

PRODUTIVIDADE DE PALHA E DE MILHO NO SISTEMA SEMEADURA DIRETA, EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DA APLICAÇÃO DO NITROGÊNIO NO MILHO

ANDERSON LANGE¹, WALDO ALEJANDRO RUBEN LARA CABEZAS² e PAULO
CÉSAR OCHEUZE TRIVELIN³

¹*Universidade do Estado de Mato Grosso, Rodovia MT 208, km 147, Jardim Tropical, CEP 78580-000 Alta Floresta, MT. E-mail: andersonlange@unemat.br*

²*Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pólo Regional Nordeste Paulista, CEP 15500-970. Votuporanga, SP. E-mail: waldolar@apta regional.sp.gov.br*

³*Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Caixa Postal 96, CEP 13400-970 Piracicaba, SP. E-mail: pcotrive@cena.usp.br*

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.8 n.1, p. 57-68, 2009

RESUMO– Estratégias que busquem aumentar a produtividade de palha pelas culturas devem ser implementadas na região dos Cerrados, no sentido de consolidar o plantio direto. Objetivou-se avaliar a influência das épocas de aplicação e do parcelamento da fertilização nitrogenada suplementar à adubação de semeadura no milho sobre a produtividade de palha de aveia preta, espécies espontâneas e a influência desse parcelamento nos diversos componentes da cultura. Os tratamentos constaram da aplicação de 70 kg ha⁻¹ de nitrogênio, como dose suplementar à adubação de semeadura do milho, em épocas distintas: na semeadura da aveia-preta; oito dias antes da semeadura do milho; em cobertura, quando as plantas tinham quatro a cinco folhas; em cobertura, quando as plantas tinham sete a oito folhas. Na semeadura, aplicaram-se 42 kg ha⁻¹ de N em todas as parcelas. A adubação nitrogenada aplicada na semeadura da aveia não resultou em aumento da produtividade de palha, na entressafra. Houve aumento da produtividade de palha pelo milho quando se aplicou o nitrogênio suplementar à semeadura, assim como a aplicação mais próxima da semeadura proporcionou aumento da produtividade em relação à aplicação do fertilizante na semeadura da aveia.

Palavras-chave: aveia-preta, ciclagem de nutrientes, cobertura do solo.

PRODUCTIVITY OF STRAW AND CORN IN NO TILLAGE SYSTEM ACCORDING TO THE TIME OF NITROGEN FERTILIZER IN CORN

ABSTRACT – Strategies aiming to increase straw production by crops should be implemented in the Cerrado region in order to consolidate no-tillage cultivation.

The objective of the present work was to evaluate the effect of time and splitting of supplementary nitrogen application to maize (in addition to the N-fertilization at seeding) on straw production and several yield components of black oat, a spontaneous native species. Treatments consisted of applying 70 kg ha⁻¹ nitrogen in addition to maize fertilization at seeding, at distinct times: at black-oat seeding; 8 days before corn seeding; in covering in plants in the phases of 4-5 leaves and 6-7 leaves. At seeding, 42 kg N.ha⁻¹ were applied in all plots. The nitrogen fertilization applied at oat seeding did not cause increase in out-of-season straw productivity. An increase in maize straw production was observed with nitrogen supply in addition to fertilization at seeding as well as the application closer to seeding resulted in an increased straw production when compared to fertilization at oat seeding.

Key words: black oat, nutrient cycling, soil cover.

A matéria orgânica do solo (MOS), que provém da adição de palha ao sistema, atua melhorando a capacidade de retenção de água, as condições edáficas para os microrganismos, promovendo a estruturação dos solos e aumentando a sua fertilidade. Com o acúmulo de MOS, ocorre também aumento dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S) e micronutrientes na fração orgânica do solo e, nesse contexto, o sistema semeadura direta (SSD) é responsável por elevar o estoque de MOS, contribuindo, inclusive, com o sequestro de CO₂ da atmosfera. Com o uso do SSD, as plantas de cobertura têm sido consideradas recursos naturais de extrema importância, por reduzirem as perdas de solo e água e protegerem o solo contra a erosão, além de ciclarem em nutrientes (FAVERO *et al.*, 2000; Giacomini *et al.*, 2003).

