

## **1. INTRODUÇÃO**

A região do Triângulo Mineiro apresenta solo com baixa fertilidade, elevada acidez e relevo relativamente plano, favorável à mecanização e boas condições climáticas, favorecendo a instalação de uma agricultura extensiva. Para satisfazer todos os requisitos necessários à alta produção de grãos, é necessário realizar uma eficiente e balanceada adubação das plantas.

O conhecimento mais aprofundado dos processos de transformação do nitrogênio no solo (nativo e aplicado), contribui para a utilização mais eficiente deste nutriente, minimizando o potencial contaminante e aumentando a produtividade das culturas. Um fator extremamente importante para o sucesso da lavoura, é saber o momento certo para o fornecimento do nutriente, em destaque o nitrogênio, que, de modo geral, é o maior limitante da produtividade da cultura do milho (*Zea mays*).

Além da época de aplicação do N, é essencial o conhecimento da necessidade de parcelamento deste elemento, para que haja menores perdas, maior absorção pelas plantas e maior retorno econômico da atividade.

No sistema plantio direto, tem-se a vantagem do fornecimento de nutrientes a partir da palha da cultura antecedente através da mineralização, proporcionando ao produtor, mais uma alternativa para a nutrição de sua lavoura. Uma das culturas de inverno que pode ser utilizada como adubo verde para a cultura do milho é a aveia preta (*Avena strigosa*).

A integração da adubação verde e mineral para a cultura do milho é uma alternativa com potencial para minimizar custos de produção e caminhar para uma agricultura mais sustentável. Para isso, torna-se importante a adequação da época de aplicação e parcelamento do N com o plantio e manejo da cultura antecedente.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o parcelamento e a época de fornecimento de nitrogênio de cobertura para a cultura do milho, instalada em solo de textura muito argilosa na região do Triângulo Mineiro - MG, em sistema plantio direto, na sucessão aveia preta – milho.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Função da cobertura morta**

Conforme Cruz et al. (1996), com o avanço tecnológico das práticas de cultivo, a melhor opção para os restos culturais é a permanência na área a ser trabalhada, justificada por vários motivos, dentre os quais cita-se: controle de erosão, através da diminuição do impacto das gotas d'água; controle de plantas daninhas e melhoria das condições físico-químicas e biológicas do solo. Os mesmos autores, afirmam ainda que, a rotação de culturas é uma das práticas de cultivo de grande importância para a cultura do milho, além disso, em muitos casos, a adubação verde consegue substituir a adubação nitrogenada do milho.

Esta idéia foi confirmada, pois nas últimas décadas, houve crescimento do interesse pela utilização de culturas de cobertura associado aos preparos conservacionistas, visando ao controle da erosão, incremento da infiltração, controle de plantas daninhas, fornecimento de N para a cultura em sucessão e aumento da produtividade do solo, observando que a estimativa das quantidades totais de N adicionado e, ou reciclado pela

parte aérea da cultura de cobertura, durante o período de 1985 a 1994 foi 270 kg ha<sup>-1</sup> para o sistema aveia preta – milho (Amado & Mielniczuk, 2000).

Os mesmos autores observaram ainda, que embora grande quantidade de N possa existir na parte aérea das culturas de cobertura, a real quantidade de N que será aproveitada pela cultura em sucessão irá depender do sincronismo entre a decomposição da fitomassa e a taxa de demanda da cultura econômica.

Outro fato que está diretamente associado à importância da cobertura morta foi descrito por Gassen (2002), que acrescentou a idéia de que os efeitos da combinação física, química e biológica da palha de diferentes culturas, a decomposição de material orgânico e dos exsudatos de plantas são fenômenos pouco conhecidos e de difícil compreensão e que, como princípio básico, deve-se aumentar o volume de palha, de raízes e de vegetação, para melhorar a fertilidade do solo e buscar o equilíbrio químico e biológico.

Mais tarde, Floss (2002), confirmou a idéia já anteriormente descrita, destacando que as principais funções das plantas de cobertura morta do solo é a manutenção ou melhoria da estrutura física do solo e a estabilidade de agregados, proteção do solo contra a erosão e inclusive, a descompactação de camadas compactadas em sub-superfície.

