

---

## ACÚMULO DE NUTRIENTES E MATÉRIA SECA PELO MILHO EM FUNÇÃO DO MANEJO DO SOLO E DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

Edney Leandro da Vitória<sup>1</sup>, Haroldo Carlos Fernandes<sup>2</sup>, Elcio das Graça Lacerda<sup>3</sup>, Thiago Lopes Rosado<sup>4</sup>

### RESUMO

Avaliou-se o efeito de sistemas de manejo do solo e doses de nitrogênio na produção de matéria seca, grãos e palhada, bem como no acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S e Zn, por plantas de milho (híbrido ou variedade). O experimento foi conduzido sob irrigação da área experimental da Fazenda Modelo do Centro Universitário Vila Velha, localizada no município de Cariacica/ES, em solo classificado como Latossolo Amarelo Eutrófico (textura arenosa). Os sistemas de manejo do solo estudados foram: plantio direto, preparo convencional com arado de discos e preparo convencional com arado de aiveca. Doses de nitrogênio a 0, 60, 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup> foram aplicadas em cobertura. As maiores produções de matéria seca nos grãos, palhada e do acúmulo de nutrientes foram obtidas sob o sistema de plantio direto. Na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> ocorreu maior eficiência da utilização do N pelo milho, constatada pela maior recuperação do N aplicado.

**Palavras-chave:** Sistemas de produção, nutrientes, preparo do solo, *Zea mays*

### ABSTRACT

#### CORN YIELD AND NUTRIENT ACCUMULATION AFFECTED BY SOIL MANAGEMENT AND NITROGEN FERTILIZATION

The effect of soil preparation and nitrogen dose on grain and straw dry matter yield and N, P, K, Ca, Mg, S and Zn accumulation in corn plants (*Zea mays* L.) cultivated under irrigation were evaluated in field experiments in Latossolo Eutrophic Yellow, at the experimental farm of the Centro Universitário Vila Velha, in Cariacica, ES, Brazil. The soil was preparation followed either no tillage, conventional tillage with disk plow or conventional tillage with moldboard plow. The nitrogen was applied in cover at the dose of 0, 60, 120 or 240 kg ha<sup>-1</sup>. The maximum grain and straw dry matter yield and nutrient accumulation were found in the no tillage system. The highest utilization efficiency of the applied N occurred at the dose of 60 kg N ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Production systems, nutrients, soil management, *Zea mays*

---

**Recebido para publicação em 30/08/2010. Aprovado em 22/11/2011.**

1- Engenheiro Agrícola, Prof<sup>o</sup> Adjunto, Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, São Mateus – ES. edney.vitoria@ceunes.ufes.br

2- Engenheiro Agrícola, Prof<sup>o</sup> Associado, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG. haroldo@ufv.br

3- Doutorando em Engenharia Agrícola, DEA/UFV, Viçosa, MG

4- Engenheiro Agrônomo, Instituto Federal de Ensino Superior, Campus Santa Teresa – ES. thiagolr@ifes.edu.br

## INTRODUÇÃO

O milho é uma planta forrageira destacadamente utilizada em silagem, devido à grande produção de forragem e composição da planta, resultando em fermentação adequada no silo e silagem de grande valor nutritivo. Contudo, sua produtividade e qualidade são incertas de ano para ano por serem influenciadas, dentre outros fatores, pela disponibilidade de água no solo, manejo adequado do solo e disponibilidade de nutrientes (HENRIQUE *et al.*, 1998).

O preparo convencional do solo tem causado degradação de suas propriedades, principalmente de sua estrutura (ARGENTON, 2000), favorecendo a erosão hídrica e o assoreamento de rios e lagos. Esta constatação motivou agricultores e técnicos a buscarem novas alternativas - como a utilização do sistema plantio direto - o qual reduz as perdas de solo e, conseqüentemente, de nutrientes, além de demandar menor consumo de combustível e, em algumas culturas, proporcionar aumento de produtividade.