Nos Cerrados, especificamente na região do Triângulo Mineiro, as principais dificuldades

para formar a cobertura do solo devem-se à baixa disponibilidade de água no solo após sua semeadura (março/abril) e às altas temperaturas e precipitações concentradas entre os meses de novembro e abril, o que estimula a decomposição da palha e minimiza a sua permanência sobre o solo. Uma alternativa que pode aumentar a produtividade de palha é a aplicação de N na semeadura das culturas cujo objetivo é a produção de massa para cobertura do solo (Primavesi *et al.*, 2002). Outra opção é apostar na adubação de sistema, aplicando parte do fertilizante destinado à cultura de verão na planta de cobertura. Em relação à adubação de sistema, no Sul do Brasil, observou-se efeito residual do N aplicado no trigo sobre a produtividade do milho em sucessão (Wiethölter, 2000). Além das tradicionais espécies utilizadas para produzir palha, algumas espontâneas também têm apresentado bom potencial de cobertura de

solo e ciclagem de nutrientes em áreas de SSD (Favero et al., 2000).

Entre as culturas comerciais produtoras de grãos, o milho é uma das espécies mais eficientes na conversão de energia radiante em fitomassa e a sua utilização no sistema de rotação é importante, pois, além dos grãos, pode-se obter, também, 6,0 t ha⁻¹ ou mais de palha (Fancelli & Dourado Neto, 2004; Wisniewski & Holtz, 1997).

Com relação ao N e sua utilização na cultura do milho, recomendam-se, para a condição de SSD no Cerrados, doses de N de 30 a 40 kg ha⁻¹, na semeadura, e 140 a 180 kg ha⁻¹ de N, em cobertura (Fancelli & Dourado Neto, 2004; Sousa & Lobato, 2004). Entre as possibilidades de aplicação como dose suplementar à semeadura, tem-se estudado a fertilização em pré-semeadura e cobertura, sendo os resultados apresentados pela pesquisa variados (Escosteguy et al., 1997; Basso & Ceretta, 2000; Lara Cabezas et al., 2005). Nos Cerrados, a prática da aplicação do N em pré-semeadura tem sido utilizada por alguns produtores com o objetivo equacionar tempo, pois, após a semeadura do milho, todo maquinário encontra-se liberado para a semeadura da soja, que ocupa maior área na propriedade. Objetivou-se avaliar a influência do N aplicado em diferentes épocas, como dose suplementar à semeadura na cultura do milho, sobre a produtividade de palha da aveia-preta e das espécies espontâneas e, na cultura do milho, características da planta, produtividade e ciclagem de nutrientes na palha residual.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido durante um ano, entre abril de 2002 e abril 2003, no município de Uberlândia (Minas Gerais), na fazenda Pinusplan, em um Latossolo Vermelho não-férrico, textura muito argilosa (710 g kg⁻¹ de argila), situado a 19°04,613' S e 48°07,871' W, a 950 m de altitude, com histórico de oito anos sob SSD. A caracterização química do solo antes da semeadura do milho era: pH_(água)=5,2; P_(Mehlich)=14,4 mg dm⁻³; K_(Mehlich)=92 mg dm⁻³; Ca=1,1 cmol_c dm⁻³; Mg=0,3 cmol_c dm⁻³; Al=0,1 cmol_c dm⁻³; CTC a pH 7,0= 6,4 cmol_c dm⁻³; V=26% e MO=33 g kg⁻¹, para a camada de 0-20 cm de profundidade. A área havia recebido aproximadamente 1,1 t ha⁻¹ de calcário, superficialmente, antes da semeadura da safra de 2001, em superfície.