## **2.2. Características da aveia preta**

A aveia preta encontra-se adaptada tanto na região temperada como subtropical, sendo cultivada tanto ao nível do mar quanto 1.000 a 3.000 m. A espécie é cultivada em sequeiro no Paraná, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, onde em média as chuvas

de abril a setembro chegam pelo menos a 500 mm. Mais ao norte, pode ser cultivada, desde que disponha de irrigação (Fonseca, 1997).

O mesmo autor caracterizou a aveia pela sua rusticidade, boa adaptabilidade a vários tipos de solo, preferindo os solos onde não ocorre estagnação de água, é moderadamente tolerável à acidez, vegetando bem em pH de 5,0 a 7,0, responde bem à calagem e à fertilização do solo, com grandes rendimentos de massa verde que varia de 30 a 60 t ha<sup>-1</sup>, e 2 a 6 t ha<sup>-1</sup> de matéria-seca, além disso, produz abundante massa radicular, o que promove significativa melhoria das condições físicas e biológicas do solo.

Outra característica importante da aveia preta foi descrita por Floss (2000), observando que a mesma se destaca dentre as diversas coberturas de inverno pela alta produção de matéria-seca e alta relação C/N, sendo assim, é a espécie de cobertura de inverno quando manejada na floração, mas especialmente, a resteva após a colheita de grãos, que mantém o solo coberto por um maior período de tempo, em função da menor redução no volume de massa, ao longo do tempo, ocasionado pela lenta decomposição microbiológica da palhada.

Este fato contribui grandemente para o sucesso do sistema plantio direto, já que é fundamental que as culturas de inverno sejam formadoras de grandes quantidades de matéria-seca, bem como apresentar alta relação C/N, permitindo, assim, um maior período de cobertura do solo (Floss, 2000). O mesmo autor, observou ainda que, no cultivo de milho sobre palha de aveia houve uma carência de nitrogênio na fase inicial de crescimento, devido ao efeito da palha de aveia, causando sintomas de amarelecimento nas folhas, este fato deve-se à imobilização do N do fertilizante pelos microrganismos, em função da alta relação C/N da palha das gramíneas.

Mais tarde, o mesmo autor (Floss, 2002) observou que áreas expressivas de solos na região Sul do Brasil são cultivadas com aveia preta, visando à implantação, em sucessão, de soja e outras culturas de verão, especialmente através da semeadura direta. A preferência pela aveia preta para esta finalidade deve-se:

- a facilidade de obtenção de sementes;
- ao menor custo de implantação em relação a outros adubos verdes;
- a maior capacidade de formação de cobertura morta devido à larga relação C/N;
- a rusticidade quanto à exigência de pH e disponibilidade de nutrientes no solo e condições climáticas;
- adaptação às diferentes regiões brasileiras;
- ao alto potencial de rendimento de matéria-verde e seca;
- apresentar um sistema radicular agressivo e melhorador das propriedades físicas do solo;
- ao controle alelopático sobre várias plantas daninhas, através de exsudações radiculares;
- a melhoria da sanidade do solo, diminuindo a população de patógenos causadores do mal-do-pé (*Gaeumannomyces graminis tritici*) e podridões radiculares do trigo (*Bipolaris sorokiniana* e *Helminthosporium sativum*) e esclerócios (*Sclerotinia sclerotiorum*), rizoctoniose (*Rhizoctonia solani*) e nematóides (*Meloidogyne incognita*) da cultura da soja.

### **2.3. Adubação nitrogenada – parcelamento e épocas de aplicação**

De acordo com Fornasieri (1992), a grande instabilidade na forma do N mineral do solo e a baixa relação do N orgânico e índices químicos de disponibilidade de N dificultam a utilização de métodos analíticos de solo que possam predizer a necessidade de adubação nitrogenada. Aliada a essa dificuldade, o autor afirmou que as respostas da cultura do milho a adubação nitrogenada são influenciadas por condições climáticas, características próprias das variedades (ou híbridos) e condições de manejo do solo e da cultura.

Mais tarde, Coelho & França (1995), afirmaram que as recomendações atuais para a adubação nitrogenada em cobertura são realizadas com base em curvas de resposta, histórico da área e produtividade esperada. Além disso, a recomendação da adubação nitrogenada em cobertura para a cultura do milho de sequeiro, de modo geral, varia de 40 a 70 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Ainda sobre recomendação de N para o milho, Cruz et al. (1996), afirmaram que, em Minas Gerais, deve-se adubar em cobertura quando as plantas apresentarem 8 a 10 folhas bem desenvolvidas. Para os mesmos autores, a recomendação da dose de N deve-se levar em consideração o histórico da área.