O uso contínuo de grade aradora e a pulverização excessiva da camada superficial do solo têm levado ao aparecimento de camadas compactadas e selamento superficial dos solos, com conseqüente aumento da erosão e decréscimo de produtividade. Uma das conseqüências do cultivo é o decréscimo nos teores de matéria orgânica do solo, que está intimamente relacionada com os principais fatores do solo, entre eles, a soma de bases e a CTC, sendo, portanto, a parte mais ativa em solos de baixa fertilidade (EBELING *et al.*, 2008).

A atividade biológica do solo é intensificada na presença de matéria orgânica em interação com os nutrientes adicionados, favorecendo a estabilidade dos agregados do solo, a retenção de água e a melhoria no processo de infiltração de água (JIMENEZ *et al.*, 2008). Segundo este autor, passou-se a enfatizar, nas áreas de cerrado, a manutenção da estrutura do solo por meio do plantio direto, cultivo mínimo, uso de escarificador, e preservação dos restos culturais na superfície do solo. O preparo excessivo é desaconselhável, pois além de prejudicar o solo, onera os custos da cultura (EMBRAPA, 1993).

As práticas de cultivo visando à produção agrícola sustentável devem minimizar as limitações do solo e do clima, assegurando produções crescentes, além de conservar os recursos naturais e proteger o meio ambiente (MORRISON; CHICHESTER, 1994). Os efeitos do preparo nas propriedades dos solos e os favorecimentos ou limitações que esse ambiente impõe às plantas manifestam-se em intensidades variáveis. Se o preparo do solo afetar sua aeração, conseqüentemente, influenciará na porosidade, densidade e morfologia do sistema radicular (SILVA *et al.*, 2005).

Além dos cuidados a serem tomados durante o preparo do solo, para que se não onere o custo da produção, a adubação nitrogenada deve ser empregada de modo a maximizar a produtividade (COLLIER *et al.*, 2006), visto que este nutriente está sujeito a perdas em função de sua dinâmica. Segundo Gava *et al.* (2006), a adubação nitrogenada em excesso pode causar um desenvolvimento vegetativo excessivo, em detrimento da produção de tubérculos ou raízes, proporcionar folhas mais suculentas e susceptíveis a doenças, reduzir a produção de frutos e o teor de açúcares além de predispor a cultura ao acamamento. Ainda, segundo este autor, a adubação nitrogenada é complexa e deve ser feita com cuidado, pois, se de um lado a falta de nitrogênio pode limitar seriamente a produção, por outro, o excesso pode reduzi-la.

O objetivo do trabalho foi avaliar sistemas de manejo do solo e doses crescentes de nitrogênio na produção de milho e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S e Zn, por esta cultura, quando cultivada em um Latossolo Amarelo Eutrófico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em área experimental da Fazenda Modelo do Centro Universitário Vila Velha, no município de Cariacica/ES, em solo de relevo suave ondulado, classificado como Latossolo Amarelo Eutrófico (textura arenosa), com clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen (1928). A caracterização química e física do solo estudado encontra-se apresentada no Quadro 1.

**Quadro 1.** Características químicas e físicas do Latossolo Amarelo Eutrófico após 2 anos de cultivo, em duas profundidades de amostragem, nos três sistemas de manejo do solo, antes da semeadura

Características	Direto		Disco		Aiveca	
	0-0,10 m	0,10-0,20 m	0-0,10 m	0,10-0,20 m	0-0,10 m	0,10-0,20 m
pH	6,00	5,80	6,20	6,20	5,90	5,70
H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,88	3,09	2,66	2,76	2,97	3,23
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	-	-	-	-	-	-
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,53	6,09	7,19	6,98	6,44	5,98
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,19	1,11	1,09	1,10	1,07	1,04
K (mg kg <sup>-1</sup> )	250,00	166,50	245,00	169,75	225,25	145,00
P (mg kg <sup>-1</sup> )	27,50	28,25	33,75	36,25	37,50	29,50
S (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,99	7,26	8,76	8,45	7,98	7,17
T (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	12,61	11,34	11,44	11,08	11,00	10,90
m (%)	-	-	-	-	-	-
V (%)	80	68	75	77	79	72
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	320	320	320	320	320	320
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	80	80	80	80	80	80
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	600	600	600	600	600	600
Mat. Orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	47,1	45,8	46,5	46,0	44,8	43,3