Após a colheita da soja, semeou-se, com o auxílio de semeadura tratorizada, a aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) como planta de cobertura, em toda área experimental, em 26/4/2002. Nessa ocasião, foram instalados cinco tratamentos, com três repetições, em delineamento inteiramente casualizado, totalizando 15 parcelas de 100 m x 4,8 m cada. O número de repetições relativamente pequeno deve-se à utilização de ¹⁵N no estudo (Lange et al., 2008), o que onera a instalação de um grande número de repetições no campo. O manejo adotado para a aplicação do N (70 kg ha⁻¹) como dose suplementar à adubação de semeadura (42 kg ha⁻¹) na cultura do milho foi: (T1) 00-00-00-

00; (T2) 70-00-00-00; (T3) 00-70-00-00; (T4) 00-00-70-00; (T5) 00-00-35-35, cuja sequência para cada tratamento corresponde à quantidade de N em kg ha⁻¹ aplicado na semeadura da aveia-preta – antes da semeadura do milho (8 dias) – cobertura (4-5 folhas) – cobertura (7-8 folhas). A aplicação do N suplementar à semeadura seguiu o seguinte procedimento: T2- incorporado abaixo e ao lado das sementes de aveia, com o auxílio de uma semeadora; T3 – superficialmente, em faixas de 0,2 m de largura, distanciadas entre si 0,8 m (espaçamento de semeadura do milho); T4 e T5 – superficialmente, na entrelinha de semeadura do milho (0,3 m da linha), em faixas de 0,2 m de largura. Como fonte de N suplementar à semeadura, utilizou-se o formulado 18-00-24, composto de uma mistura de 2:1 (produto comercial) de nitrato de amônio (NA) + sulfato de amônio (SA), na dose de 70 kg N ha⁻¹, além do cloreto de potássio como fonte de K₂O.

Dez dias após a semeadura da aveia, colheram-se amostras da cobertura vegetal que estava sobre o solo, em toda a área experimental, por meio do método do quadrado (1m²), o qual foi arremessado aleatoriamente dez vezes, com o objetivo de verificar a quantidade de palha que se encontrava sobre o solo, proveniente de restos culturais da soja e resíduos de outras espécies. Cinco meses após a semeadura da aveia, quando a mesma já havia florescido, colheram-se amostras na linha de semeadura (três metros lineares por parcela), no tratamento que recebeu adubação (T2), e também naqueles que ainda não haviam

recebido fertilização (T1, T3, T4 e T5). Antes de semear o milho, amostrou-se novamente todo o material vegetal que estava sobre o solo, pelo método do quadrado, dentro de cada parcela experimental, num total de três amostras simples por parcela, para formar uma amostra composta. Nas três épocas de amostragem, as amostras foram levadas ao laboratório, secadas à sombra por dois dias e, posteriormente, agitadas sobre peneira, para eliminar o solo residual. Posteriormente, foram secadas em estufa, a 65° C, até peso constante, e pesadas. Para a última época de amostragem (antes da semeadura do milho), as amostras foram moídas finamente e realizadas as determinações de carbono total (C-total), nitrogênio total (N-total) e enxofre total (S-total), sendo que em nenhum momento as amostras foram lavadas.

Dois dias antes de semear o milho, a área foi dessecada, por meio da aplicação de herbicida (glifosate: 1260 g ha⁻¹ em 130 L ha⁻¹ de água). O milho foi semeado em novembro, utilizando um híbrido simples precoce, no espaçamento de 0,8 m entre linhas, para uma população de 60.000 plantas ha⁻¹. A adubação de semeadura do milho consistiu na aplicação de 350 kg ha⁻¹ do formulado 12:24:06:02:10 (N:P:K:Ca:S), correspondente a uma mistura de sulfato de amônio, superfosfato simples, MAP e cloreto de potássio. A emergência das plantas ocorreu seis dias após a semeadura e, cerca de 15 dias após, aplicou-se como pós-emergente,

uma mistura dos herbicidas nicosulfuron (283 g ha⁻¹) e atrazine (2.910 g ha⁻¹), 150 L ha⁻¹, em todo o experimento. Em abril, colheu-se o milho e determinou-se a produtividade de grãos (umidade de 130 g kg⁻¹), produtividade de palha, a altura das plantas (colo até folha bandeira), a distância dos entrenós abaixo da inserção da espiga e o diâmetro dos colmos (colmos imediatamente abaixo das espigas), em 30 m lineares, dentro de cada parcela (três linhas de 10 m). Para a obtenção dos dados de produtividade, as plantas de 30 metros foram colhidas, contadas e pesadas (todo o material de cada parcela). Destacaram-se as espigas das plantas, as quais foram debulhadas manualmente e o resíduo (palha e sabugo) foi retornado às plantas das quais foram destacadas das espigas. Posteriormente, retiraram-se cinco plantas inteiras dos 30 m colhidos (colmo, folhas e espiga residual), as quais foram levadas para laboratório e secadas em estufa, a 65° C, até peso constante, sendo, posteriormente, moídas finamente e realizadas as determinações de C, N e S totais, para um hectare.

