Manejo</b>				
Aveia dessecada	34,5 a	12,3 a	8,6 a	79,0 b
Aveia rolada	28,7 b	5,3 b	4,7 b	89,8 a
Aveia roçada	29,3 b	5,7 b	5,3 b	88,8 a
CV(%) Época	2,5	35,7	38,1	4,7
CV(%) Manejo	3,5	48,1	54,2	7,0

Em que: DAS: dias antes da semeadura; CV: coeficiente de variação; <sup>ns</sup>: F não significativo a 5%; \* F significativo a 5%. Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A não influência da época de manejo da cobertura nas variáveis estudadas pode ser justificada pelas condições climáticas. No momento da semeadura, a palhada apresentava-se verde nas parcelas correspondentes ao 0 DAS; e seca o suficiente, quebradiça, para um bom corte pelo disco da semeadora-adubadora naquelas em que os manejos foram antecipados a semeadura em 7, 14 e 21 dias. Isto se deve à baixa precipitação pluvial de 45,4 mm distribuída irregularmente e as elevadas temperaturas médias registradas durante o período de execução dos manejos, 26/09/2016 a 17/10/2016 (Figura 1). Para o correto corte da palhada, as coberturas devem estar verdes ou secas, pois aquelas que se encontram murchas apresentam maior resistência ao corte (Copetti, 2015), o que não foi observado.

Os diferentes manejos da aveia preta afetaram a uniformidade de distribuição de plantas na linha de cultivo do milho, detectando-se maior espaçamento médio, maior porcentagem de espaçamentos falho e duplo, e menor porcentagem de espaçamento normal no manejo da aveia preta dessecada (Tabela 2). Isto decorre da dificuldade de atuação da haste sulcadora para abertura do sulco e de reposição do solo sobre a semente (Trogello et al., 2013). O manejo da aveia preta dessecada teve maior espaçamento médio devido ao menor número de plantas na área.



Figura 2. Plantas de milho cultivado sobre aveia preta dessecada em pé. Coimbra, MG, 2016.

A cultura do milho necessita de distribuição espacial entre plantas na linha de semeadura o mais equidistante possível para permitir o mínimo de competição entre as plantas para demonstrar todo o seu potencial genético na forma de produção de grãos (Sousa, 2016). Uma lavoura uniforme tende a apresentar maior produtividade.

Desta forma, o rendimento de grãos de milho diminui com o aumento da desuniformidade espacial das plantas na linha, o que pode ocorrer mesmo quando se atinge o estande de plantas desejado (Sangoi et al., 2012). A distribuição desuniforme das plantas pode reduzir em até 20% a produtividade (Cortez et al., 2009). Sendo assim, é recomendado que a porcentagem de espaçamentos normais seja acima de 90%, sendo aceitável espaçamentos falhos e múltiplos até 5% (Weirich Neto et al., 2015). No presente trabalho, os manejos mecânicos da aveia preta rolada e roçada apresentaram espaçamentos normais próximos ao recomendado de 89,8% e 88,8%, respectivamente.



Figura 3. Plantas de milho cultivado sobre aveia preta roçada. Coimbra, MG, 2016.

A profundidade de semeadura do milho não foi influenciada pelos tipos de manejo da aveia preta empregados (Tabela 3). Houve redução deste parâmetro que variou de 2,6 cm a 3,0 cm visto que a semeadora-adubadora foi regulada para profundidade de semeadura de 5,0 cm. A palhada de cobertura eleva o conjunto da semeadora-adubadora, reduzindo a profundidade regulada. A profundidade de semeadura, em sistema plantio direto, deve ser realizada na condição de campo (Trogello, 2014).

A profundidade de semeadura interfere na umidade e na temperatura do solo na região da semente (Cruz et al., 2010). Profundidades inferiores a 2,0 cm podem determinar dificuldades na germinação e emergência em situações de baixo teor de umidade no solo e pelo menor contato da semente com o mesmo. Enquanto maiores profundidades de colocação das sementes podem causar dificuldades de emergência das plântulas devido ao maior consumo energético das suas reservas, além de danos causados por baixas temperaturas e baixos níveis de oxigênio (Weirich Neto et al., 2007; Copetti, 2012).

Estudando os manejos da aveia preta gradeada, rolada, triturada e dessecada realizados 15 dias antes da semeadura do milho, Trogello et al. (2013) não encontraram efeito dos tratamentos para a profundidade de deposição de sementes, porcentagem de espaçamento duplo e normal entre plantas. A aveia preta dessecada apresentou maior porcentagem de

espaçamento falho comparativamente a triturada. A aveia preta rolada reduziu o estande inicial de plantas em relação a triturada.

Tabela 3. Profundidade de semeadura (PS), índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), estande inicial de plantas (EST), plantas em mesmo estágio fenológico (V5) e massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de milho avaliada nos estádios fenológicos V4 e V8 em função de métodos de manejo da aveia preta realizados em diferentes épocas antecedendo a semeadura. Coimbra, MG, 2016.

Fatores	PS (cm)	IVE	EST (plantas ha <sup>-1</sup> )	V5 (%)	MSPA (g m <sup>-1</sup> )	
					V4	V8
Teste F						
Época	1,7 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	0,1 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>
Manejo	1,8 <sup>ns</sup>	4,3 <sup>*</sup>	10,2 <sup>*</sup>	21,2 <sup>*</sup>	2,6 <sup>*</sup>	8,9 <sup>*</sup>
Época x Manejo	1,2 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	1,3 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>
Época						
21 DAS	3,1	1,9	65.097	88,4	39	146
14 DAS	2,9	1,7	65.942	88,1	40	143
7 DAS	2,7	1,8	65.217	88,5	41	147
0 DAS	2,4	2,0	65.338	88,4	40	150
Manejo						
Aveia dessecada	3,0	1,6 b	58.243 b	69,2 b	16 a	158 a
Aveia rolada	2,6	2,0 a	69.022 a	98,3 a	22 b	133 b
Aveia roçada	2,8	2,2 a	68.931 a	97,6 a	21 b	138 b
CV(%) Época	28,2	18,9	3,3	2,3	5,6	8,6
CV(%) Manejo	20,6	21,9	3,7	5,1	4,5	20,2

Em que: DAS: dias antes da semeadura; CV: coeficiente de variação; <sup>ns</sup>: F não significativo a 5%; <sup>\*</sup> F significativo a 5%. Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No mesmo local do experimento, Trogello (2014) trabalhou com as mesmas formas de manejo da aveia preta (rolada, roçada e dessecada em pé) e épocas de manejo (21, 14, 7 e 0 DAS) avaliadas neste estudo e não detectou influência dos manejos da palhada nos espaçamentos médio, falho, duplo e normal entre plantas de milho, e na profundidade de semeadura, assim como interação significativa entre os tratamentos. Com relação as épocas, a época do manejo no dia da semeadura proporcionou o menor espaçamento médio e porcentagem de espaçamento falho, e maior porcentagem de espaçamento normal entre plantas, demonstrando melhor condição ao correto desempenho da semeadora-adubadora em decorrência da palhada se apresentar mais verde, o que facilita o corte e a distribuição das sementes na linha.

O mesmo autor verificou ainda que o manejo aos 21 DAS do milho promoveu resultado próximo ao realizado no dia da semeadura para os mesmos espaçamentos, pois a palhada manejada antecipadamente encontra-se em estado de degradação, quebrando-se com

facilidade, sendo facilmente cortada pelo disco frontal da semeadora-adubadora. Porém, o manejo aos 7 e 14 DAS do milho faz com que a palhada desidrate e murche, apresentando dificuldades ao corte e ao correto desempenho na linha de semeadura, repercutindo em piores resultados. Quanto a profundidade de semeadura, esta aumentou linearmente a medida que se antecipou o manejo, assim, o manejo aos 21 DAS do milho apresentou a maior profundidade de semeadura, fato que pode estar relacionado a maior decomposição da massa vegetal e contato com o solo, isto implica em menor elevação do conjunto semeadora-adubadora.

Cortez et al. (2009) constataram que o número de dias para emergência das plântulas de milho, a distribuição longitudinal de plântulas (espaçamentos normais, falhos e duplos) e o estande inicial de plantas não foram afetados pelos diferentes manejos do sorgo com rolo-faca, triturador de palhas e herbicida.

Houve efeito das formas de manejo da aveia preta para o índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas, estande inicial de plantas e porcentagem de plantas de milho em estágio fenológico V5, e foi obtida menores médias quando semeou o milho sobre aveia preta dessecada (Tabela 3).

A aveia preta dessecada apresentou menor IVE em comparação a rolada e a roçada em virtude da maior dificuldade de corte da palhada, interferindo na distribuição e no contato da semente com o solo, o que dificultou a emergência e o desenvolvimento da cultura (Kaefer et al., 2012). A aveia preta submetida a manejos mecânicos com rolo-faca e roçadora melhora a qualidade da semeadura. Estes manejos proporcionaram melhor uniformidade da palhada na superfície do solo e maior fracionamento da mesma em comparação a dessecada, promovendo melhor ambiente de semeadura, desempenho do conjunto motomecanizado e condição para a emergência das plântulas (Trogello et al., 2013; Trogello, 2014).

A aveia preta dessecada reduziu o estande inicial de plantas em 15,62% e 15,51% comparado ao observado em palhada rolada e roçada, nesta ordem (Tabela 3). A redução do estande de plantas em palhada dessecada pode estar relacionada ao inadequado ambiente de semeadura e a redução da entrada de luz no dossel da cobertura morta (Trogello, 2014), refletindo em menor número de plantas na área. Além disso, a maior porcentagem de espaçamento falho encontrada neste manejo (12,3%) contribuiu para a redução desta variável. Desta forma, necessita-se desenvolver futuros trabalhos que possam fornecer maior embasamento científico a respeito desta redução do estande de plantas de milho cultivado em aveia preta dessecada em pé.

O estabelecimento da população inicial é fator primordial para alcançar maiores produtividade e rentabilidade na cultura do milho (Ros et al., 2011; Embrapa, 2012) uma vez que apresenta baixa plasticidade (Ikeda et al., 2013).

Kaefer et al. (2012), em dois anos de condução do experimento, notaram que as épocas de manejo químico da aveia preta 28, 21, 14, 7 e 0 DAS do milho e, conseqüente quantidade de palhada na superfície do solo, não afetaram a porcentagem de plantas de milho emergidas. No entanto, deve-se tomar o cuidado com o manejo muito próximo a semeadura porque pode acarretar uma concorrência inicial por água e haver uma maior dificuldade de corte da palhada, interferindo na distribuição e no contato da semente com o solo, o que dificulta a emergência e o desenvolvimento da cultura.

A cultura do milho no manejo da aveia preta dessecada apresentou menor número de plantas em mesmo estágio fenológico - V5 (69,2%) em relação a cobertura rolada (98,3%) e roçada (97,6%) (Tabela 3) devido a desuniformidade do ambiente formado sob dessecação química da cobertura. O ideal é que 95% das plantas de milho estejam em mesmo estágio fenológico e que se tenha no máximo 5% de plantas com atraso fenológico de uma folha (Trogello, 2014).

Foi observado que 22% das plantas de milho cultivadas sobre aveia preta dessecada apresentaram atraso fenológico de uma folha, encontrando-se em V4, e 8,8% das plantas com duas folhas de atraso fenológico, no estágio V3, sendo dominadas pelas vizinhas, gerando perda de produção por planta (Sangoi et al., 2012; Trogello, 2014), resultado altamente indesejável. Além disso, o menor IVE obtido neste tratamento pode ter colaborado para estes resultados. Entretanto, 1,7% e 2,4% das plantas do manejo rolada e roçada, respectivamente, apresentaram desenvolvimento adiantado, no estágio V6, em relação as demais plantas.

Trogello (2014) avaliou os manejos da palhada de aveia preta rolada, roçada e dessecada em pé e notou que a semeadura do milho em palhada de aveia preta dessecada reduziu o IVE, estande inicial de plantas e porcentagem de plantas em estágio fenológico V5 comparativamente a aveia preta roçada, não havendo interação significativa entre os fatores. O autor verificou ainda maiores valores de IVE quando os manejos foram realizados no dia da semeadura e 21 DAS do milho e que manejar a aveia preta aos 7 ou 14 DAS deixa a palhada murcha, limitando a qualidade da semeadura e o desenvolvimento da cultura.

A produção de massa seca da parte aérea das plantas de milho foi maior nos estádios de desenvolvimento V4 e V8 no manejo da aveia preta dessecada (Tabela 3). O resultado pode ser atribuído ao menor número de plantas por área, as quais foram beneficiadas pela maior

disponibilidade de luz, água e nutrientes, o que resultou em maior crescimento e maior acúmulo de massa seca. Ressalta-se que as plantas de milho cultivadas sobre aveia preta rolada e roçada também apresentaram desenvolvimento adequado.