Analisando a necessidade de parcelar a adubação nitrogenada para as condições do Brasil, Coelho et al. (1991) mencionaram que, em geral, deve-se usar maior número de parcelamento sob as condições seguintes: a) altas doses de nitrogênio (120 a 200 kg ha<sup>-1</sup>), b) solos de textura arenosa; c) áreas sujeitas a chuvas de alta intensidade. Uma única aplicação deve ser feita sob as seguintes condições: a) doses baixas ou médias de nitrogênio

(60 a 120 kg ha<sup>-1</sup>); b) solos de textura média e/ou argilosa; c) plantio intensivo, sem o uso de irrigação, em que a distribuição do fertilizante é feita mecanicamente.

Já Coelho & França (1995) sugeriram a aplicação de dose única do nitrogênio para cultura do milho, em solo de textura argilosa (36 – 60 % de argila) para doses que variam de 60 a 150 kg ha<sup>-1</sup> de N (milho com 7 – 8 folhas) e 50 % (milho com 4 – 6 folha) mais 50 % (milho com 8 – 10 folhas) para doses acima de 150 kg ha<sup>-1</sup>.

Outra forma de parcelamento da aplicação de N foi descrita pela EMBRAPA (1997), que recomenda fornecer o nutriente para as plantas em períodos de maior demanda e maior capacidade de absorção pelas mesmas. Dessa forma, além da aplicação na semeadura, deve-se fornecer o N quando as plantas apresentarem seis folhas desenroladas (folhas com a linha de união lâmina-bainha, “colar”, facilmente visível). Para doses superiores a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, recomenda-se parcelar a cobertura em duas aplicações, aos 15 e 30 dias após a emergência (4 e 8 folhas desenroladas, respectivamente).

Analisando a melhor época de aplicação de fertilizante nitrogenado, Sá (1995) mostrou por estudos realizados no Paraná, na sucessão aveia preta - milho utilizando uréia em SPD, que a sua aplicação prévia à semeadura do milho favoreceria a mobilização do N na época requerida pela cultura, após um período de indisponibilidade temporária, provocado pela biomassa microbiana (imobilização). Contudo, a aplicação do N em pós-semeadura, além de outros processos que passam a ter importância, como a volatilização do N-amoniaco e a lixiviação de nitratos, a imobilização do N aplicado o indisponibilizaria para a cultura, além disso, a antecipação da adubação nitrogenada de cobertura, por sua vez, facilita as atividades do produtor, como assinalado pelo mesmo autor.

Esta mesma idéia foi estudada posteriormente pelo mesmo autor, afirmando que quando a cultura antecessora for aveia preta, poderá ocorrer carência inicial de N no milho, devido ao processo de imobilização provocado pelos organismos decompositores dos resíduos da cultura. Nessa situação, o autor indica a aplicação de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura do milho, com a finalidade de suprir a demanda da biomassa microbiana e desta cultura (Sá, 1996).

Ainda sobre a importância da aplicação de N na semeadura do milho, Alves et al. (1999), afirmaram que para uma produtividade esperada acima de 8 t ha<sup>-1</sup>, recomenda-se 10 a 20 kg ha<sup>-1</sup> de N no plantio e 140 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, sendo que no sistema plantio direto, recomenda-se aumentar a adubação nitrogenada de plantio para 30 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Amado & Mielniczuk (2000) evidenciaram a importância da fertilização nitrogenada na base neste sistema, observando que a aplicação de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N imediatamente após a semeadura do milho em sucessão à aveia preta, aumentou em 250% a quantidade de N absorvido e em 166% a produção de matéria-seca do milho.

Analisando a produtividade média do Brasil, de aproximadamente 2.500 t ha<sup>-1</sup> (42 sacas), Vitti & Favarin (1997), observaram que a mesma está muito aquém do potencial produtivo atingido pela pesquisa ou por bons produtores, por volta de 10 t ha<sup>-1</sup> (167 sacas). Os mesmos autores, afirmaram ainda, que dentre os fatores de produtividade, o manejo químico do solo associado a fatores climáticos são ainda os que mais limitam a produtividade dessa cultura.