Os resultados foram submetidos a análise de variância. As causas de variação significativas relacionadas à cobertura do solo foram submetidas ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade e as relacionadas à cultura do milho, comparadas ao teste de F, para contrastes ortogonais, a 10 % de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAS. Os tratamentos foram agrupados para a criação de cada contraste de acordo com a semelhança nas épocas de aplicação do fertilizante.

Resultados e Discussão

Na primeira colheita de palha, em maio de 2002, a superfície do solo continha 8,98 t ha⁻¹ de massa de matéria seca (MMS) (Figura 1), representada por plantas espontâneas como timbete (*Cenchrus echinatus*), capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), braquiárias e outras (em estado vegetativo ou não), resíduos culturais da cultura da soja e, em menor proporção, por resíduos de sorgo cultivado como cultura antecessora à soja, na safra de 2001. Em novembro, a MMS acumulada na superfície do solo foi de apenas 3,87 t, significando uma redução de 30 kg ha⁻¹ dia⁻¹ no período avaliado (174 dias). Dados semelhantes foram observados por Lara Cabezas (2001), na mesma região. A produtividade de MMS da aveia-preta, aos 150 dias após a semeadura (26/4 a 23/9), não foi influenciada pela adubação nitrogenada aplicada em sua semeadura (70-00-00-00), sendo a média de MMS em todo o experimento de 463 kg ha⁻¹, resultado do déficit hídrico no período, com intensidade de chuva igual a 53 mm (Figura 2), além de possíveis limitações nutricionais, como baixa concentração de Mg no solo e baixo V%. Em anos de precipitação normal, o acumulado de maio a agosto é de aproximadamente 78 mm (média de 20 anos, conforme dados da fazenda Pinusplan), porém, no ano em que se conduziu o estudo, apenas 22 mm foram observados, o que limitou muito a produtividade de palha.

Em novembro, não foi observada resposta sobre produtividade de palha em relação ao N

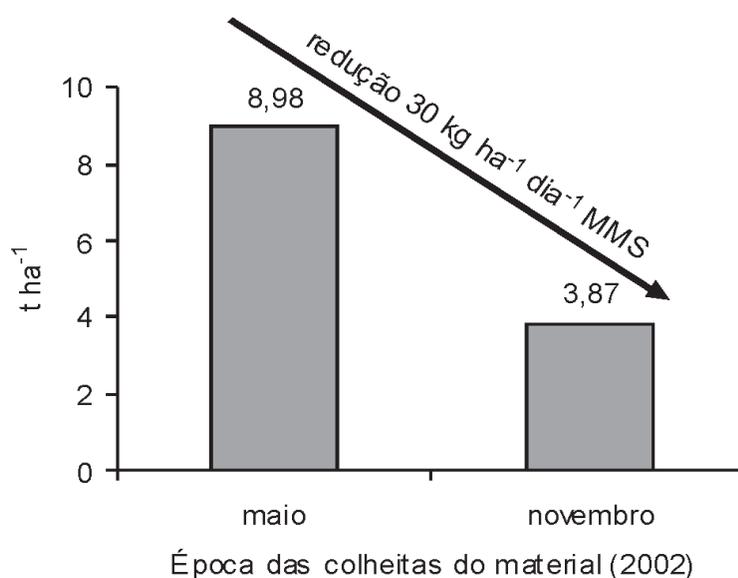


FIGURA 1. Massa de matéria seca dos resíduos culturais da soja e de espécies de plantas espontâneas na entrelinha após a semeadura da aveia-preta (maio) e em área total (novembro), já incluindo o residual da aveia preta, na região do Triângulo Mineiro, no ano de 2002.

aplicado em abril, indicando que, à semelhança da aveia preta, aparentemente, as espécies espontâneas encontradas na área (timbete, braquiárias, capim pé-de-galinha, entre outras) não foram influenciadas pela aplicação de N antecipado (Tabela 1). Em média, a superfície do solo apresentou 3,9 t ha⁻¹ de MMS, correspondendo a resíduos de soja, plantas espontâneas e, inclusive da aveia, sendo esse valor semelhante ao determinado por Favero et al. (2000), em área de pousio.