Cultivando milho em sistema plantio direto orgânico, no mesmo local do experimento, Favarato et al. (2013) quantificaram, respectivamente, 8 g e 121,2 g de massa seca da parte aérea  $m^{-1}$  nos estádios V4 e V8 da cultura, nas condições de milho semeado sobre aveia preta roçada, no dia da semeadura, e incorporação mecânica do composto orgânico no solo.

Cedeño (2014) encontrou acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas de milho de 3,3 g  $m^{-1}$  no V4 e de 461 g  $m^{-1}$  no V8 quando foi plantado uma semana após a aplicação dos tratamentos aveia preta dessecada com vinagre triplo (1.120 L  $ha^{-1}$  de vinagre 12,5% de ácido acético, em aplicação única), que não se diferiu da aveia preta dessecada com glifosato 0,72 L  $ha^{-1}$ , sendo a mesma utilizada como cultura antecessora em sistema plantio direto orgânico e tendo recebido outros tratamentos.

## CONCLUSÕES

Os manejos mecânicos da aveia preta, independente da época, melhoram a qualidade da semeadura do milho com expressiva redução dos espaçamentos falhos e duplos e promovem desenvolvimento adequado das plantas. Porém, estes manejos realizados no dia da semeadura do milho pode ocasionar dificuldades operacionais, principalmente, quando se trata de grandes áreas. Portanto, não sendo recomendado nesta época.

## LITERATURA CITADA

ALMEIDA, R.A.S.; SILVA, C.A.T.; SILVA, S.L. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor. **Agrarian**, v.3, n.7, p.63-70, 2010.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; VOGT, G.A.; TREZZI, M.M.; VEIGA, M. Intervalo de tempo entre a dessecação de pastagem de azevém e a semeadura de feijão, soja e milho. **Scientia Agrária**, v.12, n.2, p.89-96, 2011.

BOTTEGA, E.L.; ROSOLEM, D.H.; OLIVEIRA NETO, A.M.; PIAZZETTA, H.V.L.; GUERRA, N. Qualidade da semeadura do milho em função do sistema dosador de sementes e velocidades de operação. **Global Science and Technology**, v.7, n.1, p.107-114, 2014.

CEDEÑO, S.L.M. **Utilização do vinagre triplo na dessecação de aveia preta em sistema de plantio direto de milho orgânico.** 2014. 38f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

COPETTI, E. Qualidade na semeadura das culturas de inverno. **Revista Plantio Direto**, n.127, 2012.

COPETTI, E. Os desafios da semeadura. **Seed news**, ano XIX, n.1, 2015.

CORRÊA, J.C.; HOFFMANN, H.P.; MONQUERO, P.; CASAGRANDE, J.C.; PUGA, A.P. Efeito do intervalo de dessecação antecedendo a semeadura do milho e do uso de diferentes espécies de plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.2, p.739-746, 2008.

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A.; VIGNA, G.P.; BORSATTO, E.A.; SILVA, R.P. Desempenho do trator agrícola no manejo da cultura de cobertura e pressão de inflação do pneu da semeadora. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.1, p.72-80, 2009.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, J.H.M.; OLIVEIRA, M.F.; MATRANGOLO, W.J.R.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R. **Cultivo do Milho.** Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 10p., setembro, 2010. (Sistemas de Produção, 2).

CRUZ, J.C.; VIANA, J.H.M.; ALVARENGA, R.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; SANTANA, D.P.; PEREIRA, F.T.; HERNANI, L.C. **Sistema plantio direto.** Embrapa Milho e Sorgo, 6.ed, Set. 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de produção do milho**, 2012. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/plantio.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/plantio.htm)>. Acesso em: 03 set. 2017.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3ª ed. Brasília: Embrapa. 2013. 353p.

FAVARATO, L.F.; GALVÃO, J.C.C.; SOUZA, C.M.; FERNANDES, H.C.; CUNHA, D.N.; PAULA, G.S. Incorporação mecânica de composto orgânico e produtividade do milho em sistema de plantio direto orgânico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p.138-151, 2013.

GATIBONI, L.C.; COIMBRA, J.L.M.; WILDNER, L.P.; DENARDIN, R.B.N. Modificações na fauna edáfica durante a decomposição da palhada de centeio e aveia preta, em sistema plantio direto. **Biotemas**, v.22, n.2, p.45-53, 2009.

IKEDA, F.S.; VICTORIA FILHO, R.; MARCHI, G.; DIAS, C.T.S.; PELISSARI, A. Interferências no consórcio de milho com *Urochloa* spp. **Ciência Rural**, v.43, n.10, p.1763-1770, 2013.

JASPER, R.; JASPER, M.; ASSUMPÇÃO, P.S.M.; ROCIL, J.; GARCIA, L.C. Velocidade de semeadura da soja. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.1, p.102-110, 2011.

KAEFER, J.E.; GUIMARÃES, V.F.; RICHART, A.; CAMPAGNOLO, R.; WENDLING, T.A. Influência das épocas de manejo químico da aveia preta sobre a incidência de plantas daninhas e desempenho produtivo do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.481-490, 2012.

KURACHI, S.A.H.; COSTA, J.A.S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G.M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaio e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, v.48, n.2, p.249-262, 1989.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10p. (Circular Técnica, 76).

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.

MELO, F.B.; CORÁ, J.E.; CARDOSO, M.J. Fertilização nitrogenada, densidade de plantas e rendimento de milho cultivado no sistema plantio direto. **Ciência Agrônômica**, v.42, n.1, p.27-31, 2011.

MONQUERO, P.A.; MILAN, B.; SILVA, P.V.; HIRATA, A.C.S. Intervalo de dessecação de espécies de cobertura do solo antecedendo a semeadura da soja. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p.561-573, 2010.

MORAES, P.V.D.; AGOSTINETTO, D.; VIGNOLO, G.K.; SANTOS, L.S.; PANOZZO, L.E. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Planta Daninha**, v.27, n.2, p.289-296, 2009.

NUNES, A.S., TIMOSSI, P.C., PAVANI, M.C.M.D.; ALVES, P.L.C.A. Épocas de manejo químico de *Brachiaria decumbens* antecedendo o plantio direto de soja. **Planta Daninha**, v.27, n.2, p.297-302, 2009.

PINHEIRO NETO, R.; LUCCA E BRACCINI, A.; SCAPIM, C.A.; BORTOLOTTI, V.C.; PINHEIRO, A.C. Desempenho de mecanismos dosadores de sementes em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.5, p.611-617, 2008.

RICCE, W.S.; ALVES, S.J.; PRETE, C.E.C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1220-1225, 2011.

ROS, V.V.; SOUZA, C.M.A.; VITORINO, A.C.T.; RAFULL, L.Z.L. Oxisol resistance to penetration in no-till system after sowing. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.6, p.1104-1114, 2011.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; VIEIRA, J.; PICOLI JR., G.J.; SOUZA, C.A.; CASA, R.T.; SCHENATTO, D.E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C.M.; MACHADO, G.C.; HORN, D. Variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha e rendimento de grãos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.3, p.268-277, 2012.

SANTOS, A.P.; TOURINO, M.C.C.; VOLPATO, C.E.S. Qualidade de semente na implantação da cultura do milho por três semeadoras-adubadoras de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.1601-1608, 2008.

SILVA, E.C.; GALVÃO J.C.C; ALMEIDA, A.A. E MIRANDA G.V. Produtividade de Variedades Locais de Milho nos Sistemas de Cultivo Orgânico e Convencional. **Caatinga**, v.21, n.2, p.78-85, 2008.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, J.G.; NASCENTE, A.S.; SILVEIRA, P.M. Velocidade de semente e profundidade da semente no sulco afetando a produtividade de grãos do arroz de terras altas. **Colloquium Agrariae**, v.13, n.1, p.77-85, 2017.

SILVA, R.B.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; COSTA, M.A.; REDOAN, A.C.; MORATO, J.B. 2011. Dinâmica populacional de parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (J. E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho (*Zea mays* L.) cultivado no sistema orgânico de produção. **Cadernos de Agroecologia**, v.6, n.2, p.1-5, 2011.

SOUSA, S.F.G. **Profundidades de semente e espaçamentos entre plantas na cultura do milho**. 2016. 59f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP - Campus de Botucatu, Botucatu, SP, 2016.

STACCIARINI, T.C.V.; CASTRO, P.H.C.; BORGES, M.A.; GUERIN, H.F.; MORAES, P.A.C.; GOTARDO, M. Avaliação de caracteres agronômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. **Revista Ceres**, v.57, n.4, p.516-519, 2010.

TANAKA, E.M.; SANT'ANA, P.P.; FRANCO, D.L.; KOLACHINSKI, E.; SANTOS, G.B. Qualidade do Plantio na Cultura do Milho (*Zea mays* L.) na região do Vale do Médio Paranapanema-SP. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABMS, 2010. p.2383-2388.

TIMOSSI, P.C., DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Eficácia de glyphosate em plantas de cobertura. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.475-480, 2006.

TROGELLO, E.; MODOLO, A.J.; SCARSI, M.; DALLACORT, R. Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a sementeira direta da cultura do milho. **Bragantia**, v.72, n.1, p.101-109, 2013.

TROGELLO, E. **Épocas e formas de manejo da aveia preta na sementeira e produtividade do milho**. 2014. 38f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

TROGELLO, E.; MODOLO, A.J.; DALLACORT, R.; BAESSO, M.M.; SCARSI, M. Desenvolvimento do milho sobre diferentes manejos de palhada, sulcadores e velocidades de sementeira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p.142-153, 2014.

VALE, W.G.; GARCIA, R.F.; THIEBAUT E, J.T.L.; GRAVINA, G.A. Caracterização estatística de variáveis usadas para ensaiar uma semeadora-adubadora em semeadura direta e convencional. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.4, p.559-567, 2009.

WEIRICH NETO, P.H.; SHIMANDEIRO, A.; GIMENEZ, L.M.; COLET, M.J.; GARBUIO, P.W. Profundidade de Deposição de Sementes de Milho na Região dos Campos Gerais, Paraná. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.782-786, 2007.

WEIRICH NETO, P.H.; FORNARI, A.J.; JUSTINO, A.; GARCIA, L.C. Qualidade na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.1, p.171-179, 2015.

## ARTIGO 2

### ÉPOCAS E MÉTODOS DE MANEJO DA AVEIA PRETA NA LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES, CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DO MILHO

**RESUMO** - O manejo da planta de cobertura pode influenciar a taxa de decomposição e liberação de nutrientes da palhada e o desenvolvimento da cultura do milho. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de métodos de manejo da aveia preta, realizados em diferentes épocas antecedendo a semeadura, sobre a decomposição e liberação de N, P, K e Mg da palhada, características agronômicas e produtividade do milho. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas (4x3), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro épocas de manejo da aveia preta (21, 14, 7 e 0 dias antecedendo a semeadura do milho) e as subparcelas por três métodos de manejo da aveia preta (dessecada, rolada e roçada). As plantas de aveia preta foram manejadas no florescimento. A decomposição da palhada foi avaliada aos 0, 10, 30, 60, 100 e 150 dias após a semeadura do milho. Não se observou efeito de interação significativa entre os fatores sobre as características agronômicas, produtividade e os teores de N, P, K e Mg nas folhas de milho. Conclui-se que a decomposição e liberação dos nutrientes foi mais rápida na palhada de aveia preta roçada, em todas as épocas de manejo. O Mg seguido do K, P e N foi o nutriente liberado mais rapidamente da palhada para o solo durante o processo de mineralização. Para obtenção de maiores produtividades do milho recomenda-se os manejos mecânicos da aveia preta no dia da semeadura ou o mais próximo possível devido a liberação imediata, até 10 dias após a semeadura, em torno de 22, 27, 44 e 2,8 kg ha<sup>-1</sup> do total de N, P, K e Mg acumulado na massa seca, respectivamente.

**Palavras-chave:** *Avena strigosa* Schreb, nutrientes, palhada, tempo de meia vida, *Zea mays* L.

**Periods and methods of black oat management in the nutrient release, agronomic characteristics and maize yield**

**ABSTRACT** - The management of the cover plant may influence the rate of decomposition and nutrient release of the straw and the development of the later crop. The objective of this study was to evaluate the effect of black oat management method carried out at different

periods before sowing on decomposition and of N, P, K and Mg release from the straw, agronomic characteristics and yield maize. The experimental design was a randomized blocks, in design a split plot (4x3), with four replications. The plots where consisted by four periods of management the black oat (21, 14, 7 and 0 days preceding the maize seeding) and the sub-plots by three management methods (desiccated, rolled and cleared). The plants of black oat were managed in flowering. The decomposition of straw was evaluated to 0, 10, 30, 60, 100 and 150 days after maize sowing. It was not observed significant interaction effect between the factors about the agronomic characteristics, yield and N, P, K and Mg contents in maize leaves. It is concluded that the decomposition and nutrients release it was faster on cleared black oat straw, in all periods of management. The Mg followed by K, P and N was the nutrient released faster from the straw to the soil during the mineralization process. For obtaining the greater maize yield it is recommended the mechanical managements black oat on the day of seeding or as close as possible because of the immediate release, up to 10 days after sowing, around of 22, 27, 44 e 2.8 kg ha<sup>-1</sup> of the total N, P, K and Mg, accumulated in the dry mass, respectively.