Sendo assim, em anos nos quais as condições climáticas são favoráveis à cultura, a quantidade de N requerida para maximizar a produtividade de grãos pode alcançar valores superiores a 150 kg ha<sup>-1</sup>, e que quantidade tão elevada dificilmente será suprida somente

pelo solo, havendo necessidade de utilizar outras fontes suplementares desse nutriente (Amado et al., 2002).

#### **2.4. Adubação nitrogenada em SPD**

Fernandes et. al (1998) observaram as menores doses de N para a máxima produção de matéria-seca de palhada e de grãos e N acumulado no sistema plantio direto, comparando com sistema convencional de preparo de solo (disco e aiveca).

Posteriormente, também comparando os dois sistemas de preparo do solo, Amado & Mielniczuk (2000), observaram, no plantio direto, menor quantidade de N mineralizado do solo, especialmente na fase de estabelecimento do sistema, pois durante o ciclo da cultura do milho, 2,1% do N total do solo foi mineralizado nos sistemas de preparo convencional e reduzido, enquanto apenas 1,1% foi mineralizado no plantio direto. Os autores destacaram no entanto, que este efeito é transitório, pois o aumento do estoque de N total no solo verificado no plantio direto compensa o menor coeficiente de mineralização, resultando, a longo do prazo, um aumento da disponibilidade de N.

Outro paralelo foi feito por Lara Cabezas et al. (2000), observando que no sistema plantio direto, o conceito de eficiência da fertilização nitrogenada é mais abrangente que no sistema convencional, uma vez que as doses de N são definidas de acordo com o sistema e não com as culturas.

Mais tarde, o mesmo autor descreve que, atualmente, o aspecto mais polêmico no manejo da adubação nitrogenada na cultura de milho inserida no sistema plantio direto (SPD) é a época de aplicação da cobertura nitrogenada e a necessidade de efetuar-se ou não

parcelamento. O autor afirmou ainda que, o avanço no manejo tecnificado da adubação nitrogenada em SPD passa necessariamente pela compreensão dos processos de transformação de N o que nos permite utilizar ferramentas metodológicas adequadas e ainda recorrer à contribuição (ao menos) da microbiologia e outras áreas da ciência, visto que a maioria desses processos é mediada pela biomassa do solo (Lara Cabezas, 2001).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2002/2003 tendo como início o plantio da aveia preta em abril de 2002, em área onde se colheu soja no ano anterior, na Fazenda Floresta do Lobo, Pinusplan Reflorestadora Ltda., que se encontrava no oitavo ano de adoção do sistema plantio direto, situada na BR 050, km 93 no município de Uberlândia, MG, em solo muito argiloso ( $750 \text{ g kg}^{-1}$  de argila,  $\text{pH}=5,2$ ;  $\text{P}=14,4 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K}=2,36 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}=11 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}=3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $\text{Al}=1,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{V}=26\%$ ;  $\text{MO} = 41,0 \text{ g kg}^{-1}$  e  $\text{CO}=19 \text{ g kg}^{-1}$ ), próximo ao ponto  $19^{\circ}04,6'S$  e  $48^{\circ}07,87'W$ , a aproximadamente 950 m de altitude.

A semeadura da aveia preta (cultura antecedente ao milho) foi feita em abril de 2002, semeando-se faixas de 850 m (cada faixa correspondente a uma parcela do experimento) contendo 12 linhas de plantio, em espaçamento de 0,40 m, realizado com semeadora TATU PST 02 (convencional). A dessecação da aveia foi realizada na fase de florescimento pleno, evitando assim, a produção de sementes.

O milho utilizado no experimento foi o híbrido Fort (precoce – *Syngenta Seeds*), semeado em 06/11 de 2002 (sobre a aveia dessecada), com espaçamento entre linhas de 0,80 m.

Foi aplicado na área do experimento, em agosto de 2002, 1 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico superficialmente. A adubação no local foi de 42 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura, 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em pré-semeadura, 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em pós-semeadura e 84 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Foram efetuados cinco tratamentos em sistema de faixas casualizadas com três repetições, sendo uma testemunha, dois tratamentos com cobertura nitrogenada em pré-semeadura e dois em pós-semeadura, onde: T1 = testemunha sem cobertura nitrogenada na sucessão aveia preta – milho; T2 = aplicação de 70 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura da aveia preta; T3 = aplicação de 70 kg ha<sup>-1</sup> de N quinze dias antes da semeadura do milho; T4 = aplicação de 70 kg ha<sup>-1</sup> de N na fase do milho com 4-6 folhas e T5 = aplicação parcelada de 35 kg ha<sup>-1</sup> de N na fase do milho com 4-6 folhas e 35 kg ha<sup>-1</sup> de N na fase de 7-9 folhas.