A concentração de carbono (C) e a relação carbono/enxofre (C/S) do resíduo apresentaram diferenças significativas, sem aparente explicação, tendo ocorrido devido ao acaso. Já as concentrações de N, S, as quantidades de C, N e S-total e a relação N/S não foram influenciadas

pela fertilização aplicada em abril, na aveia. As concentrações de N e S, no resíduo foram de 12 e 0,9 g kg⁻¹, respectivamente, semelhantes às observadas por Gonçalves et al. (2000), antes da semeadura do milho, após cinco anos de sucessão, entre plantas de cobertura, no inverno, e milho, no verão, com 5,8 t ha⁻¹ de resíduos sobre o solo. O valor médio da relação C/N observado (32) foi intermediário ao encontrado por Giacomini et al. (2003), para aveia-preta (36) e ervilhaca comum (24), menor que os observados por Silva (2005), em área de pousio (37), o que demonstra a variabilidade de resultados proporcionados pelos resíduos de diferentes espécies.

As quantidades totais de palha e de C, N e S acumuladas no resíduo, antes da semeadura do milho, foram, em média, de 1.440, 47 e 3,6

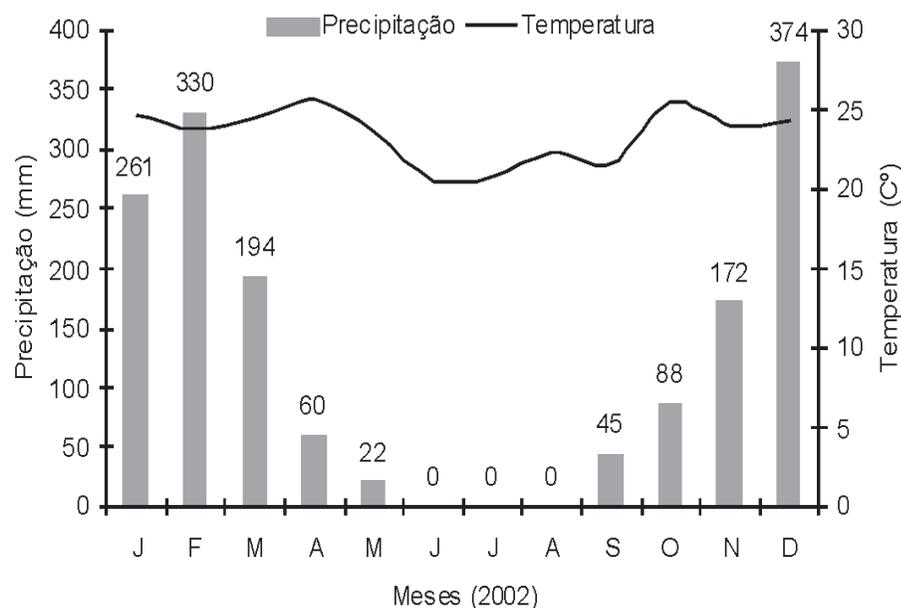


FIGURA 2. Temperatura do ar e pluviosidade, na Fazenda Pinusplan (Uberlândia-MG), em 2002.

kg ha⁻¹, respectivamente, não apresentando variação entre os tratamentos. Essa quantidade de N e S poderá ser disponibilizada às plantas de milho, após sua mineralização.