**Keywords:** *Avena strigosa* Schreb, nutrient, straw, half-life, *Zea mays* L.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais produzido no mundo e o Brasil é o terceiro maior produtor superado pelos Estados Unidos e China, sendo o segundo maior exportador do produto. A produção nacional (primeira e segunda safras) no ano agrícola de 2018/2019 foi estimada em 97 milhões de toneladas de milho cultivados em 17,3 milhões de hectares, obtendo-se, assim, produtividade média de 5.605 kg ha<sup>-1</sup>. Destacam-se os estados Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul como maiores produtores (Conab, 2019).

O sucesso da produção de milho em plantio direto tem como principal fundamento a escolha da planta de cobertura do solo, a melhor época da semeadura e o melhor manejo quando cultivada como antecessora (Kaefer et al., 2012).

O manejo da aveia preta que posicione a palhada no solo de modo a facilitar o processo de semeadura e a época de realização do manejo podem influenciar as condições produtivas da cultura do milho. A época de manejo da aveia preta pode acarretar diferença na taxa de decomposição e liberação de nutrientes da palhada, nas condições do ambiente de semeadura

e, por consequência, no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho (Trogello, 2014).

A decomposição dos resíduos vegetais pode ser controlada pelo manejo da palhada que definirá o tamanho dos fragmentos, relação C/N, teor de lignina (Torres et al., 2008), condições edafoclimáticas da região como pH, nutrientes, temperatura e umidade do solo (Perin et al., 2010), grau de contato dos resíduos com o solo (Rodrigues *et al.*, 2012) e consequente acesso dos microrganismos à energia e aos nutrientes contidos nos resíduos (Aita et al., 2014), fatores estes que influenciam a atividade dos organismos decompositores (Carvalho et al., 2015).

Dentre as plantas de cobertura do solo destaca-se a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) em virtude da facilidade na aquisição de sementes e implantação, rusticidade, rapidez na formação de cobertura do solo, efeito supressor alelopático sobre muitas plantas espontâneas, baixa taxa de decomposição dos resíduos comparado às fabáceas. Apresenta acúmulo de nutrientes no tecido vegetal (parte aérea + raízes) na seguinte ordem: K>N>Ca>Mg>P (Wolschick et al., 2016) pela sua capacidade de reciclagem, liberando-os gradativamente nas camadas superficiais para a cultura sucessora (Crusciol et al., 2008).

Com base no exposto, o objetivo foi avaliar o efeito de métodos de manejo da aveia preta, realizados em diferentes épocas antecedendo a semeadura, sobre a decomposição e liberação de N, P, K e Mg da palhada, características agrônômicas e produtividade da cultura do milho em sucessão.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi conduzida na Estação Experimental São João, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, situada em Coimbra, MG.

Os dados climáticos registrados no município de Viçosa, MG, no decorrer do experimento estão apresentados na Figura 4. Este município com 648 m de altitude localiza-se a 20 km de Coimbra, MG, onde foi realizada a pesquisa, apresentando, portanto, aspectos climáticos semelhantes.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico (Embrapa, 2013) muito argiloso. Na área, por muitos anos, cultivaram-se convencionalmente milho para produção de grãos no verão e de feijão no inverno. Na safra 2015/2016 foi cultivado milho em monocultivo e consorciado com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*)

sob diferentes coberturas vegetais em sistema plantio direto orgânico e, após a colheita, os resíduos culturais foram mantidos na superfície do solo.

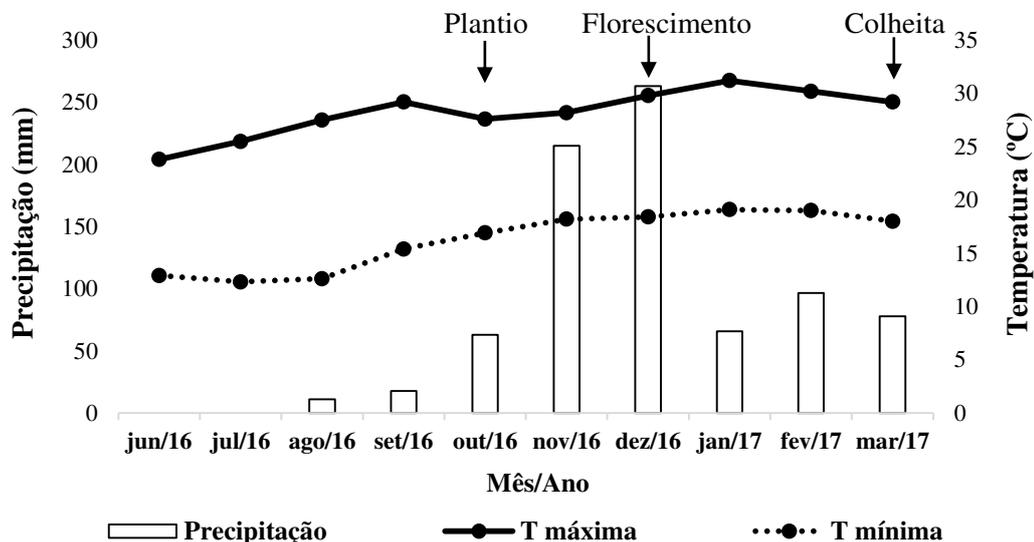


Figura 4. Precipitação pluvial acumulada (mm) e temperaturas máxima e mínima (°C) registradas no município de Viçosa, MG, durante a realização do experimento.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas (4x3), com quatro repetições. As parcelas foram compostas por quatro épocas de manejo da aveia preta (21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura - DAS do milho) e as subparcelas por três manejos da aveia preta (dessecada, rolada e roçada).

Por ocasião da semeadura da aveia preta, os resíduos culturais foram parcialmente incorporados ao solo durante o preparo da área por meio de uma aração e uma gradagem leve. A cultivar Embrapa 139 foi semeada a lanço na densidade de 80 kg ha<sup>-1</sup> sem adubação, irrigada até a fase de pré-florescimento. A semeadura ocorreu de forma escalonada nas datas 24 de junho, 01, 08 e 15 de julho de 2016, visando o manejo da planta em mesmo estágio fisiológico, no florescimento. Assim, aos 21, 14, 7 e 0 DAS do milho, os manejos foram realizados com auxílio de roçadora costal motorizada (palhada roçada), rolo-faca preenchido com água tracionado por trator (palhada rolada) e pulverizador costal manual de 20 L, aplicando 2,5 L ha<sup>-1</sup> do glifosato 360 g L<sup>-1</sup> do equivalente ácido (palhada dessecada em pé, sem manejo mecânico).

Imediatamente após os manejos, foi avaliada a massa seca da parte aérea das plantas por meio de duas amostragens de 0,25 m<sup>2</sup> em cada subparcela. O material coletado foi seco em estufa, a 65 °C, por 72 horas, e pesado para obtenção da massa seca em kg ha<sup>-1</sup>.

Para avaliar a liberação de nutrientes, utilizaram-se sacolas de decomposição com abertura de malha de 2 mm e dimensão 0,25 m x 0,25 m (Amado et al. 2003). Logo após os manejos, seis sacolas contendo 100 g de material vegetal foram dispostas na superfície do solo nas respectivas subparcelas de origem. As coletas foram realizadas aos 0, 10, 30, 60, 100 e 150 dias após a semeadura do milho - DASM. O material vegetal remanescente foi seco em estufa, a 65 °C, por 72 horas, e pesado para obtenção da taxa de decomposição e, em seguida, moído.

Foi calculada a decomposição da massa seca para cada época de manejo e a liberação do nutriente remanescente, utilizando o modelo exponencial (Thomas & Asakawa, 1993):  $X = X_0 e^{-kt}$ , em que X é a quantidade de massa seca ou nutriente remanescente após um período de tempo t, em dias;  $X_0$  é a quantidade de massa seca ou nutriente inicial. O tempo de meia-vida ( $T_{1/2}$ ), tempo necessário para decompôr metade da massa vegetal ou liberar metade do nutriente existente no tempo inicial, foi calculado a partir dos valores de k, constante de decomposição/liberação, em que  $T_{1/2} = \ln(0,5)/k$ .

Foram determinados os teores de N total, P, K e Mg contidos nos resíduos da aveia preta em cada época de coleta. Para N total foram utilizadas digestão sulfúrica, destilação pelo método de Kjeldahl e titulação. Para P, K e Mg foi utilizada a digestão nítrico-perclórica com leitura em espectrofotômetro, fotômetro de chama e espectrofotômetro de absorção atômica, respectivamente (Silva, 2009). O acúmulo de cada nutriente na palhada em  $\text{kg ha}^{-1}$  foi calculado multiplicando o teor pela massa seca remanescente. Pela diferença entre a quantidade do nutriente acumulado na palhada em cada época avaliada em relação à quantidade inicial (0 DASM), obteve-se a quantidade liberada pela massa seca.

Na véspera da semeadura do milho, os resultados da análise do solo, na camada de 0-0,20 m, indicaram: pH em água 6,3; P e K 10,9 e 210  $\text{mg/dm}^3$ , respectivamente,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ , H+Al, SB, CTC(t) e CTC(T) 28; 14; 0,0; 25; 47; 47 e 72  $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ , nesta ordem, V 65% e matéria orgânica 36  $\text{g kg}^{-1}$ .

Em 17/10/2016 foi realizada a semeadura do milho com semeadora-adubadora de plantio direto marca Vence Tudo®. Foi utilizado o híbrido simples LG 6036 com tecnologia VT PRO 2™ almejando população de 70.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , empregando-se adubação de base NPK 08:28:16 (300  $\text{kg ha}^{-1}$ ).

Cada parcela teve dimensões de 5 m x 10 m (50  $\text{m}^2$ ), sendo constituída por oito fileiras de plantas, espaçadas com 0,50 m. O tamanho da subparcela foi de 5 m x 3,33 m (16,65  $\text{m}^2$ ),

tendo como área útil 6,9 m<sup>2</sup> formada por seis fileiras centrais, excluindo-se 0,50 m nas extremidades.

As plantas receberam irrigação complementar durante a fase vegetativa. O controle das plantas espontâneas foi feito mediante uma aplicação de 4 L ha<sup>-1</sup> de glifosato, utilizando-se volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, no estágio fenológico V3 do milho, três folhas completas (Magalhães & Durães, 2006). A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada manualmente na dose 120 kg ha<sup>-1</sup> empregando-se a ureia como fonte de N, sendo aplicada no estágio fenológico V4 do milho, quatro folhas completas (Magalhães & Durães, 2006).

Em pleno florescimento da cultura, realizaram-se coletas da folha índice, utilizando a primeira folha abaixo e oposta à espiga em 15 plantas por subparcela. As folhas foram secas em estufa, a 65 °C, até massa constante, e trituradas para a mensuração do teor de N total, P, K e Mg em g kg<sup>-1</sup> conforme Silva (2009).

No estágio R1 do milho, dez plantas da área útil foram avaliadas para obtenção da altura de plantas (medindo-se do solo até a inserção da última folha) e de inserção de espigas (medindo-se do solo até o nó de inserção da espiga no colmo) com régua graduada em centímetros e diâmetro de colmo (medindo-se o primeiro entrenó acima do solo) com auxílio de paquímetro digital, em mm. A altura de plantas e diâmetro de colmo também foram avaliados nos estádios fenológicos V4 e V8 do milho, quatro e oito folhas completas (Magalhães & Durães, 2006).

No período de maturação fisiológica da cultura foram colhidas manualmente todas as espigas da área útil. Fez-se o estande final de plantas através da contagem de todas as plantas da área útil com extrapolação para plantas por hectare, índice de sobrevivência de plantas obtido pela divisão do estande final pelo estande inicial, prolificidade (dividiu-se o número de espigas na área útil pelo número de plantas em mesma área, obtendo o número médio de espigas por planta), a contagem do número de fileiras de grãos por espiga e o número de grãos por fileira em 10 espigas aleatórias na área útil.

Para determinação da produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup> e da massa de 100 grãos em g (coleta de três amostras de 100 grãos) corrigidas para 13% de umidade, as espigas foram trilhadas em debulhador estacionário, os grãos pesados e determinada a umidade.

Com utilização do programa Sisvar (Ferreira, 2011) os dados foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados referentes à produção de massa seca da parte aérea, massa seca remanescente e N, P, K e Mg remanescentes foram ajustados a equações de regressão, a 1% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve decréscimo linear da produção de massa seca da parte aérea da aveia preta em função das épocas de semeadura (Figura 5).