Os sistemas de manejo do solo avaliados foram: plantio direto, preparo convencional com arado de disco e grade niveladora (Disco) e preparo convencional com arado de aiveca e grade niveladora (Aiveca). Nos sistemas Disco e Aiveca foi realizada uma aração com os respectivos arados e duas gradagens por cultivo. Na área experimental, os sistemas de manejo do solo vêm sendo adotados desde 2007.

As máquinas e implementos utilizados foram tracionados por um trator Valtra, modelo BM 100, 4x2 TDA, com potência de 73,6 kW (100 cv @ 2300 rpm). A semeadora de plantio direto marca Semeato, modelo SHMA/11, 11 linhas, com capacidade do depósito de sementes de 38 L, capacidade do depósito de fertilizante de 366 L. O arado de discos marca Super Tatu, reversível modelo AR-PR, com largura de corte de 0,80 a 0,90 m, três discos de 28 polegadas, massa total 560 kg, o arado de aivecas marca Super Tatu, modelo AAR, largura de corte de 1,35 m, três aivecas, massa de 900 kg e a grade marca Baldan, tipo offset, modelo NV; largura de trabalho 2.350 mm; 28 discos de 20 polegadas, massa total 630 kg.

A variedade de milho Cargil-805 foi semeada em 25/09/07, com adubação na linha de plantio de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 4-20-20. A adubação nitrogenada

foi realizada aos 45 dias após semeadura, utilizando as doses de 0, 60, 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de uréia.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, arrançados em esquema fatorial de 3 x 4 (três sistemas de preparo de solos e quatro doses de N), com quatro repetições. As unidades experimentais foram constituídas de sete linhas espaçadas de 0,9 m, com área total de 126 m<sup>2</sup> (6,3 x 20,0 m) e área útil para estimar a produtividade de 25 m<sup>2</sup>.

O sistema de irrigação utilizado foi o de aspersão; sendo a necessidade de irrigação estimada através do balanço de água no solo. A colheita foi realizada em 08/03/08, com os grãos apresentando teor médio de umidade de 12%. Após a contagem do número de plantas, colheram-se separadamente as espigas, colmos e folhas. Para determinação da matéria seca e dos nutrientes, a parte aérea das plantas de milho foi dividida em: folhas + palha da espiga, colmo + pendão ou inflorescência masculina, sabugo e grãos. Para o cálculo da produção de matéria seca total e acúmulo total de nutrientes na palhada, foram somadas as produções de matéria seca e dos nutrientes acumulados na folha + palha, colmo + pendão e sabugo. O N total foi determinado pelo método semimicro-Kjeldahl, e os demais nutrientes por espectrometria de emissão de plasma.

A produção de matéria seca e dos nutrientes acumulados foi avaliada por análises de variância, sendo os sistemas de preparo dos solos comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância, e o efeito das doses de N sobre a produção de matéria seca por equações de regressão polinomial.

A recuperação aparente do N fertilizante foi estimada pelo método da diferença, conforme Coelho *et al.* (1992), considerando a diferença entre o N total absorvido pelas plantas que receberam (Nc) e não receberam (Nsc) adubação nitrogenada em cobertura, dividida pela quantidade de N aplicado em cobertura (Nac), expressa pela seguinte equação:

$$\%N \text{ recuperado} = (Nc - Nsc) 100/Nac \quad (1)$$

A eficiência de utilização (EU) de nutrientes pela parte aérea das plantas de milho foi calculada de forma semelhante à utilizada por Siddiqi e Glass (1981), pela expressão:

$$EU = (\text{kg de matéria seca da parte aérea})^2 / (\text{mg de nutrientes na matéria seca da parte aérea}) \quad (2)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de plantio direto apresentou as maiores médias de produção de matéria seca independente da dose de N aplicada, enquanto as menores produções foram verificadas no sistema Aiveca (Figura 1).