As épocas de aplicação do N afetaram significativamente a produtividade de palha da cultura do milho (Tabela 2), que foi superior nos tratamentos que receberam N suplementar à adubação de sementeira em relação à ausência desta (Contraste 1), como também naqueles que foram adubados mais próximos da época da sementeira do milho (Contraste 2). Isto indica, no último caso, menor aproveitamento do fertilizante aplicado na sementeira da planta de cobertura (00-70-00-00). Houve, ainda, destaque para o tratamento T4 (00-00-70-00), que produziu 9 t ha⁻¹ de resíduos vegetais

(Contraste 4), resultado este que não evidenciou ser o parcelamento do fertilizante em cobertura (00-00-35-35) eficiente para a produtividade de palha, quando comparado à aplicação em uma única época, em cobertura, no estágio de 4-5 folhas. É importante salientar que a aplicação em pré-semeadura resultou em ganhos de MMS pelo milho semelhantes à aplicação em cobertura (Contraste 3), o que indica que a prática de se aplicar o N em pré-semeadura não interferiu na produtividade de palha da cultura. Em média, o milho produziu aproximadamente 7,9 t ha⁻¹ de palha, quantidade essa que irá recobrir o solo no momento pós-colheita, protegendo-o, sendo a cultura importante em relação à produtividade de palha para o SSD, principalmente nos Cerrados, onde essa dificuldade ainda perdura. Mesmo

na ausência de N suplementar à adubação de base, produziram-se 6,7 t ha⁻¹ de palha, o que demonstra o potencial de um solo conduzido por oito anos sobre um correto SSD.

A concentração de N na MMS foi significativamente inferior apenas no tratamento que recebeu N na semeadura da aveia, em relação à aplicação mais próxima da semeadura do milho (Contraste 2), o que ocorreu, possivelmente, devido ao menor aproveitamento do N aplicado nessa época, corroborando os resultados de produtividade de palha da cultura. A quantidade de N na palha residual (kg ha⁻¹) foi influenciada em todos os contrastes testados.

Esse efeito ocorreu, em alguns tratamentos, devido à concentração de N na parte vegetativa (Contraste 3), devido ao efeito conjunto de maior concentração de N e da produtividade de MMS (Contraste 2) ou apenas da produtividade de MMS (Contraste 1 e 4). Basso e Ceretta (2000), em estudo semelhante, observaram quantidades de N iguais na palha do milho tanto para aplicação antecipada (dessecação da aveia), como em cobertura (dose única), em anos de pluviosidade normal. As quantidades de N que retornaram ao sistema pela palha aproximaram-se da dose utilizada na adubação de semeadura, lembrando-se, ainda, que não

TABELA 1. Influência de diferentes épocas de aplicação da adubação nitrogenada na produtividade de palha (MMS) nas concentrações e no conteúdo de carbono (C), nitrogênio (N) e enxofre (S) de diferentes plantas que compõem o resíduo vegetal antes da semeadura do milho¹.

Aplicação do N	MMS	C	N	S	C-total	N-total	S-total	C/N	C/S	N/S
SC-PS-1 ^a Co-2 ^a Co	t ha ⁻¹	g kg ⁻¹			kg ha ⁻¹					
00-00-00-00	3,51	360b	13	1,16	1257	46	3,96	27	318b	12
70-00-00-00	3,68	392a	13	0,85	1437	50	3,14	30	466ab	16
00-70-00-00	4,31	369ab	10	0,88	1599	49	4,24	37	455ab	12
00-00-70-00	4,26	361b	13	0,97	1526	55	4,18	28	374ab	13
00-00-35-35	3,62	381ab	9	0,66	1381	35	2,43	41	590a	15
Média	3,9	373	12	0,90	1440	47	3,59	32	441	14
CV(%)	38,0	3,0	17,0	21,0	38,0	46,0	56,0	18,0	19,0	21,0

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. (T1) 00-00-00-00; (T2) 70-00-00-00; (T3) 00-70-00-00; (T4) 00-00-70-00 e (T5) 00-00-35-35, cuja sequência para cada tratamento corresponde à quantidade de N em kg ha⁻¹ aplicado na semeadura da aveia-preta – antes da semeadura do milho (8 dias) – cobertura (4-5 folhas) – cobertura (7-8 folhas).

TABELA 2. Contrastes calculados para a produtividade de palha, concentração e ciclagem de N-total e S-total, na cultura do milho, em relação às épocas de aplicação da adubação nitrogenada como dose suplementar à semeadura.