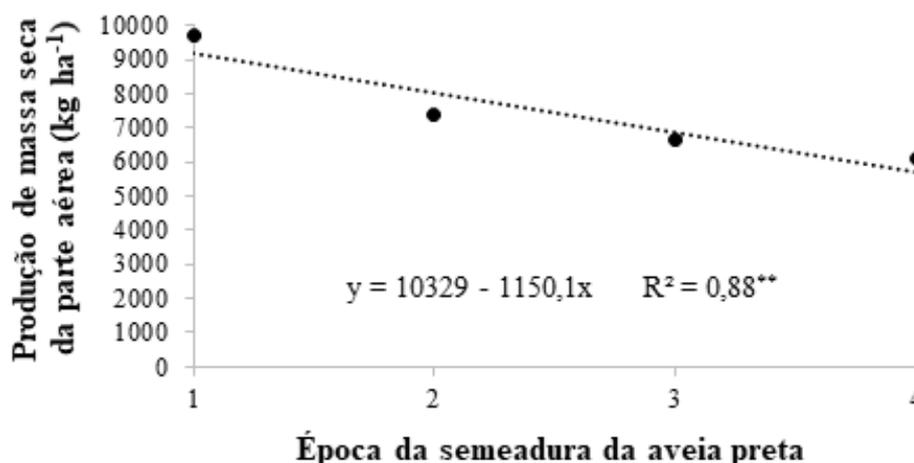


Figura 5. Modelo de regressão ajustado para a massa seca da parte aérea da aveia preta em função de épocas da semeadura. \*\* Significativo a 1% de probabilidade. Época 1: 21 DASM, Época 2: 14 DASM, Época 3: 7 DASM e Época 4: 0 DASM. Em que: DASM: dias antes da semeadura do milho. Coimbra, MG, 2016.

A maior produção foi de 9.680 kg ha<sup>-1</sup> quando a aveia preta foi semeada em 24/06/2016 (Época 1) e manejada aos 21 DAS do milho. Este resultado se atribui a semeadura ter ocorrido em junho, período de menor temperatura (Figura 1), que favorece o perfilhamento da planta na fase inicial do desenvolvimento, promovendo aumento da massa seca. A menor produção foi de 6.093 kg ha<sup>-1</sup> para aveia preta semeada em 15/07/2016 (Época 4) e submetida aos manejos no 0 DAS do milho, estando de acordo com Nunes et al. (2006) que consideram 6.000 kg ha<sup>-1</sup> de palhada suficiente para boa cobertura do solo, necessária para a manutenção do plantio direto.

De modo geral, a aveia preta produziu rendimentos satisfatórios de massa seca devido à oferta de nutrientes ao solo via mineralização dos resíduos do milho e do feijão-de-porco e irrigação efetuada, visto que a aveia preta foi cultivada no período seco do ano. No mesmo local, Brito et al. (2017) constataram que a aveia preta semeada no final de junho de 2015 produziu 7.020 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca e Trogello (2014) quantificou valores entre 7.160 a 8.465 kg ha<sup>-1</sup> quando o plantio da aveia preta ocorreu nas mesmas épocas avaliadas, no período de 2013.

A taxa de decomposição dos resíduos de aveia preta rolada, dessecada e roçada em razão do tempo, representada pela massa seca remanescente, assumiu comportamento exponencial para cada época de manejo avaliada (Tabela 4).

Tabela 4. Equações das estimativas da decomposição de massa seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) com as respectivas constantes de decomposição (k) em função do tempo (x) de decomposição e tempo de meia vida ( $T_{1/2}$ ) da aveia preta cortadas nas épocas 21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura (DAS) do milho nos manejos rolada, dessecada e roçada. Coimbra, MG, 2016.

Época	Manejo	Equação	k	$T_{1/2}$ (dias)	$R^2$
21 DAS	Aveia rolada	$y = 7551,8e^{-0,006x}$	-0,006	116	0,98**
	Aveia dessecada	$y = 7890,3e^{-0,006x}$	-0,006	116	0,95**
	Aveia roçada	$y = 7803,6e^{-0,007x}$	-0,007	99	0,95**
14 DAS	Aveia rolada	$y = 5491,1e^{-0,008x}$	-0,008	87	0,91**
	Aveia dessecada	$y = 5631,4e^{-0,008x}$	-0,008	87	0,96**
	Aveia roçada	$y = 6028,7e^{-0,011x}$	-0,011	63	0,99**
7 DAS	Aveia rolada	$y = 5563,3e^{-0,01x}$	-0,01	69	0,93**
	Aveia dessecada	$y = 5470e^{-0,007x}$	-0,007	99	0,90**
	Aveia roçada	$y = 6419,2e^{-0,013x}$	-0,013	53	0,97**
0 DAS	Aveia rolada	$y = 5170,6e^{-0,008x}$	-0,008	87	0,95**
	Aveia dessecada	$y = 5199,6e^{-0,007x}$	-0,007	99	0,90**
	Aveia roçada	$y = 5303e^{-0,01x}$	-0,01	69	0,97**

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

Em todas as épocas de manejo, a aveia preta roçada (Figura 6A) apresentou menor tempo de meia vida em comparação a dessecada (Figura 6B) e a rolada (Figura 6C) em virtude da maior fragmentação e contato da palhada com o solo, somado ao fato do processo de roçagem promover morte mais rápida das plantas ao seccionar a parte aérea da raiz, acelerando a decomposição da biomassa. Em consequência disso, os macronutrientes N, P, K e Mg foram liberados mais rapidamente pela aveia preta roçada.

O maior tempo de meia vida observado no tratamento da aveia preta dessecada comparativamente a roçada se deve a menor fragmentação e contato da palhada com o solo. Além disso, a dessecação química da aveia preta no florescimento não afeta de imediato a decomposição (Santos et al., 2011) pois a ação sistêmica do herbicida glifosato provoca morte lenta das plantas (Jaremtchuk et al., 2008), atrasando o processo de degradação da palhada.



Figura 6. Plantas de aveia preta roçadas (A), dessecadas em pé (B) e roladas (C). Coimbra, MG, 2016.

Os resultados mostraram que a aveia preta rolada também apresentou maior tempo de meia vida comparada a roçada, isto pode estar associado ao fato de que a rolagem da aveia preta permite as plantas permanecerem vivas por maior período (Argenta et al., 2001). O rolo faca apenas secciona o caule da aveia preta, mantendo a distribuição da planta inteira sobre o solo (Reis et al., 2007) o que propicia menor fragmentação e contato da cobertura com o solo, retardando a decomposição dos resíduos.

De maneira geral, no presente estudo a decomposição foi mais lenta comparada ao trabalho de Carneiro et al. (2008) em que a palhada de aveia preta apresentou menor tempo de meia vida de 72 dias em decorrência das elevadas temperaturas e precipitações pluviais da região do Cerrado, que aceleram a decomposição.

A decomposição mais lenta da palhada decorre da maior proporção de material lignificado (colmos) e da alta relação C/N (> 30) da aveia preta (Silva et al., 2012), o que a caracteriza como planta de alta persistência. Resultado vantajoso pois preserva maior quantidade de resíduos sobre o solo, contribuindo para a manutenção de umidade e a proteção contra o efeito erosivo (Crusciol et al., 2008), e supressão de plantas espontâneas (Santos et al., 2011; Favarato et al., 2014).

A umidade do solo proveniente das precipitações pluviais ocorridas durante as avaliações (769,8 mm) favoreceu a decomposição da massa seca, fato relatado por Calonego et al. (2012) e Torres et al. (2014). Segundo Correia et al. (2009) o aumento nos teores de umidade do solo foi o que mais influenciou o incremento da atividade microbiana. Grugiki et al. (2017) relatam que o período de menor ocorrência de chuvas influenciou negativamente a atividade microbiológica do solo, reduzindo a taxa de decomposição do material vegetal.

A quantidade remanescente do nutriente na palhada é indicativo da quantidade disponibilizada para o solo (Costa et al., 2014). Assim, quanto menor a quantidade acumulada do nutriente no resíduo em processo de degradação, maior foi sua quantidade liberada para o solo (Crusciol et al., 2008).

Os dados de N (Figura 7), P (Figura 8), K (Figura 9) e Mg (Figura 10) remanescente acumulado na palhada de aveia preta rolada, dessecada e roçada em cada época de manejo da cobertura foram ajustados à função exponencial. Independente da época de manejo, o tratamento aveia preta roçada apresentou menor tempo de meia vida para a liberação de nutrientes em decorrência da sua maior taxa de decomposição.

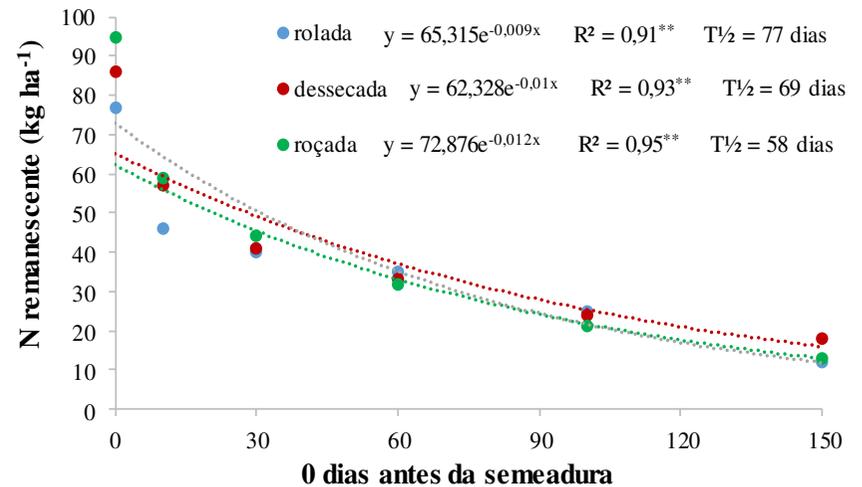
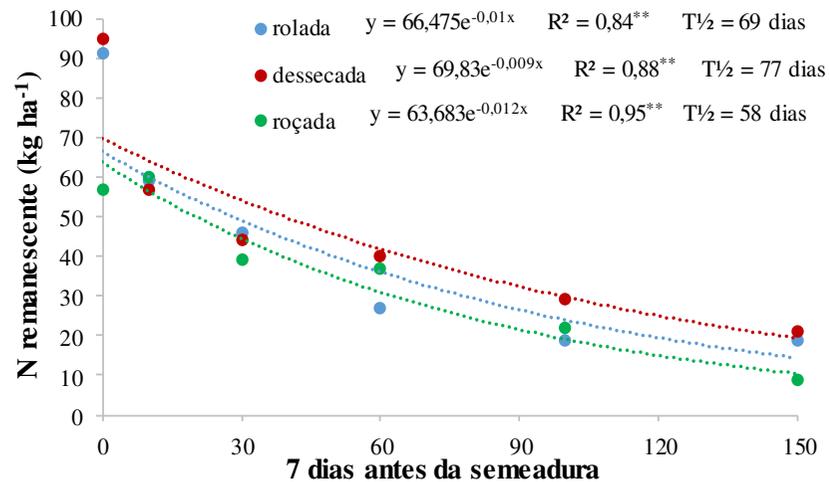
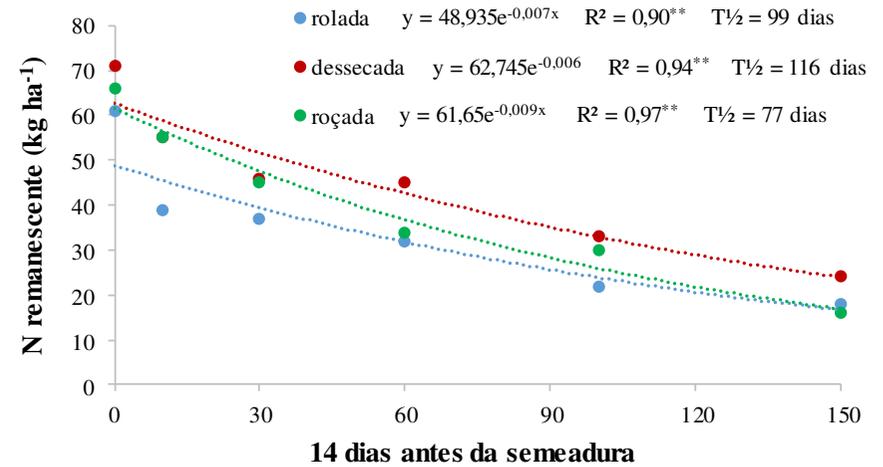
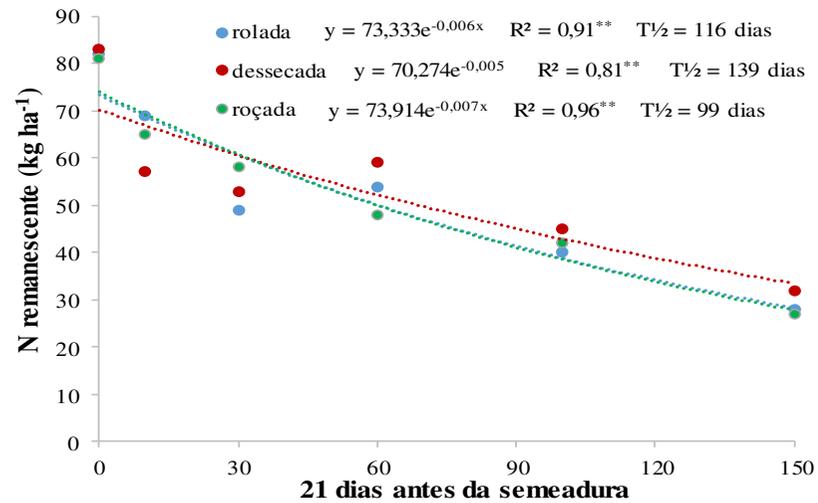


Figura 7. Nitrogênio remanescente acumulado na palhada de aveia preta rolada, dessecada e roçada em função do tempo após a semeadura do milho quando o manejo ocorreu aos 21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura. \*\* Significativo a 1% de probabilidade. Coimbra, MG, 2016.