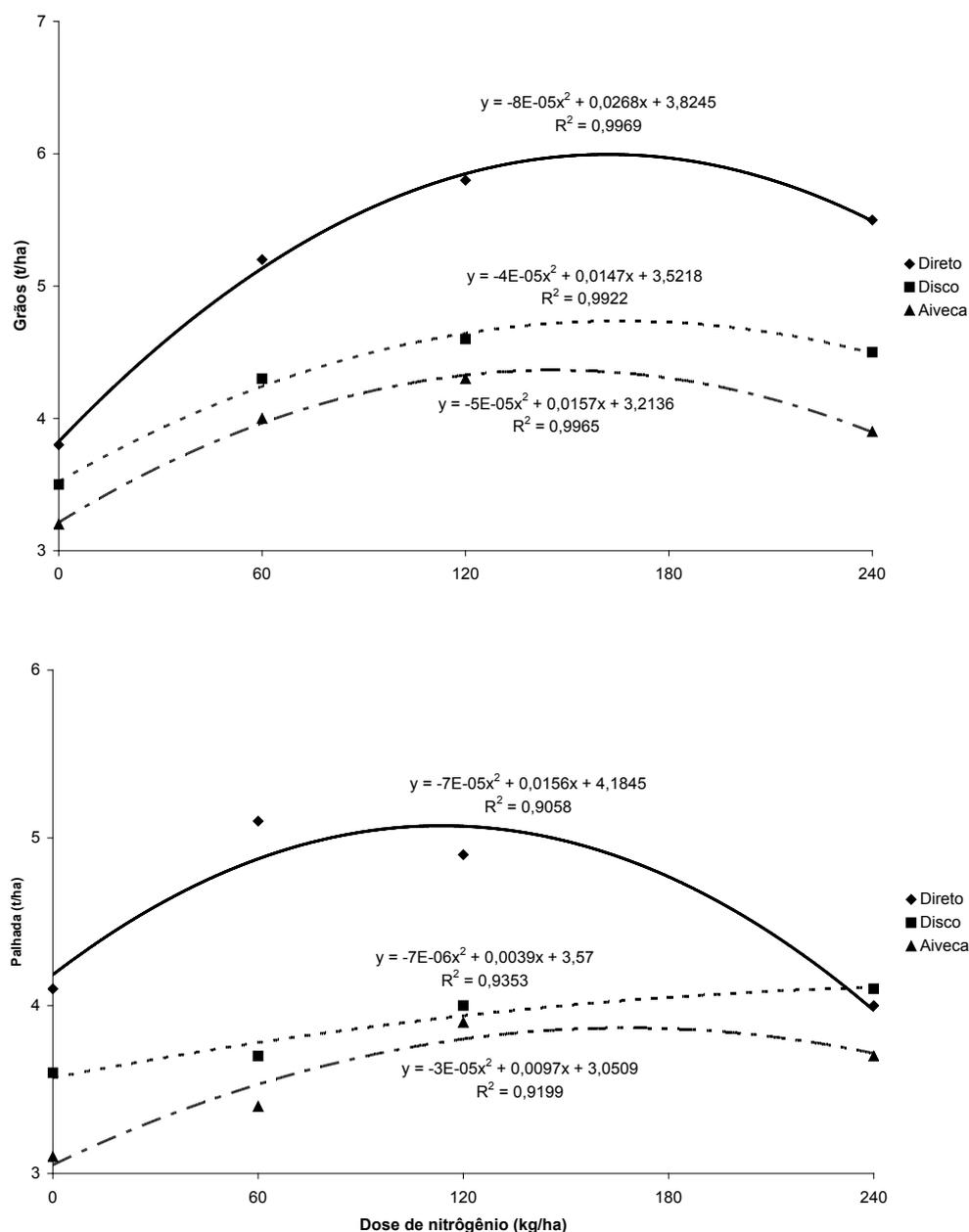
As produções de palhada e de grãos aumentaram de forma quadrática com o aumento das doses de N (Figura 1). Por meio das equações de regressão estimou-se a dose de N para 90% da produção máxima, que pode ser considerada como a dose de máxima eficiência econômica (HOFFMANN, 1992). As doses de N para a produção máxima de grãos e equivalente a 90% da máxima, calculadas pelas equações de regressão, foram: 143 e 75; 166 e 70; e 170 e 77 kg ha<sup>-1</sup>, para os sistemas Direto, Disco e Aiveca, respectivamente. Verifica-se que a dose para 90% da produção máxima ficaram bem abaixo das doses mais elevadas testadas, o que está de acordo com a chamada “Lei dos incrementos decrescentes” (RAIJ *et al.*, 2001). Na prática, o uso de N para obtenção da produção máxima, certamente não seria econômico dado à necessidade de uma grande dose de N para aumento na produção de apenas 10%, em