Contraste	MMS	N	S	N	S
	— t ha ⁻¹ —	— g kg ⁻¹ —		— kg ha ⁻¹ —	
1.T1 vs Demais	6,71 x 8,20**	4,9 x 5,1	0,47 x 0,45	33 x 42**	3,2 x 3,8
2.T2 vs T3;T4;T5	7,12 x 8,56**	4,6 x 5,2**	0,45 x 0,46	32 x 45**	3,2 x 3,9**
3.T3 vs T4;T5	8,68 x 8,50	5,5 x 5,1	0,48 x 0,44	47 x 44*	4,2 x 3,8
4.T4 vs T5	9,07 x 7,93*	5,2 x 5,0	0,50 x 0,38*	47 x 40**	4,6 x 3,0**
Média	7,9	5,0	0,46	40	3,6
CV(%)	8,3	7,8	7,8	7,0	13,4

*, **: refere-se ao nível de significância pelo teste de F na análise de variância para contrastes ortogonais a 10 e 5%, respectivamente. (T1) 00-00-00-00; (T2) 70-00-00-00; (T3) 00-70-00-00; (T4) 00-00-70-00 e (T5) 00-00-35-35, cuja sequência para cada tratamento corresponde à quantidade de N em kg ha⁻¹ aplicado na semeadura da aveia-preta – antes da semeadura do milho (8 dias)– cobertura (4-5 folhas) – cobertura (7-8 folhas).

foi contabilizada a contribuição do sistema radicular da cultura. Isso justifica a importância da cultura do milho não só pela produtividade de palha, como na ciclagem de N e S, além de outros nutrientes.

A concentração e a quantidade de S na MMS do milho foram influenciadas significativamente quando se aplicou todo o N suplementar à adubação de semeadura, em uma única aplicação em cobertura, no estágio de 4-5 folhas (00-00-70-00 - contraste 4) (Tabela 2). Maiores quantidades de S também foram observadas quando todo o N foi aplicado próximo da semeadura, em relação à aplicação antecipada (Contraste 2). Os resultados acima citados ocorreram em função da maior

produtividade de MMS e, no caso do contraste 2, do melhor aproveitamento do S do sulfato de amônio, quando o mesmo foi aplicado mais próximo da semeadura do milho, em relação à aplicação na semeadura da aveia, podendo esse resultado ser decorrente da maior imobilização do S pelos organismos do solo, assim como por uma pequena lixiviação, em função das chuvas.

Verificou-se que as plantas não apresentaram resposta em relação à produtividade de grãos quando aplicou-se N suplementar à semeadura (Tabela 3), o que deve ter ocorrido devido às condições de fertilidade do solo, que se encontravam adequadas, aos teores de matéria orgânica e, principalmente, ao sistema de sucessão de culturas adotado na

área, em que se cultivou a soja nas duas últimas safras. O tempo de adoção do SSD e as condições locais podem determinar o caráter-fonte de N da matéria orgânica predominando em relação ao caráter-dreno (Sá, 1999; Mendonça & Oliveira, 2000), influenciando, inclusive, na produtividade. Já as épocas de aplicação do N afetaram a altura das plantas (Contrastes 2 e 3), o diâmetro dos colmos (Contraste 2), a distância dos entrenós (Contrastes 2, 3 e 4) (Tabela 3). A altura das plantas, o diâmetro de colmos e a distância dos entrenós apresentaram-se superiores quando o N foi aplicado próximo à semeadura da cultura (Contraste 2) ou antes da semeadura (Contraste 3), exceto para o diâmetro de colmo. Observou-se, também, maior distância dos entrenós quando se

parcelou o N em cobertura em relação à aplicação em uma única dose (Contraste 4). Escosteguy et al. (1997) também não encontraram benefício do parcelamento do N em cobertura na cultura do milho, em relação à altura de plantas, o que condiz com o resultado observado no contraste 4. Nesse contexto, a aplicação de N na cultura do milho, como dose suplementar à semeadura, resultou em ganhos significativos de palha pela cultura, assim como melhorou, em alguns casos, a recuperação de nutrientes contidos nesta. Salienta-se que, para o presente caso, não houve relação entre a produtividade da cultura e os caracteres fenológicos avaliados, pois a produtividade não foi influenciada pelo manejo adotado para a aplicação de N.

TABELA 3. Contrastes calculados para a produtividade de grãos, altura de plantas, diâmetro de colmo e distância dos entrenós, na cultura do milho, em relação às épocas de aplicação da adubação nitrogenada como dose suplementar a semeadura.