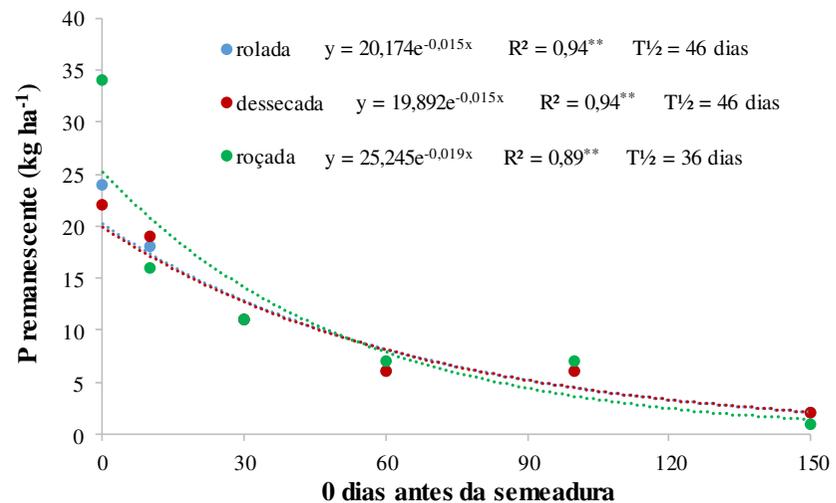
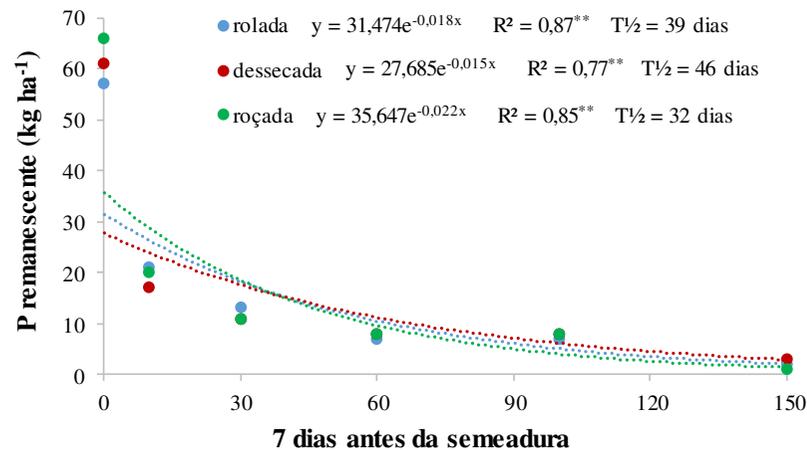
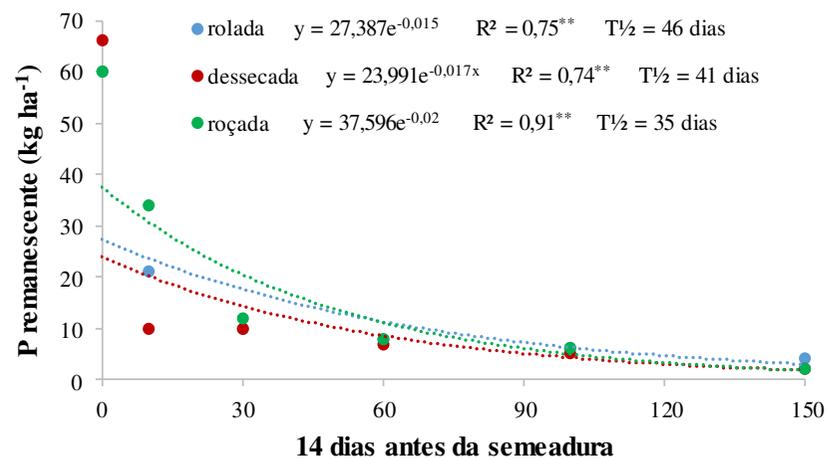
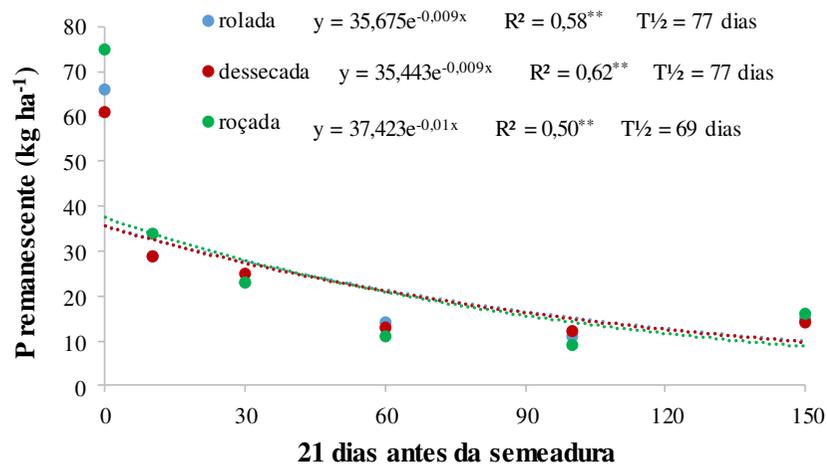


Figura 8. Fósforo remanescente acumulado na palhada de aveia preta rolada, dessecada e roçada em função do tempo após a semeadura do milho quando o manejo ocorreu aos 21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura. \*\* Significativo a 1% de probabilidade. Coimbra, MG, 2016.

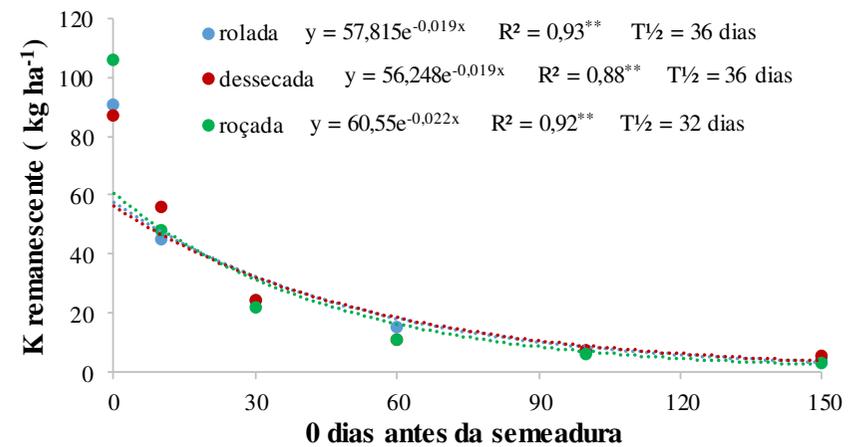
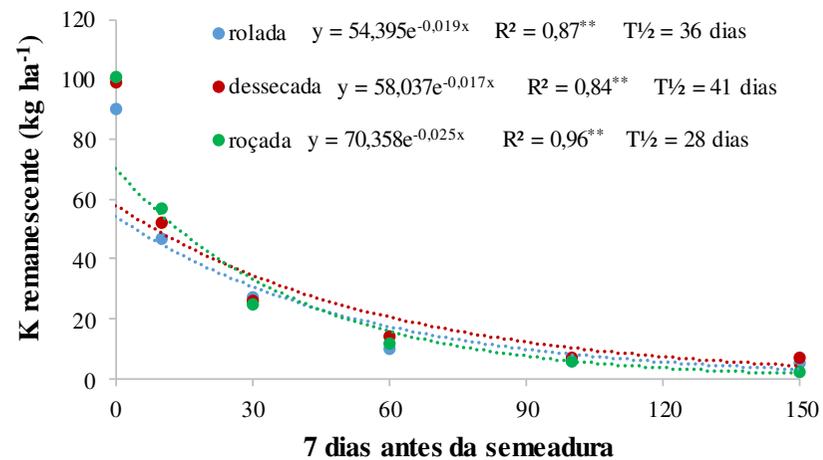
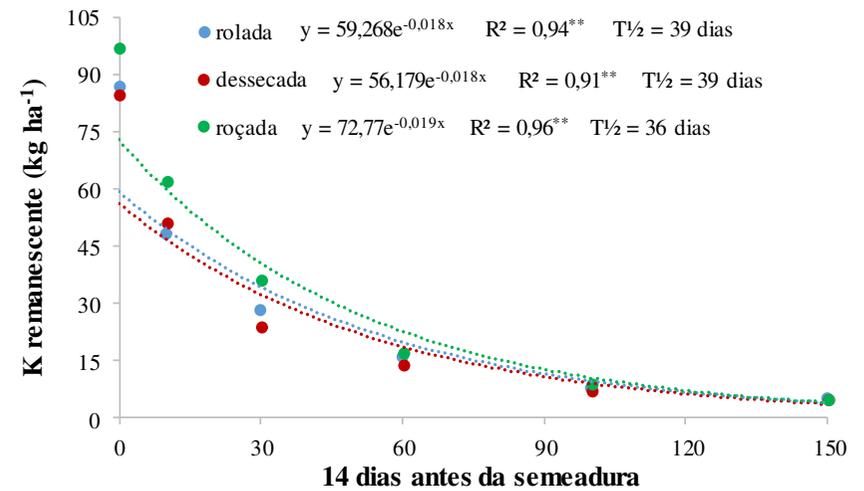
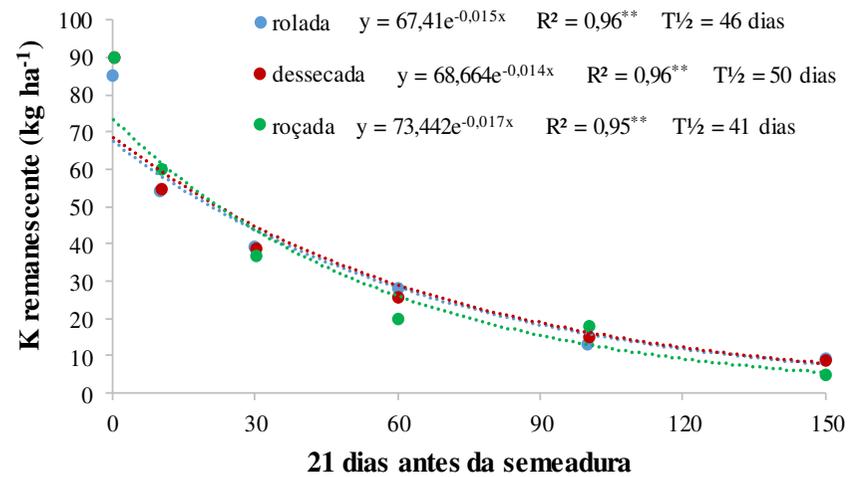


Figura 9. Potássio remanescente acumulado na palhada de aveia preta rolada, dessecada e roçada em função do tempo após a semeadura do milho quando o manejo ocorreu aos 21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura. \*\* Significativo a 1% de probabilidade. Coimbra, MG, 2016.