A fonte de N utilizada no ensaio foi uma mistura de sulfato de amônio e nitrato de amônio, na proporção 1:1. Os principais motivos pela utilização dessa mistura, além de redução do custo do fertilizante, estão associados ao fato do fornecimento excessivo de enxofre pela aplicação apenas do sulfato de amônio, além disso, esta mistura reduz o efeito acidificante do adubo anteriormente citado.

Todos os tratamentos culturais foram executados da mesma forma preconizada para o restante da área comercial, exceto as adubações de cobertura nitrogenada do milho.

Foi realizada amostragem de folhas na época do florescimento para avaliação do teor de N na folha. Na colheita, realizada de forma manual em parcela de 3 linhas de 10 m

da área central do experimento, foi avaliada número de plantas, número de espigas, acúmulo de matéria-seca e produtividade de grãos, corrigindo-se a umidade para  $130 \text{ g kg}^{-1}$ .

As médias das variáveis determinadas e calculadas foram comparadas por análise de variância ao nível de 5 % de significância, pelo teste de Duncan.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados de produção de matéria-seca (MS) pela cultura antecessora (aveia preta), semeadas em abril não foram muito promissores, em função da escassez de chuvas no período de abril/setembro de 2002 (característico na região). Em coletas realizadas em agosto de 2000 observou-se que a aveia preta produziu em média 508 kg ha<sup>-1</sup> de MS, evidenciando a dificuldade de produzir-se palha nesta época do ano. Este valor está muito aquém dos encontrados por Fonseca (1997) no Paraná, que foi de 2 a 6 t ha<sup>-1</sup> de MS, provavelmente devida às maiores precipitações na época de abril a setembro que esta região está sujeita.

Não foram observadas diferenças nos teores de N nas folhas (Tabela 1 e Figura 1), tendo valores que vão de 3,02 a 3,41 %. No entanto, de acordo com o intervalo de 2,75 a 3,25 %, considerado adequado para a cultura de milho por Coelho & França (1995), observaram-se valores dentro ou acima do recomendado, indicando um bom estado nutricional da cultura para este nutriente em todos os tratamentos.

Below (2002) relacionou os teores de N foliar com a produtividade, afirmando que para alcançar altos rendimentos, as plantas têm que estabelecer não só capacidade fotossintética, mas também continuar a fotossíntese durante a formação e enchimentos dos grãos. Este papel é importante, desde que a acumulação de matéria-seca nos grãos de milho depende da fotossíntese presente. A maior parte do N na folha do milho está associada ao cloroplasto (ao redor de 60 % de N total da folha), e estas proteínas estão sujeitas ao desdobraimento e remobilização dos aminoácidos restantes. Com o envelhecimento das folhas, a capacidade fotossintética diminui, e também o suprimento de assimilados e o rendimento de grãos. Este declínio ocorre mais rapidamente para as folhas deficientes em N, e conduz a espigas menores, com menos grãos.

TABELA 1 – Teor foliar de N, produtividade e acúmulo de matéria-seca (MS) para as diferentes épocas de aplicação de adubo nitrogenado na cultura do milho, Uberlândia – MG (safra 2002/2003):

Trat/to	SCI	PS	S	CO <sub>4-6</sub>	CO <sub>7-9</sub>	N foliar	Produtividade		MS
	kg ha <sup>-1</sup> de N					– % –	– kg ha <sup>-1</sup> –	sacas ha <sup>-1</sup>	– kg ha <sup>-1</sup> –
T1	---	---	42	---	---	3,09 a	8214 a	137	6710 b
T2	70	---	42	---	---	3,18 a	8407 a	140	7123 b
T3	---	70	42	---	---	3,14 a	8352 a	139	8676 a
T4	---	---	42	70	---	3,41 a	8425 a	140	9070 a
T5	---	---	42	35	35	3,02 a	8479 a	141	7933 ab
Média						3,17	8375		7902
CV(%)						8,73	8,44		8,33

SCI = semeadura da cultura de inverno (aveia preta); PS = pré-semeadura; S = semeadura do milho; CO<sub>4-6</sub> = estágio 4-6 folhas; CO<sub>7-9</sub> = estágio 7-9 folhas;



FIGURA 1 – Teor de nitrogênio foliar em porcentagem dos tratamentos de diferentes épocas de aplicação de N na cultura do milho, Uberlândia – MG (safra 2002/2003);

Onde: T1 = testemunha; T2 = dose completa de N na semeadura da aveia preta; T3 = dose completa de N quinze dias antes da semeadura do milho; T4 = dose completa em cobertura no milho (4-6 folhas); T5 = parcelamento do N em cobertura no milho (4-6 e 7-9 folhas).