relação a 90% da produção máxima.

A maior produtividade de milho no sistema Direto pode ser atribuída à melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Verificou-se, ao longo dos dois anos de cultivo do solo, pequeno aumento dos valores de pH, Ca, Mg, S, e T na camada superficial (0 a 0,10 m) do solo sob o sistema Direto em relação aos sistemas Disco e Aiveca (Quadro 1). Scherer *et al.* (2007) verificaram melhorias nas propriedades químicas de solos sob plantio direto, quando comparados aos do solo sob plantio convencional, contribuindo para a maior produtividade.

O teor de matéria orgânica do solo na profundidade de 0 a 10 cm no sistema Direto, após dois anos da instalação, apresentou-se ligeiramente superior aos demais sistemas estudados. A pequena acumulação de matéria orgânica no sistema de plantio direto pode ser atribuída à rápida mineralização dos restos culturais em função das altas temperaturas e umidade. Almeida *et al.* (2005), estudando a influência de sistemas de preparo do solo em Latossolo Roxo do município de Campinas/SP, não observaram diferenças significativas nos teores médios de matéria orgânica na camada arável, atribuindo esse fato às condições climáticas da região, com verão quente e úmido e inverno seco, assim como da temperatura, condições estas que favorecem a rápida mineralização da matéria orgânica do solo.

Apesar da pequena diferença de teores de matéria orgânica encontrada nos diferentes sistemas de manejo, a dinâmica desta deve ser maior no sistema Direto, o que pode ser constatado pela maior quantidade de N imobilizado na biomassa microbiana (Quadro 2). Gilles *et al.* (2009) verificaram que o aumento da intensidade de cultivo do solo reduz sua capacidade em imobilizar e reter N mineral, devido a redução do C disponível a ser utilizado como substrato para o crescimento microbiano. Além disso, sistemas de manejo do solo e de culturas, que promovem menores alterações e que permitem a manutenção de teores de matéria orgânica mais elevados, favorecem a população microbiana (SIQUEIRA *et al.*, 1994). Roscoe (1997), em experimento similar, verificou maior atividade da urease na camada de 0 a 10 cm no sistema Direto, atribuindo este fato à maior atividade biológica neste sistema.



**Figura 1.** Produção de matéria seca e de grãos de plantas de milho cultivadas em diferentes sistemas de preparo de solo e doses crescentes de nitrogênio.

A maior recuperação aparente do N aplicado foi observada no sistema Direto na dose de  $60 \text{ kg ha}^{-1}$ , em que 52% do N aplicado foi recuperado pela variedade de milho Cargil-805, enquanto que com  $240 \text{ kg ha}^{-1}$ , a recuperação foi de apenas 12%. A baixa recuperação aparente do N aplicado referente às doses mais elevadas de N enfatiza a importância de ajustar as aplicações de fertilizantes para o mais próximo possível da quantidade requerida pela cultura (RAIJ, 1991; COELHO *et al.*, 1992). Desta

forma, as plantas da variedade de milho Cargil-805 também foram mais eficientes em utilizar N, quando cultivadas sob o sistema Direto (Quadro 3), sendo esta maior eficiência verificada na dose de  $60 \text{ kg ha}^{-1}$ .