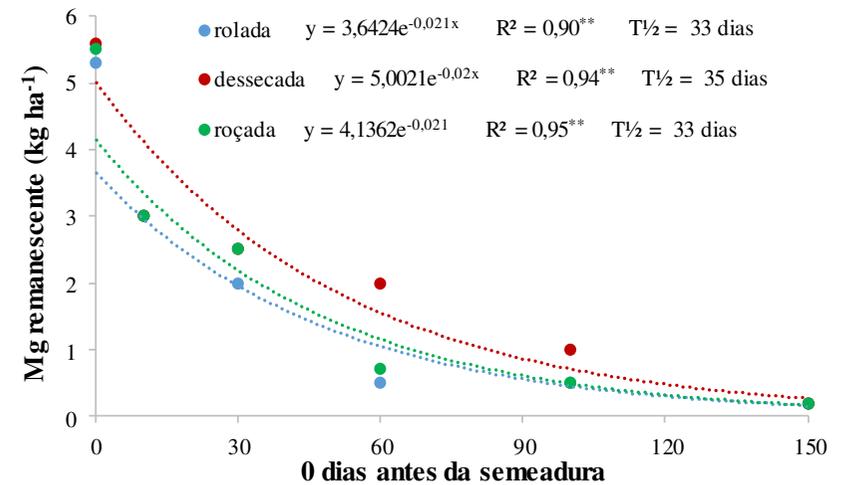
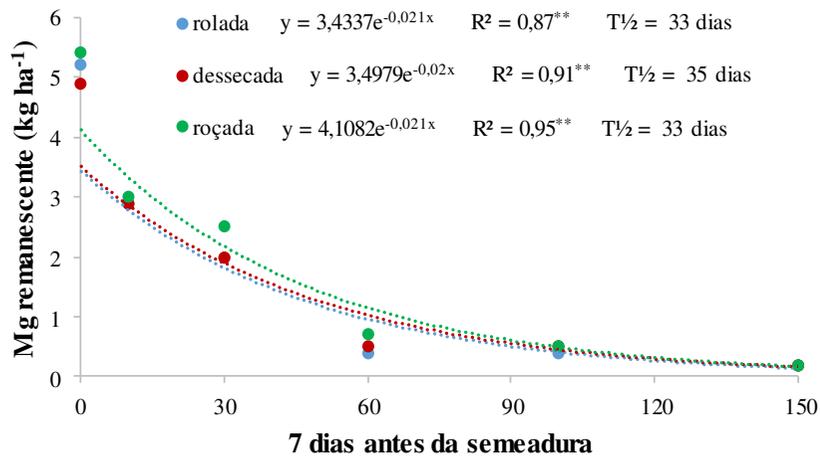
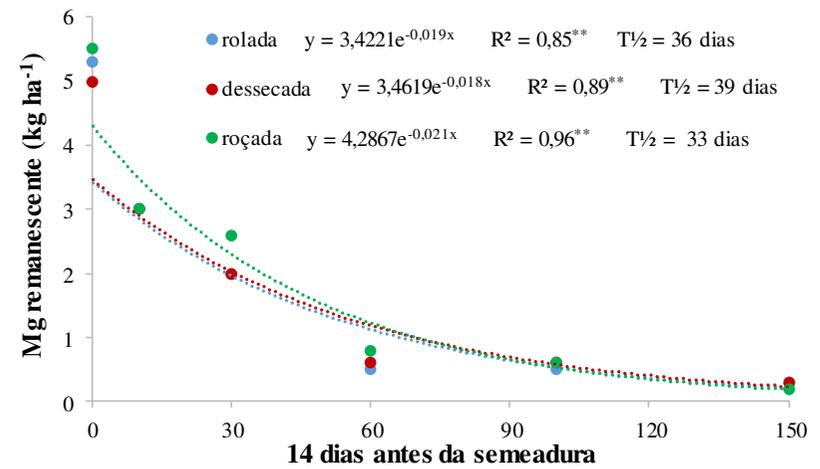
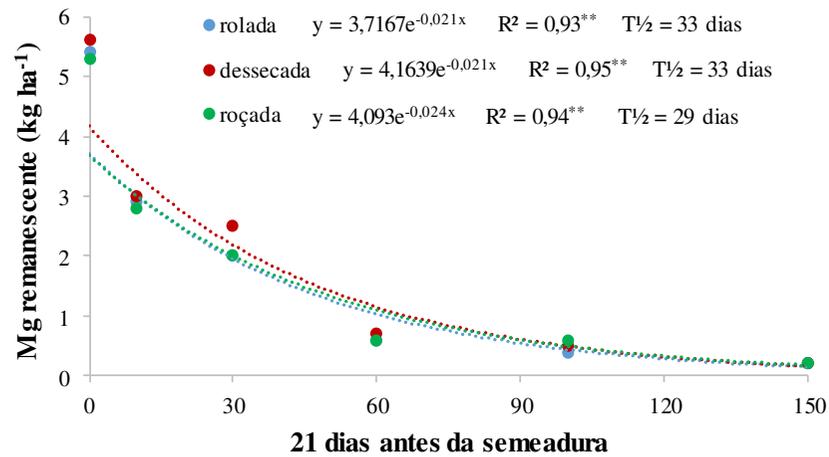


Figura 10. Magnésio remanescente acumulado na palhada de aveia preta rolada, dessecada e roçada em função do tempo após a semeadura do milho quando o manejo ocorreu aos 21, 14, 7 e 0 dias antes da semeadura. \*\* Significativo a 1% de probabilidade. Coimbra, MG, 2016.

O N apresenta menor taxa de liberação, resultante da alta relação C/N da palhada de aveia preta ( $> 30$ ) ocasionar a imobilização microbiana de N mineral do solo para a degradação da mesma (Cherubin et al., 2014). A liberação gradativa de N é interessante uma vez que minimiza o risco de perdas por volatilização, lixiviação e/ou desnitrificação, percolação e erosão (Melo et al., 2011; Aita et al., 2014) pois na região do estudo, as altas precipitações pluviais nos meses de novembro e dezembro (Figura 2) aumentam a susceptibilidade as perdas. Foram necessários 87 dias para liberação da metade do N acumulado na massa seca inicial. Acúmulo este justificado pela maior quantidade de massa seca produzida.

O N é exigido em maior quantidade pela cultura do milho, sendo normalmente o que mais limita a produtividade de grãos (Farinelli & Lemos 2012). Até 10 DASM, a aveia preta mineralizou  $22 \text{ kg ha}^{-1}$  de compostos nitrogenados acumulados na palhada. O seu fornecimento nos primeiros estádios de desenvolvimento da cultura é essencial para a obtenção de produção satisfatória, além de colaborar para a redução dos custos de produção, principalmente, pela economia de fertilizantes nitrogenados (Medrado et al., 2011) em cobertura.

Foi verificada dinâmica semelhante para P, K e Mg com acentuada liberação inicial destes elementos da palhada aos 10 DASM e posterior redução gradual até valores próximos a zero. Neste período, foram disponibilizados em torno de 27, 44 e  $2,8 \text{ kg ha}^{-1}$  da quantidade inicial de P, K e Mg, respectivamente. Isso pode ser explicado pela fase inicial de rápida decomposição do compartimento mais decomponível como folhas sucedida de outra fase, mais lenta, de materiais recalcitrantes pela presença de maior teor de lignina, celulose e polifenóis (Pires et al., 2008; Teixeira et al., 2009). A rápida taxa inicial de liberação de macronutrientes também foi relatada por Rossi et al. (2013) e Costa et al. (2014).

Das quantidades totais de N, P, K e Mg acumuladas na massa seca, 50% foi liberado pela aveia preta até os 87, 46, 38 e 33 DASM, respectivamente. Já Torres et al. (2008) detectaram maior  $T_{1/2}$  de 123 e 267 para N e P, e menor  $T_{1/2}$  de 17 dias para Mg e Torres & Pereira (2008) de 105 dias para K. De acordo com estes mesmos autores, os maiores valores de  $T_{1/2}$  observados podem ser justificados pela menor precipitação e temperatura registradas no ano agrícola atípico de 2001 em comparação ao de 2000, após a dessecação da aveia preta no Cerrado de Uberaba.

O Mg foi o macronutriente que apresentou maior taxa de liberação devido a 70% deste elemento ser armazenado no vacúolo, sendo facilmente liberado (Marschner, 2012). Os 30%

restantes são mineralizados de modo gradual, dependentes da decomposição, por fazer parte de componentes estruturais das plantas (Maluf et al., 2015).

O K foi o segundo macronutriente mais liberado pela aveia preta, sendo o íon mais abundante nas células vegetais. Sua rápida liberação pode ser atribuída ao fato deste elemento não está associado a componentes estruturais do tecido vegetal, o que permite fácil liberação após o rompimento da membrana plasmática (Marschner, 2012). Assim, a mineralização não seria um pré-requisito para a transferência de K do resíduo para o solo, sendo o termo liberação mais apropriado para este nutriente (Maluf et al., 2015).

A acentuada liberação inicial de K para o solo pode ficar disponível para absorção do sistema radicular da cultura sucessora, para imobilização em compostos minerais de difícil solubilidade (Mateus et al., 2017) e lixiviação, principalmente, por ação da água das chuvas (Calonego et al., 2012).

Naturalmente, em solos tropicais e subtropicais, o P encontra-se em concentrações muito baixas na solução, sendo limitante para o crescimento e desenvolvimento de culturas comerciais (Pavinato & Rosolem, 2008). Sendo assim, o cultivo da aveia preta com maior capacidade de acumular P na parte aérea e posterior liberação durante a mineralização dos compostos orgânicos constitui estratégia interessante para aumentar a sua disponibilidade no solo para absorção das culturas seguintes, pois o P no solo pode se transformar em formas não lábeis via processo de fixação (Calonego et al., 2012). Além disso, o uso eficiente de P pela planta de cobertura diminui a demanda de fertilizantes fosfatados minerais e reduz os riscos de contaminação ambiental (Tiecher et al., 2015a).

A maior parte de P encontra-se no interior do vacúolo das células na forma mineral, com alta capacidade de se solubilizar em água (Marschner, 2012). Para ocorrer a liberação deste elemento dos resíduos culturais, é necessário que os vacúolos das células sejam rompidos (Pacheco et al., 2011). A água procedente da irrigação do experimento somada a da chuva acumulada nos primeiros 10 DASM (17 mm) pode ter colaborado para que o P e Mg solúveis em água no interior dos vacúolos e o K fosse liberado rapidamente, restando na massa seca de aveia preta apenas as formas de P e Mg menos solúveis em água (Pacheco et al., 2011), dependentes da atividade microbiana para a sua mineralização.

A aveia preta, além da produção de massa seca satisfatória possui potencial de extrair e ciclar macronutrientes, notadamente, N, P e K, evitando a lixiviação acentuada ou imobilização, tornando-os disponíveis às culturas em sucessão (Crusciol et al., 2008).

Não foi observado efeito de interação entre as épocas e métodos de manejo da aveia preta sobre as características agrônômicas e produtividade avaliadas (Tabelas 5 e 6) e sobre os teores de N, P, K e Mg nas folhas de milho (Tabela 7).

Tabela 5. Altura de plantas e diâmetro de colmo nos estádios V4, V8 e R1 do milho e altura de inserção de espigas em função de métodos de manejo da aveia preta realizados em diferentes épocas antecedendo a semeadura. Coimbra, MG, 2016.

Fatores	Altura de plantas			Diâmetro de colmo (mm)			Altura de espigas (m)
	V4(cm)	V8(cm)	R1(m)	V4	V8	R1	
<b>Teste F</b>							
Época	0,1 <sup>ns</sup>	3,8 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,9 <sup>ns</sup>	2,5 <sup>ns</sup>
Manejo	16,5*	11,0*	14,1*	6,3*	11,4*	5,8*	18,3*
Época x Manejo	0,7 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,9 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>
<b>Época</b>							
21 DAS	17,6	72,2	2,58	7,3	26,9	25,5	1,41
14 DAS	17,7	67,1	2,56	7,4	26,7	25,4	1,40
7 DAS	17,7	78,7	2,64	7,4	27,6	26,0	1,45
0 DAS	17,4	69,6	2,62	7,1	27,6	26,6	1,42
<b>Manejo</b>							
Aveia dessecada	19,3 a	82,4 a	2,68 a	7,8 a	28,9 a	27,4 a	1,49 a
Aveia rolada	16,8 b	65,3 b	2,53 b	7,1 b	26,4 b	25,0 b	1,39 b
Aveia roçada	16,7 b	68,1 b	2,59 b	7,0 b	26,3 b	25,2 b	1,37 b
CV(%) Época	10,7	12,2	3,6	10,4	7,4	7,7	3,3
CV(%) Manejo	8,1	15,2	2,9	8,7	6,3	8,4	4,0

Em que: DAS: dias antes da semeadura; CV: coeficiente de variação; <sup>ns</sup>: F não significativo a 5%; \* F significativo a 5%. Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para as variáveis altura de plantas e diâmetro de colmo analisados nos estádios fenológicos V4, V8 e R1 do milho e altura de inserção de espigas foi observado efeito significativo apenas entre os métodos de manejo da aveia preta, verificando maiores médias nas plantas cultivadas sobre aveia preta dessecada (Tabela 5).

O menor estande final de plantas encontrado no manejo dessecada resultou no favorecimento das mesmas pela maior disponibilidade de luz, água e nutrientes, refletindo no crescimento em altura e diâmetro. As plantas cultivadas sobre aveia preta rolada e roçada também apresentaram crescimento satisfatório. As médias obtidas para estas variáveis estão próximas das verificadas por Freitas et al. (2013) para o mesmo híbrido simples utilizado (LG 6036), dentre outras cultivares de milho transgênicas estudadas.