Contraste	Produtividade – kg ha ⁻¹ –	Altura	Diâmetro cm	Entrenó
1.T1 vs Demais	8,21 x 8,42	214 x 218	2,0 x 2,1	16,5 x 16,6
2.T2 vs T3;T4;T5	8,41 x 8,42	214 x 219**	1,9 x 2,1**	16,1 x 16,8**
3.T3 vs T4;T5	8,35 x 8,46	222 x 217**	2,1 x 2,1	17,0 x 16,7**
4.T4 vs T5	8,43 x 8,48	217 x 217	2,1 x 2,1	16,5 x 16,9**
Média	8,38	217	2,1	16,6
CV(%)	8,4	1,43	3,23	1,19

** : refere-se ao nível de significância pelo teste de F na análise de variância para contrastes ortogonais a 5%, respectivamente. (T1) 00-00-00-00; (T2) 70-00-00-00; (T3) 00-70-00-00; (T4) 00-00-70-00 e (T5) 00-00-35-35, cuja sequência para cada tratamento corresponde à quantidade de N em kg ha⁻¹ aplicado na semeadura da aveia-preta – antes da semeadura do milho (8 dias)– cobertura (4-5 folhas) – cobertura (7-8 folhas).

Conclusões

A antecipação da aplicação do nitrogênio destinado à cultura do milho na semeadura da aveia-preta não resultou em ganhos significativos de produtividade de palha da aveia e das espécies espontâneas, durante o período de entressafra, em função da estiagem ocorrida. Na cultura do milho, houve um ganho significativo para a produtividade de palha quando se aplicou nitrogênio suplementar à semeadura, assim como a aplicação próxima da semeadura resultou também em maior produtividade de palha do que quando o fertilizante foi aplicado na semeadura da aveia, sem, contudo, esse manejo influenciar na produtividade de grãos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Agrisus, ao SN-Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio Ltda, aos proprietários da Fazenda Floresta do Lobo, Pinusplan Reflorestadora Ltda., ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP e ao CNPq (CTHidro) a concessão da bolsa de estudos.

Literatura citada

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 905-915, 2000.

BERTOL, I. et al. Persistência dos resíduos de aveia e milho sobre a superfície do solo em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 705-712, 1998.

ESCOSTEGUY, P. A. V. et al. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 21, p. 71-77, 1997.

FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

FAVERO, C. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, p. 171-177, 2000.

GIACOMINI, S. J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 325-334, 2003.

GONÇALVES, C. N. et al. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, p. 153-159, 2000.

LANGE, A. et al. Recuperação do nitrogênio das fontes sulfato e nitrato de amônio pelo

milho em sistema semeadura direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, p.123-130, 2008.

LARA CABEZAS, W. A. R. Possibilidades de aplicação de nitrogênio em sistema de plantio direto. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Milho: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, LPV, 2001. p. 138-178.

LARA CABEZAS, W. A. R. et al. Imobilização de nitrogênio da e do sulfato de amônio aplicado em pré-semeadura ou cobertura na cultura de milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, p. 215-226, 2005.

MENDONÇA, E. S.; OLIVEIRA, F. H. T. Fornecimento de nutrientes pela matéria orgânica do solo. In: SIMPOSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 2000, Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa: Associação dos Engenheiros Agrônomos dos Campos Gerais, 2000. p. 70-81.

PRIMAVESI, A. C. et al. Adubação de aveia em dois sistemas de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, p. 1773-1778, 2002.

SÁ, J. C. M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.). **Inter-**

relação fertilidade, biologia do solo e nutrição do solo. Lavras: SBCS: UFLA, 1999. p. 267-310.

SILVA, E. C. **Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (¹⁵N) do milheto e da crotalária pelo milho sob semeadura direta em solo de cerrado**. 2005. 111 f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D. M. G. ; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 129-146.

WIETHOLTER, S. Manejo de fertilidade do solo no sistema plantio direto: experiências nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRICAÇÃO DE PLANTAS, 24.; REUNIAO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPOSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIAO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria. **Fertbio 2000: biodinamica do solo**. Santa Maria: UFSM/Departamento de Solos, 2000. CD-ROM.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, p. 1191-1197, 1997.