De maneira geral, o maior acúmulo de nutrientes foi verificado na variedade de milho Cargil-805, sob o sistema Direto, o que pode ser creditado ao volume de matéria seca produzido no sistema (Quadro 3 e Figura 1). Observa-se que mais de 50% da quantidade total de N, P, Mg, S e Zn,

acumulados na matéria seca da parte aérea das plantas de milho, encontra-se nos grãos (Quadro 3). Dessa forma, mesmo com a manutenção da palhada na área de produção, a reposição desses nutrientes em cultivos seguintes se faz necessária em decorrência das grandes quantidades que são exportadas pelos grãos, principalmente de N, que, além desta exportação, é facilmente perdido em função de sua dinâmica no solo (RAIJ, 1991). Segundo Büll (1993), as quantidades extraídas de nutrientes variam em função da produção obtida,

que depende de fatores como variedade, nível e disponibilidade de nutrientes, manejo da cultura e condições climáticas, entre outros.

Independentemente do sistema de preparo do solo e das doses de N, a quantidade de nutrientes acumulada pela cultura, quanto aos macronutrientes, foi, em ordem decrescente para  $N > K > P > Mg > Ca > S$ . Do total dos macronutrientes acumulados pela parte aérea, o N correspondeu a mais de 40% do total, enquanto o S correspondeu a menos de 4%.

**Quadro 2.** Nitrogênio imobilizado, em duas profundidades do solo, recuperação aparente do nitrogênio aplicado e eficiência de utilização (EU) de nitrogênio para as plantas de milho cultivadas nos diferentes sistemas de manejo do solo e doses de nitrogênio

Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Sistema de manejo	N imobilizado (mg kg <sup>-1</sup> )		N recuperado (%)	EU (%)
		0 – 0,10 m	0,10 – 0,20 m		
0	Direto	90,08 a	73,21 a	-	1,12
	Disco	35,42 b	33,40 b	-	1,07
	Aiveca	34,18 b	28,91 b	-	0,93
60	Direto	108,00 a	80,00 a	50,09	1,66
	Disco	62,14 b	33,05 b	21,21	1,19
	Aiveca	56,41 b	39,07 b	23,09	0,99
120	Direto	100,87 a	66,51 a	34,15	1,34
	Disco	49,99 b	36,07 b	29,83	1,20
	Aiveca	44,13 b	35,91 b	16,66	0,91
240	Direto	83,38 a	59,98 a	13,07	1,13
	Disco	45,40 b	34,40 b	18,07	0,97
	Aiveca	39,62 b	33,18 b	11,00	0,95

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na coluna e dentro de cada dose, não diferem entre si (teste de Tukey 5%).

**Quadro 3.** Acúmulo de nutrientes nos grãos de plantas de milho submetidas a sistemas de manejo do solo

Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Sistema de manejo	kg ha <sup>-1</sup>						
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn (g ha <sup>-1</sup> )
0	Direto	36,56 a	12,73 a	10,45 a	0,40 a	5,92 a	3,05 a	80,45 a
	Disco	36,03 a	12,47 a	9,6 a	0,35 a	5,61 a	2,30 b	69,74 b
	Aiveca	34,14 a	12,22 a	9,90 a	0,33 a	4,99 a	2,66 ab	64,12 b
60	Direto	62,73 a	24,05 a	18,47 a	0,53 a	9,77 a	4,01 a	124,45 a
	Disco	44,04 b	18,31 b	10,06 b	0,40 b	7,13 b	3,60 a	100,69 b
	Aiveca	44,51 b	17,30 b	11,96 b	0,40 b	7,00 b	2,88 b	97,70 b
120	Direto	69,09 a	24,52 a	19,53 a	0,59 a	9,79 a	4,14 a	145,90 a
	Disco	60,00 ab	22,08ab	13,72 a	0,48 b	9,38 a	4,47 a	136,71 a
	Aiveca	56,74 b	18,66 b	14,08 a	0,44 b	7,66 b	4,08 a	99,98 b
240	Direto	61,01 a	24,37 a	24,53 a	0,52 a	10,09 a	3,74 b	146,67 a
	Disco	58,00 a	18,68 b	16,77 b	0,45 b	10,01 a	3,66 b	86,35 b
	Aiveca	55,00 a	16,44 b	14,11 b	0,43 b	7,92 b	4,43 a	112,46 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, dentro de cada dose, não diferem entre si (teste de Tukey 5%).