A correta densidade de plantio, a eficiência no uso do nitrogênio, a elevada capacidade produtiva do híbrido simples empregado, aos tratos culturais realizados e a disponibilidade térmica e hídrica nos meses de outubro a dezembro (Figura 2) contribuíram para o adequado

crescimento e desenvolvimento das plantas. Segundo Costa et al. (2012) plantas maiores normalmente acumulam mais nutrientes que são translocados para as espigas na época de enchimento dos grãos e, após a colheita, depositam maior quantidade de palhada na superfície do solo. Colmos grossos tornam-se mais resistentes ao tombamento pela ação do vento, das chuvas e do trânsito de máquinas e implementos.

Vilela et al. (2012) verificaram que os manejos com herbicida, triturador horizontal, rolo-faca e roçadora empregados sobre a palhada do milho, na fase de florescimento da cultura, não influenciaram a altura de planta e de inserção de espiga do milho cultivado em sistema plantio direto.

Trogello (2014) observou que a altura de plantas, altura de inserção de espigas e diâmetro de colmo do milho não foram afetados pelos manejos da aveia preta dessecada em pé, rolada e roçada e pelas épocas de manejo 0, 7, 14 e 21 DAS do milho, não havendo interação entre os fatores. Kaefer et al. (2012) verificaram que a semeadura do milho em 0, 7, 14, 21 e 28 dias após o manejo químico da aveia preta não interferiu na altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo das plantas, no ano agrícola de 2009/2010, corroborando os resultados encontrados neste estudo.

A semeadura do milho sobre aveia preta dessecada apresentou menor estande final de plantas em comparação a rolada e roçada, independente das épocas de manejo (Tabela 6). Esta redução de estande (58.243 plantas ha<sup>-1</sup>) pode estar relacionada a desuniformidade da palhada formada neste tratamento. A palhada em pé possui menor contato com o solo e é menos fragmentada, podendo dificultar o corte e a deposição da semente pela semeadora-adubadora. A menor entrada de luz no dossel da cobertura morta neste manejo pode ter limitado o estande de plantas (Trogello, 2014). A semeadura do milho em cobertura rolada e roçada promoveu estande de plantas de 69.022 e 68.931 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente, próximo ao almejado no momento da semeadura (70.000 plantas ha<sup>-1</sup>), sendo superior a dessecada em 15,62% e 15,51%.

Trogello (2014) encontrou redução no estande final de plantas de 21,54% para semeadura do milho em cobertura de aveia preta dessecada comparada a roçada, fato constatado neste trabalho. Observou também que a semeadura do milho no dia do manejo da aveia preta apresentou maior estande final de plantas em comparação ao manejo efetuado aos 7, 14 e 21 DAS, o que não foi observado no presente estudo.

Tabela 6. Estande final de plantas (EST), prolificidade (PROL), índice de sobrevivência das plantas (IS), número de fileiras de grãos por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF), massa de 100 grãos (M100) e produtividade de grãos (PROD) de milho em função de métodos de manejo da aveia preta realizados em diferentes épocas antecedendo a semeadura. Coimbra, MG, 2016.

Fatores	EST (plantas ha <sup>-1</sup> )	PROL	IS	NFE	NGF	M100 (g)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )
Teste F							
Época	0,3 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	1,5 <sup>ns</sup>	0,0 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>ns</sup>	1,5 <sup>ns</sup>
Manejo	10,2 <sup>*</sup>	1,7 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,9 <sup>ns</sup>	5,6 <sup>*</sup>
Época x Manejo	0,7 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,9 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>ns</sup>	1,7 <sup>ns</sup>	1,3 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>
Época							
21 DAS	65.097	1,0	1,0	16,7	35,0	29,0	9.030
14 DAS	65.942	1,0	1,0	16,7	35,5	29,6	9.183
7 DAS	65.217	1,0	1,0	16,7	36,1	30,1	9.614
0 DAS	65.338	1,0	1,0	16,7	36,5	30,8	9.953
Manejo							
Aveia dessecada	58.243 b	1,0	1,0	16,9	36,0	30,3	8.800 b
Aveia rolada	69.022 a	1,0	1,0	16,5	35,2	29,7	9.808 a
Aveia roçada	68.931 a	1,0	1,0	16,6	36,1	29,5	9.727 a
CV(%) Época	3,3	8,1	7,1	6,1	9,0	9,4	12,2
CV(%) Manejo	3,7	8,1	7,0	3,9	6,3	5,9	9,9

Em que: DAS: dias antes da semeadura; CV: coeficiente de variação; <sup>ns</sup>: F não significativo a 5%; <sup>\*</sup> F significativo a 5%. Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para as características prolificidade, índice de sobrevivência das plantas, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira e massa de 100 grãos de milho não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6).

A prolificidade da cultura foi igual a 1,0 (Tabela 6). Assim, não foram encontradas plantas sem espiga, evidenciando adequado ajuste da população de plantas e boas condições ambientais (Ceccon et al., 2013).

O índice de sobrevivência das plantas obteve valor médio 1,0 (Tabela 6), significando que o estande final foi igual ao estande inicial, o que é desejável. Tal resultado indica que as plantas estabelecidas na área útil permaneceram e completaram o seu ciclo devido às condições favoráveis. Trogello (2014) observou menor índice de sobrevivência das plantas de milho quando se fez a semeadura da cultura sobre aveia preta manejada com herbicida em relação a rolada e roçada, não se diferindo entre as épocas de manejo.

O número médio de fileiras de grãos por espiga e o número de grãos por fileira foi de 16,7 e 35,7, respectivamente, não influenciados pelas épocas e formas de manejo da aveia preta (Tabela 6), demonstrando que estes componentes de produção do milho foram dependentes do potencial genético do híbrido simples utilizado (Valderrama et al., 2011).

Como o número potencial de grãos obtido por estes componentes de produção é confirmado entre os estádios V12 do milho, doze folhas completas (Magalhães & Durães, 2006) a R1 (florescimento e polinização) a baixa disponibilidade hídrica registrada neste período pode ter comprometido a produção (Fancelli, 2015).

Após o florescimento da cultura do milho, qualquer tipo de estresse biótico ou abiótico que a planta seja submetida pode afetar significativamente a massa de grãos (Caires & Milla, 2016). Sendo assim, as precipitações desuniformes com ocorrência de veranico na fase reprodutiva entre o florescimento (23/12/2016) e a colheita (21/03/2017) (Figura 2) provavelmente propiciou a redução da translocação de nutrientes por ocasião da fase de enchimento de grãos, resultando em menor massa de 100 grãos. O híbrido empregado floresceu com 60 dias após a emergência. Déficit hídrico na fase de enchimento de grãos afeta o metabolismo da planta e o fechamento de estômatos, reduzindo a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produção de fotoassimilados e sua translocação para os grãos (Cruz et al., 2010).

A produtividade de grãos de milho foi estatisticamente menor no tratamento aveia preta dessecada ( $8.800 \text{ kg ha}^{-1}$ ) comparada aos manejos rolada e roçada, independente das épocas de manejo (Tabela 6). Resultado que se explica pelo menor estande final de plantas verificado neste tratamento, o que implica em menor número de espigas na área. A planta de milho apresenta baixa plasticidade, sendo necessária a manutenção de adequado estande de plantas para o alcance de elevadas produtividades (Ikeda et al., 2013).

Apesar do correto estande final de plantas observado nos manejos da cobertura rolada e roçada, a ocorrência de estiagem no momento em que o milho estava na fase reprodutiva refletiu em redução do potencial produtivo do híbrido utilizado visto que pode alcançar maiores produtividades. Freitas et al. (2013) embora tenham trabalhado com menor população de plantas de milho ( $61.886 \text{ plantas ha}^{-1}$ ) do mesmo híbrido utilizado nesta pesquisa, obtiveram maior produtividade de  $10.885 \text{ kg ha}^{-1}$  de grãos, na Região Norte/Oeste de São Paulo, na safra de 2012/2013.

Vilela et al. (2012) não observaram efeito significativo dos manejos do milheto com herbicida, triturador horizontal, rolo-faca e roçadora, utilizados na fase de florescimento da cultura, sobre o número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, massa de 100 grãos e produtividade do milho cultivado em sistema plantio direto.

Trogello (2014) constatou que a prolificidade da cultura do milho, número de fileiras de grãos por espiga e produtividade de grãos não foram afetados pela aveia preta dessecada em

pé, rolada e roçada. Já o número de grãos por fileira e a massa de 100 grãos foram significativamente maiores no tratamento aveia preta dessecada comparado a rolada e roçada. O número de grãos por fileira foi menor quando a aveia preta foi manejada aos 0 e 21 DAS, enquanto a massa de 100 grãos não foi influenciada pelas diferentes épocas de manejo.

Trogello et al. (2013) notaram que os manejos aveia preta dessecada, gradeada, rolada e triturada não afetaram o número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade do milho. Kaefer et al. (2012) não detectaram significância para número de fileiras de grãos por espiga, massa de mil grãos e produtividade de grãos de milho semeado no ano agrícola de 2009/2010 em sucessão ao manejo químico da aveia preta realizado aos 0, 7, 14, 21 e 28 DAS.

Não houve efeito significativo da época e método de manejo da aveia preta sobre os teores de N, P, K e Mg nas folhas de milho (Tabela 7).

Tabela 7. Teores de N, P, K e Mg nas folhas de milho ( $\text{g kg}^{-1}$ ) coletadas no pleno florescimento em função de métodos de manejo da aveia preta realizados em diferentes épocas antecedendo a semeadura. Coimbra, MG, 2016.

Fatores	N	P	K	Mg
Teste F				
Época	5,0 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>
Manejo	0,3 <sup>ns</sup>	7,6 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>	2,0 <sup>ns</sup>
Época x Manejo	0,2 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>	1,6 <sup>ns</sup>
Época				
21 DAS	31,0	3,5	23,0	2,5
14 DAS	31,5	3,5	22,5	2,5
7 DAS	32,1	3,6	23,0	2,5
0 DAS	32,4	3,7	22,3	2,5
Manejo				
Aveia dessecada	30,7	3,7	22,5	2,6
Aveia rolada	31,0	3,6	23,1	2,5
Aveia roçada	31,4	3,6	22,5	2,5
CV(%) Época	7,5	4,3	4,5	8,0
CV(%) Manejo	7,3	4,5	4,5	10,3

Em que: DAS: dias antes da semeadura; CV: coeficiente de variação; <sup>ns</sup>: F não significativo a 5%.

A quantidade de nutrientes fornecida via adubações e mineralização dos resíduos da aveia preta e da matéria orgânica do solo promoveu adequada nutrição das plantas de milho. Os teores nutricionais foliares mostram-se de acordo com os valores considerados adequados por Malavolta et al. (1997) e superiores aos relatados por Menezes (2016) que encontrou

27,50; 2,92 e 15,23 g kg<sup>-1</sup> de N, P e K respectivamente, contidos em folhas de milho cultivado na sequência de aveia preta.

Aos 60 dias de avaliação da decomposição da aveia preta foram liberados 37, 49, 81 e 4,8 kg ha<sup>-1</sup> do total de N, P, K e Mg respectivamente, sendo estes os nutrientes mais requeridos pela cultura, nesta ordem (Bender et al., 2013). Em condições ambientais similares, Brito et al. (2017) encontraram que a palhada de aveia preta mineralizou 25 kg ha<sup>-1</sup> de N, neste período, ocorrendo maior imobilização do N do solo pelos microrganismos decompositores em relação ao presente estudo que obteve liberação de 37 kg ha<sup>-1</sup> de N.

## CONCLUSÕES

O processo de decomposição e liberação dos nutrientes foi mais rápido na palhada de aveia preta roçada, em todas as épocas de manejo. O Mg seguido do K, P e N foi o nutriente liberado mais rapidamente da palhada para o solo durante o processo de mineralização.

Para obtenção de maiores produtividades do milho recomenda-se os manejos mecânicos da aveia preta no dia da semeadura ou o mais próximo possível devido a liberação imediata, até 10 dias após a semeadura, em torno de 22, 27, 44 e 2,8 kg ha<sup>-1</sup> do total de N, P, K e Mg acumulado na massa seca, respectivamente.

## LITERATURA CITADA

AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; CERETTA, C.A. Decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos culturais de adubos verdes. In: LIMA FILHO, O.F., AMBROSANO, E.J., ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D. (eds.) **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e práticas**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa. 2014. p.225-264.

AMADO, T.J.C.; SANTI, A.; ACOSTA, J.A.A. Adubação nitrogenada na aveia preta: influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.6, p.1085-1096, 2003.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; FLECK, N.G.; BORTOLINI, C.G.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-papuã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.6, p.851-860, 2001.

BENDER, R.R., HAEGELE, J.W., RUFFO, M.L., BELOW, F.E. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. **Agronomy Journal**, v.105, n.1, p.161-170, 2013.

BRITO, L.F.; GALVÃO, J.C.C.; GIEHL, J.; CAMPOS, S.A.; COELHO, S.P. Agronomic traits and yield of organic maize under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.47, n.1, p.72-79, 2017.