Em relação ao número de plantas e números de espigas, não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2 e Figura 2). Este fato está diretamente associado à produtividade da cultura, uma vez que o aumento do número de plantas acarretaria em mais espigas para a mesma área, que por sua vez proporcionaria maior rendimento em grãos.

TABELA 2 – Número de plantas e espigas por 30 m lineares para as diferentes épocas de aplicação de N na cultura do milho, Uberlândia – MG (safra 2002/2003):

Trat/to	SCI	OS	S	CO <sub>4-6</sub>	CO <sub>7-9</sub>	Número de plantas	Número de espigas
	kg ha <sup>-1</sup> de N						
T1	---	---	42	---	---	125 a	119 a
T2	70	---	42	---	---	137 a	129 a
T3	---	70	42	---	---	127 a	126 a
T4	---	---	42	70	---	127 a	123 a
T5	---	---	42	35	35	135 a	125 a
Média						130	125
CV(%)						6,14	4,38

SCI = semeadura da cultura de inverno (aveia preta); PS = pré-semeadura; S = semeadura do milho; CO<sub>4-6</sub> = estágio 4-6 folhas; CO<sub>7-9</sub> = estágio 7-9 folhas;



FIGURA 2 – Número de plantas e de espigas por 30 metros lineares para as diferentes épocas de aplicação de N na cultura do milho, Uberlândia – MG (safra 2002/2003);

Onde: T1 = testemunha; T2 = dose completa de N na semeadura da aveia preta; T3 = dose completa de N quinze dias antes da semeadura do milho; T4 = dose completa em cobertura no milho (4-6 folhas); T5 = parcelamento do N em cobertura no milho (4-6 e 7-9 folhas).

Os tratamentos que receberam a adubação nitrogenada mais próxima da época da semeadura (T3, T4 e T5) apresentaram maior potencial de acumular matéria-seca – MS – (Tabela 1 e Figura 3). Os resultados de quantidade de MS não mostraram relação direta com a produtividade, porém, os tratamentos que receberam N em pós-semeadura apresentaram maiores valores para ambas variáveis, mesmo não havendo diferença significativa. Verificaram-se em média, neste trabalho, valores próximos a 7900 kg ha<sup>-1</sup>, que sem dúvida colaboram grandemente na produção de MS para recobrir o solo na região, em função da grande dificuldade encontrada em se produzir palha.

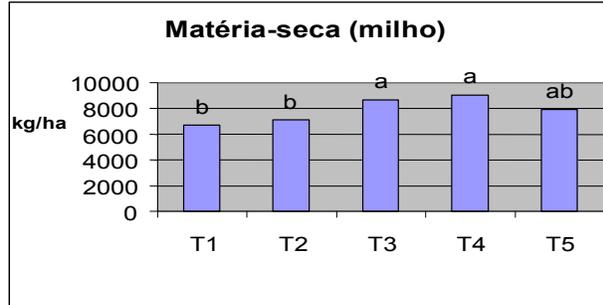


FIGURA 3 – Quantidade de MS da parte área do milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) dos tratamentos de diferentes épocas de aplicação de N na cultura do milho, Uberlândia – MG (safra 2002/2003);

Onde: T1 = testemunha; T2 = dose completa de N na semeadura da aveia preta; T3 = dose completa de N quinze dias antes da semeadura do milho; T4 = dose completa em cobertura no milho (4-6 folhas); T5 = parcelamento do N em cobertura no milho (4-6 e 7-9 folhas).

Em relação à produtividade, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 1 e Figura 4), podendo este resultado estar atribuído ao fato do solo, onde foi instalado o experimento, encontrar-se com bons níveis de fertilidade e teores de matéria orgânica antes da semeadura. Além disso, a média de produtividade da soja no talhão onde foi instalado o experimento foi de  $3350 \text{ kg ha}^{-1}$  nos dois últimos anos, o que, pode ter tido influência desta cultura sobre a disponibilidade de N para o milho.