**CONCLUSÕES**

- O sistema de plantio direto proporcionou maior produção de grãos e palhada da variedade de milho Cargil-805 em relação ao sistema convencional com preparo do solo por arado de disco e/ou arado de aiveca; e
- A menor eficiência de utilização e recuperação do N aplicado pela plantas de milho variedade Cargil-805 ocorreu em doses superiores a 60 kg ha<sup>-1</sup> de N.

**AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à FAPEMIG pelo apoio financeiro para a realização deste trabalho.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALMEIDA, J. A. et al. Propriedades químicas de um cambissolo húmico sob preparo convencional e semeadura direta após seis anos de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.437-445, mar., 2005.

ARGENTON, J. **Propriedades físicas do solo em dois sistemas de cultivo com plantas de cobertura de verão intercalares à cultura do milho**. 2000, 97f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Lages: Universidade do estado de Santa Catarina, 2000.

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (eds.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 301p.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E.; BAHIA FILHO, A.E.C.; GUEDES, G.A.A. Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, n.2, p.61-67, fev., 1992.

COLLIER, Leonardo Santos et al. Manejo da adubação nitrogenada para o milho sob palhada de leguminosas em plantio direto em Gurupi, TO. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1100-

1105, Ago. 2006.

EBELING, A.G. et al. Relação entre acidez e outros atributos químicos em solos com teores elevados de matéria orgânica. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.429-439, set., 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). Sete Lagoas, 1993. 204p.

GAVA, G.J.C. et al. Balanço do nitrogênio da uréia (15N) no sistema solo-planta na implantação da semeadura direta na cultura do milho. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.3, p.477-486, mar., 2006.

GILLES, L. et al. Perdas de água, solo, matéria orgânica e nutriente por erosão hídrica na cultura do milho implantada em área de campo nativo, influenciadas por métodos de preparo do solo e tipos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.5, p.999-1011, Out. 2009.

HENRIQUE, W.; ANDRADE, J.B.; SAMPAIO, A.A.M. Silagem de milho, sorgo, girassol e suas consorciações. II. Composição bromatológica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.379-381.

JIMENEZ, R. L. et al. Crescimento de plantas de cobertura sob diferentes níveis de compactação em um Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.2, p.116-121, set., 2008.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der erde**. Edição. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

MORRISON, J.E.; CHICHESTER, F.W. Tillage system effects on soil and plant nutrient distribution on vertisols. **Journal of Production in Agriculture**, St. Paul, v.7, n.3, p.364-375, ago., 1994.

RAIJ, B. Nitrogênio. In: RAIJ, B. (ed.). **Fertilidade**

**do solo e adubação.** 1. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1991. p.163-179.

RAIJ, B.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.

ROSCOE, R. **Atividade da urease em um Latossolo Vermelho-Escuro de Sete Lagoas, MG, cultivado com milho, sob diferentes métodos de preparo do solo.** 1997. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Lavras: UFLA, 1997.

SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.T.; NESI, C.N. Propriedades químicas de um latossolo vermelho

sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n.1, p.123-131, Fev. 2007.

SILVA, M. A. S. et al. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.255-260, Jun., 2005.

SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; GRISI, B.M.; ARAÚJO, R.S. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental.** Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 142p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 45).