CAIRES, E.F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, v.75, n.1, p.87-95, 2016.

CALONEGO, J.C., GIL, F.C.; ROCCO, V.F.; SANTOS, E.A. Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Bioscience Journal**, v.28, n.5, p.770-781, 2012.

CARNEIRO, M.A.C.; CORDEIRO, M.A.S.; ASSIS, P.C.R.; MORAES, E.S.; PEREIRA, H.S.; PAULINO, H.B.; SOUZA, E.D. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de Cerrado. **Bragantia**, v.67, n.2, p.455-462, 2008.

CARVALHO, A.M.; COSER, T.R.; REIN, T.A.; DANTAS, R.A.; SILVA, R.R.; SOUZA, K.W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.7, p.551-561, 2015.

CECCON, G.; SANTOS, A.; MAKINO, P.A.; PADILHA, N.S.; LEITE, L.F. Épocas de semeadura de milho safrinha solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. In: XII Seminário Nacional Milho Safrinha, Dourados - MS, Novembro, 2013.

CHERUBIN, M.R.; FABRIS, C.; WEIRICH, S.W.; ROCHA, E.M.T.; BASSO, C.J.; SANTI, A.L.; LAMEGO, F.P. Desempenho agrônomico do milho em sucessão a espécies de cobertura do solo sob sistema plantio direto no Sul do Brasil. **Gl. Sci Technol**, v.7, n.1, p.76-85, 2014.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: safra 2018/2019: 9º levantamento: junho/2019**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 12 junho 2019.

CORREIA, K.G.; SANTOS, T.S.; ARAUJO, K.D.; SOUTO, J.S.; FERNANDES, P.D. Atividade microbiana do solo em quatro estágios sucessionais da Caatinga no município de Santa Terezinha, Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental**, v.6, n.3, p.534-549, 2009.

COSTA, C.H.M.; CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; FERRARI NETO, J. Persistência e liberação de elementos da fitomassa do consórcio crotalária com milheto sob fragmentação. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.1, p.197-208, 2014.

COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R.A.; PARIZ, C.M.; BUZETTI, S.; LOPES, K.S.M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.8, p.1038-1047, 2012.

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**, v.67, n.2, p.481-489, 2008.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, J.H.M.; OLIVEIRA, M.F.; MATRANGOLO, W.J.R.; ALBUQUERQUE FILHO, M.R. **Cultivo do Milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 10p., setembro, 2010. (Sistemas de Produção, 2).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª ed. Brasília: Embrapa. 2013. 353p.

FANCELLI, A.L. Ecofisiologia, fenologia e implicações básicas de manejo. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J.C.C.; PIMENTEL, M.A. (Eds.). **Milho do Plantio à Colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2015. p.50-76.

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.1, p.63-70, 2012.

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, D.F. **Programa Sisvar versão 5.1**. Programa de análises estatísticas. Lavras: DEX/UFLA. 2011.

FREITAS, R.S.; DUARTE, A.P.; LEÃO, P.C.L.; KASAI, F.; CAZENTINI-FILHO, G.; TICELII, M.; MINGOTTE, F.L.C.; PESSINATTI, F.A.; FORNASIERI FILHO, D.; BORGES, W.L.B.; VITOR, L.G.; OLIVEIRA, A.L.; PONTE, M.S. Produtividade de grãos em cultivares de milho transgênicas na Região do Norte/Oeste do Estado de São Paulo em 2011/12 e 2012/13. **Nucleus**, Edição Especial, 2013.

GRUGIKI, M.A.; ANDRADE, F.V.; PASSOS, R.R.; FERREIRA, A.C.F. Decomposição e Atividade Microbiana da Serapilheira em Coberturas Florestais no Sul do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v.24, e20150189, p.1-12, 2017.

IKEDA, F.S.; VICTORIA FILHO, R.; MARCHI, G.; DIAS, C.T.S.; PELISSARI, A. Interferências no consórcio de milho com *Urochloa* spp. **Ciência Rural**, v.43, n.10, p.1763-1770, 2013.

JAREMTCHUK, C.C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; BIFFE, D.F.; ALONSO, D.G.; ARANTES, J.G.Z. Efeito de sistemas de manejo sobre a velocidade de dessecação, infestação inicial de plantas daninhas e desenvolvimento e produtividade da soja. **Acta Sci. Agron.**, v.30, n.4, p.449-455, 2008.

KAEFER, J.E.; GUIMARÃES, V.F.; RICHART, A.; CAMPAGNOLO, R.; WENDLING, T.A. Influência das épocas de manejo químico da aveia preta sobre a incidência de plantas daninhas e desempenho produtivo do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.481-490, 2012.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Circular Técnica, 76).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, SP: ABPPF, 1997. 309p.

MALUF, H.J.G.M.; SOARES, E.M.B.; SILVA, I.R.; NEVES, J.C.L.; SILVA, L.O.G. Decomposição de resíduos de culturas e mineralização de nutrientes em solo com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.6, p.1681-1689, 2015.

MARSCHNER P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3rd.ed. New York: Academic Press; 2012.

MATEUS, G.P.; ARAÚJO, H.S.; CRUSCIOL, C.A.C.; BORGES, W.L.B. Decomposição e teor de macronutrientes da palhada em função do manejo do solo e rotação de culturas em áreas de reforma de canavial. **Nucleus**, Edição Especial, p.93-102, 2017.

MEDRADO, R.D.; CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A.; RIOS, E.M.; LANG, C.R.; LOPES, E.C.P. Decomposição de resíduos culturais e liberação de nitrogênio para a cultura do milho. **Scientia Agraria**, v.12, n.2, p.097-107, 2011.

MELO, A.V.; GALVÃO, J.C.C.; BRAUN, H.; SANTOS, M.M.; COIMBRA, R.R.; SILVA, R.R.; REIS, W.F. Extração de nutrientes e produção de biomassa de aveia-preta cultivada em solo submetido a dezoito anos de adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.2, p.411-420, 2011.

MENEZES, C.R.J. **Adubação nitrogenada no milho em sucessão à plantas de cobertura sob sistemas de cultivo do solo**. 65f. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2016.

NUNES, U.R.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; SILVA, E.B.; SANTOS, N.F.; COSTA, H.A.O.; FERREIRA, C.A. Covering crops straw production and common bean productivity in no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.6, p.43-948, 2006.

PACHECO, L.P.; BARBOSA, J.M.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O.A.; ASSIS, R.L.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.5, p.1787-1799, 2011.

PAUL, E.A.; CLARK, F.E. *Soil microbiology and biochemistry*. 3.ed. California: Academic, 2007. 340p

PAVINATO, P.S.; ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.3, p.911-920, 2008.

PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; CABALLERO, S.S.U.; GUERRA, J.G.M.; GUSMÃO, L.A. Acúmulo e liberação de P, K, Ca e Mg em crotalária e milheto solteiros e consorciados. **Revista Ceres**, v.57, n.2, p.274-281, 2010.

PIRES, F.R.; ASSIS, R.L.; PROCÓPIO, S.O.; SILVA, G.P.; MORAES, L.L.; RUDOVALHO, M.C.; BÔER, C.A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, v.55, n.2, p.094-101, 2008.

REIS, G.N.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; GERLACK, J.R.; CORTEZ, J.W.; GROTTA, D.C.C. Decomposição de culturas de cobertura no sistema plantio direto, manejadas mecânica e quimicamente. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p.194-200, 2007.

RODRIGUES, G.B.; SÁ, M.E.; VALÉRIO FILHO, W.V.; BUZETTI, S.; BERTOLIN, D.C.; PINA, T.P. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. **Revista Ceres**, v.59, n.3, p.380-385, 2012.

ROSSI, C.Q.; PEREIRA, M.G.; GIÁCOMO, S.G.; BETTA, M.; POLIDORO, J.C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de braquiária, sorgo e soja em áreas de plantio direto no cerrado goiano. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.4, p.1523-1534, 2013.

SANTOS, J.A.B.; ROSA, J.A.; BENASSI, D.A.; JUSTINO, A. Manejo da aveia preta na decomposição da biomassa e na cobertura do solo em semeadura direta de milho. **Scientia Agraria**, v.12, n.4, p.211-217, 2011.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa Solos. 2009. 370p.

SILVA, J.A.N.; SOUZA, C.M.A.; SILVA, C.J.; BOTTEGA, S.P. Crescimento e produção de espécies forrageiras consorciadas com pinhão- manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.6, p.769- 775, 2012.

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**, v.31, n.4, p.647-653, 2009.

THOMAS, R.J.; ASAWAKA, N.M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v.25, n.10, p.1351-1361, 1993.

TIECHER, T.; OLIVEIRA, L.B.; CANER, L.; TIECHER, T.L. Cover crops affecting soil phosphorus dynamics in Brazilian highly weathered soils. In: REUTER, J. (Ed.). **Cover Crops: Cultivation, Management and Benefits**. [s.l.] New York, USA: Nova Science Publishers, 2015a. p.23-52.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.4, p.1609-1618, 2008.

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**, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

TORRES, J.L.R.; SILVA, M.G.S.; CUNHA, M.A.; VALLE, D.X.P.; PEREIRA, M.G. Produção de fitomassa e decomposição de resíduos culturais de plantas de coberturas no cultivo da soja em sucessão. **Revista Caatinga**, v.27, n.3, p.247-253, 2014.

TROGELLO, E.; MODOLO, A.J.; SCARSI, M.; DALLACORT, R. Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a semeadura direta da cultura do milho. **Bragantia**, v.72, n.1, p.101-109, 2013.

TROGELLO, E. **Épocas e formas de manejo da aveia preta na semeadura e produtividade do milho**. 38f. 2014. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

VALDERRAMA, M.; BUZZETTI, S.; BENETT, C.G.S.; ANDREOTTI, M.; MINHOTO, M.C.T. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.2, p.254-263, 2011.

VILELA, R.G.; ARF, O.; GITTI, D.C.; KAPPES, C.; GOES, R.J.; DAL BEM, E.A.; PORTUGAL, J.R. Manejos do milho e doses de nitrogênio na cultura do milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.3, p.234-242, 2012.

WOLSCHICK, N.H.; BARBOSA, F.T.; BERTOL, I.; SANTOS, K.F.; WERNER, R.S.; BAGIO, B. Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, n.2, p.134-143, 2016.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alta deposição de palhada no solo pode representar um obstáculo a correta adoção do sistema plantio direto pois semeadoras-adubadoras utilizadas ainda apresentam dificuldades ao correto funcionamento nesta condição. Isto se deve ao fato da palhada elevar o conjunto motomecanizado, podendo comprometer a qualidade da semeadura do milho. Desta forma, regiões onde ocorre elevada produção de massa seca da aveia preta pode haver a necessidade de se antecipar o manejo mecânico da cobertura.

No presente estudo, a produção de massa seca da aveia preta nas diferentes épocas semeadas variou de 6.093 a 9.680 kg ha<sup>-1</sup>. Os valores encontrados não limitaram a qualidade da semeadura e o estabelecimento da cultura do milho devido as condições climáticas verificadas. A baixa precipitação pluvial (45,4 mm) distribuída irregularmente e as elevadas temperaturas médias registradas durante o período dos manejos contribuíram para que, no dia do plantio, a palhada de aveia preta estivesse bastante seca nas parcelas manejadas antecipadamente. A palhada seca facilita o corte pelo disco da semeadora-adubadora de modo semelhante a cobertura verde manejada no dia da semeadura do milho.

Embora as épocas de manejo da aveia preta não tenham influenciado nos resultados, o manejo da aveia preta rolada ou roçada efetuado no dia da semeadura do milho pode ocasionar dificuldades operacionais, notadamente, quando se trata de grandes áreas. Neste caso, o manejo deverá ser efetuado o mais próximo possível do dia da semeadura da cultura.

A aveia preta dessecada sem operação mecânica apresentou os piores resultados para a qualidade da semeadura do milho com significativa redução do estande de plantas, aumento

dos espaçamentos duplos e falhos, redução do índice de velocidade de emergência e da uniformidade de desenvolvimento das plantas. Desta forma, recomenda-se utilizar 5% a mais de semente, devido as perdas no estabelecimento da cultura quando implantada sobre palhada dessecada.

As diferentes épocas de manejo da aveia preta não interferiram na taxa de decomposição e liberação de N, P, K e Mg da palhada devido principalmente as condições climáticas com destaque para a baixa precipitação pluvial e as altas temperaturas verificadas. Trabalhos devem ser desenvolvidos visando conhecer melhor a dinâmica da liberação de nutrientes acumulados na palhada de aveia preta que possibilita a tomada de decisões antecipadas em relação ao manejo da adubação relacionada ao estágio de maior necessidade da cultura do milho. Isto colabora para a redução dos custos de produção, notadamente, pela economia de fertilizantes químicos, sendo fundamental para a sustentabilidade do sistema de produção ao longo do tempo.