FIGURA 4 – Produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$  dos tratamentos de diferentes épocas de aplicação de N na cultura do milho, Uberlândia – MG (safra 2002/2003);

Onde: T1 = testemunha; T2 = dose completa de N na semeadura da aveia preta; T3 = dose completa de N quinze dias antes da semeadura do milho; T4 = dose completa em cobertura no milho (4-6 folhas); T5 = parcelamento do N em cobertura no milho (4-6 e 7-9 folhas).

Coelho et al. (1992) afirmaram que dentre as informações requeridas para otimizar a recomendação de N em cobertura, incluem-se: a estimativa do potencial de mineralização do N do solo; a quantidade de N mineralizado ou imobilizado pela cultura de cobertura; o requerimento do N pela cultura, para atingir um rendimento projetado; a expectativa da eficiência de recuperação do N disponível das diferentes fontes (solo, resíduo de cultura, fertilizante mineral). Essas questões poderão ser estudadas com maior profundidade em trabalhos posteriores a fim de obter maiores informações a respeito das doses e épocas mais adequadas para otimizar a absorção de N pela cultura do milho.

Conforme Fornasieri (1992), recomenda-se que se faça o parcelamento da adubação nitrogenada, sendo um terço da quantidade total aplicada nos sulcos por ocasião da semeadura e dois terços restantes em cobertura quando as plantas apresentarem de seis a sete folhas plenamente desenvolvidas, desde que nessa época as condições de precipitação e de umidade sejam adequadas. Analisando o tratamento que mais se assemelha com a recomendação do autor acima citado (dose completa com o milho na fase de 4-6 folhas), não se verificou desempenho superior significativo em relação aos demais. Entretanto, o autor afirma que a época mais apropriada para a aplicação do N depende da textura do solo e/ou da quantidade a aplicar.

Resultados semelhantes aos obtidos neste experimento foram encontrados por Coelho e França (1995), que afirmaram que a baixa intensidade de nitrificação e de perdas por lixiviação nos perfis dos solos poderiam explicar porque a aplicação parcelada de nitrogênio em duas ou mais vezes para a cultura do milho, com doses variando de 60 – 120 kg ha<sup>-1</sup>, em solos de textura argilosa, não refletiram em maiores produtividades em relação a uma única aplicação na fase inicial de maior exigência da cultura.

Mesmo não havendo diferença significativa, observou-se que as aplicações de N em pós-semeadura (época da primavera) tiveram maiores valores do que as realizadas em pré-semeadura (outono e inverno). Resultados semelhantes foram encontrados por Below (2002), que avaliando a melhor época para o fornecimento de N (sulfato de amônio) em intervalos mensais em dez locais, num período de três anos (doses consideradas adequadas para um bom rendimento da cultura do milho), observou uma notável diminuição no rendimento quando o N foi aplicado no outono ou no inverno comparado à aplicação na primavera. O autor atribuiu este fato à diferença na precipitação de primavera.

Basso et al. (1998), estudou o manejo do N no milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de solo no inverno, no sistema plantio direto, visando aumentar a disponibilidade de N nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho. O autor observou que quando se aplicou 60, 30 e 30 kg ha<sup>-1</sup> de em pré-semeadura, semeadura e cobertura, respectivamente, ou seja, 90 % do N total recomendado aplicado até a semeadura, obteve-se o maior rendimento de grãos de milho, comparando ao manejo tradicional (semeadura + cobertura). Para este experimento, não houve melhor desempenho do tratamento que recebeu adubação nitrogenada antes da semeadura do milho.

Considerando a diferença de 4 sacas ha<sup>-1</sup> entre os tratamentos de melhor desempenho (parcelamento do N em pós-semeadura) e a testemunha (sem adubação nitrogenada em cobertura) houve uma rentabilidade econômica de US\$28,35 ha<sup>-1</sup>, adotando o valor de US\$7,00/saca comercializado pelo produtor (informação pessoal). O gasto com o fertilizante nitrogenado (mistura de sulfato de amônio e nitrato de amônio, na proporção 1:1) foi de US\$44,95 ha<sup>-1</sup>, mostrando que para as condições deste experimento não houve viabilidade econômica para a adubação nitrogenada. Este fato pode estar relacionado com o

alto custo do insumo e baixo preço da saca de milho comercializada pelo produtor. Além disso, verificou-se que o solo onde foi instalado o experimento apresentava uma boa capacidade de fornecimento de N, não havendo resposta à aplicação desse elemento. Resultados como esse enfatizam a regra de que as recomendações de nitrogênio devem ser cada vez mais específicas e não generalizadas. Comparando os tratamentos entre si, as diferenças no ponto de vista econômico, foram insignificantes, não mostrando, em nenhum deles, desempenho relativo satisfatório.

Para análise estatística realizada por contraste ortogonal, os resultados de significância se repetiram, mantendo-se o teste de Duncan (5% de probabilidade).

## **5. CONCLUSÕES**

Os resultados deste experimento permitem concluir que:

- 1) nas condições deste trabalho, deve-se adequar a melhor época e parcelamento do nitrogênio de acordo com o manejo da propriedade;
- 2) nas condições deste experimento, não houve efeito da adubação nitrogenada, tendo sido antieconômica a aplicação de tal fertilizante.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRAÇA, G. E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J. M.; VEIRA, J. R. e LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais : 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 314-316.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J. & FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo do solo. **R. Bras. Ci. Solo**. Viçosa, v.24, n.1, p. 179-189, jan./mar. 2000.

AMADO, T. J. C. & MIELNICZUK, J. Estimativa da adubação nitrogenada para o milho em sistemas de manejo e culturas de cobertura do solo. **R. Bras. Ci. Solo**. Viçosa, v.24, n.3, p. 553-560, jul./set. 2000.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; VEZZANI, F. M. Nova recomendação de adubação nitrogenada para o milho sob plantio direto no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo, mar. 2002.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; MARCOLAN, A. L.; RURIGON, R. Manejo do nitrogênio no milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de solo no inverno, no sistema plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., Caxambu, 1998. **Resumos...** Lavras: UFLA, SBCS, SBM, 1998. P. 145.

BELOW, F. E. Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 99, set. 2002.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.F.C. Nutrição e adubação do milho forrageiro. In: EMBRAPA.Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Milho para silagem**: tecnologias, sistemas e custo de produção. Sete Lagoas, 1991. p.29-73. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 14)

COELHO, A. M.; FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.F.C.; GUEDES, G.A.A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, Campinas, v.16, p.61-67, 1992.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G.E. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.71, set. 1995. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n.2, p.1-9, set. 1995.

CRUZ, J. C. et al. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1996. 204 p.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. **Milho: Informações técnicas**. Circular técnica, 5. Dourados, 1997. p. 74-76.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; VASCONCELLOS, C. A. & GUEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em latossolo sob vegetação de cerrado. **R. Bras. Ci. Solo**. Viçosa, v.22, n.2, p. 247-254, abr./jun. 1998.

FLOSS, E. L. Benefícios da biomassa de aveia ao sistema de semeadura direta. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo, jun. 2000.

FLOSS, E. L. Aveia, um sustentáculo do Sistema de Semeadura Direta. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo, n. 72, nov. 2002.

FONSECA, M. G. C. **Plantio Direto de Forrageiras – Sistema de Produção**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 101 p.

FORNASIERI, D. F. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273 p.

GASSEN, D. N. **Informativos técnicos Cooplantio**. Passo fundo: Aldeia Norte Editora, 2002. 150 p.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KONDÖRFER, G. H. & PREREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema plantio direto no triângulo mineiro (MG). **R. Bras. Ci. Solo**. Viçosa, v.24, n.2, p. 363-376, abr./jun. 2000.

LARA CABEZAS, W. A. R. Imobilização de nitrogênio na cultura do milho após a aplicação em pré e pós-semeadura da uréia e sulfato de amônio. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo, out. 2001.

SÁ, J. C. M. Nitrogênio: Influência da rotação de culturas e resposta da cultura de milho em solos sob plantio direto. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1995, Castro. **Anais...** Castro: Fundação ABC, 1995. p.212-227.

SÁ, J. C. de M. Fósforo: respostas das culturas de milho, trigo e soja no sistema plantio direto. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1995, Castro. **Anais...** Castro: Fundação ABC, 1996. p. 259-267.

VITTI, G. C.; FAVARIN, J. L. Nutrição e manejo químico do solo para a cultura do milho. In: FANCELLI, A. L. (coord). **Tecnologia da produção de milho**. Piracicaba, 1997.