

Estoques de C e de N e produtividade do milho sob sistemas de preparo e adubação nitrogenada em um Latossolo Vermelho-Amarelo do cerrado piauiense

C and N stocks and maize yield under tillage systems and nitrogen fertilization at Red Yellow Latosol in the savanna of the Piauí State

Luiz Fernando Carvalho Leite^{*} Milton José Cardoso^I Daniela Batista Costa^{II}
Rita de Cássia Alves de Freitas^{III} Valdenir Queiroz Ribeiro^I Sandra Regina da Silva Galvão^I

RESUMO

Os estoques totais de carbono orgânico (C) e nitrogênio (N) e a produção de culturas são influenciados pelo preparo do solo, pelo aporte de resíduos e pela fertilização nitrogenada. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes sistemas de preparo associados às doses de nitrogênio sobre a produtividade do milho e os estoques de C e N de um Latossolo Vermelho-Amarelo no cerrado piauiense. O experimento foi realizado no Município de Baixa Grande do Ribeiro, sudeste do Estado do Piauí. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 5, (dois sistemas de preparo: (plantio direto (PD) e convencional (PC) e; cinco doses de nitrogênio (0, 60, 120, 180 e 240kg N ha⁻¹)), com seis repetições. Foram avaliados a produtividade de grãos (PG), os aportes de C e N, provenientes da cultura do milho, e os estoques de C e N no solo, nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40cm. As doses de N ocasionaram resposta quadrática na produtividade de grãos e no aporte e estoque de C e N, tanto no PC, quanto no PD. As maiores produtividades de grãos foram obtidas com as doses de 138 e 134kg N ha⁻¹ para PC e PD, respectivamente. Os maiores aportes de C e N no PC foram observados nas doses de 140 e 175kg N ha⁻¹ de N e no PD, nas doses de 139 e 100kg N ha⁻¹ de N, respectivamente. A adubação nitrogenada aumentou os estoques de C no solo, no sistema PD, em comparação ao PC, nas camadas de 0-5 e 5-10cm. A adoção do sistema plantio direto em combinação com aplicação balanceada de fertilizante nitrogenado é importante para construção da matéria orgânica em solos do cerrado piauiense.

Palavras-chave: plantio direto, matéria orgânica do solo, *Zea mays* L.

ABSTRACT

Total soil organic carbon (C) and nitrogen (N) stocks and crop yield are influenced by tillage, biomass input from crop and nitrogen fertilization. This research aimed to evaluate the effect of different tillage systems associated to nitrogen doses on corn yield and C and N stocks in the Red Yellow Latosol in savanna of Piauí state, Brazil. The experiment was carried out in Baixa Grande do Ribeiro, south of Piauí state. The treatments were distributed in a randomized complete blocks and factor arrange 2x5, two tillage systems (no-tillage (NT) and conventional (CT)) and five nitrogen doses (0, 60, 120, 180 and 240kg ha⁻¹ N), respectively, with six replications. The corn grain yield (GY) and C and N inputs were measured and C and N soil stocks were evaluated in the 0-5, 5-10, 10-20 and 20-40cm. N doses caused a quadratic response in the grain yield, C and N inputs from maize crop and soil C stocks in both tillage systems. Higher GY were obtained by 138 and 134kg N ha⁻¹ to CT and NT, respectively. Higher C and N inputs were obtained by 140 and 175kg N ha⁻¹, in the CT and by 139 and 100kg N ha⁻¹ in the NT system, respectively. Nitrogen fertilization increased soil C stocks in the NT comparing to CT in the 0-5 and 5-10 depths. No tillage adoption combined with balanced nitrogen fertilization can be important to soil organic matter production in soils under cerrado of Piauí state.

Key words: no-tillage, soil organic matter, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

A matéria orgânica (MO) é um importante componente para melhoria da qualidade do solo em decorrência dos seus efeitos favoráveis nas propriedades físicas, químicas e biológicas (SAINJU

^IEmbrapa Meio-Norte. Av. Duque de Caxias, 5650, Buenos Aires, 64006-220, Teresina, PI, Brasil. E-mail: luizf@cpamn.embrapa.br.

^{*}Autor para correspondência.

^{II}Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE, Brasil

^{III}Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, Brasil.

et al., 2002). As perdas de carbono (C) e nitrogênio (N) da MO do solo para atmosfera, na forma de gases, em razão de causas naturais e provocadas pelo manejo, podem contribuir para o aquecimento global (AL-KAISI et al., 2005). O solo também pode atuar como dreno líquido, sequestrando CO₂ atmosférico, por meio de um manejo adequado do sistema solo-planta (LAL, 2004).

Os estoques de C e N podem ser influenciados por diversas práticas de manejo, tais como preparo do solo, cultura de cobertura e fertilização nitrogenada (DIECKOW et al., 2005). O preparo do solo, especialmente o convencional, com arados e grades, aumenta a oxidação do C e a mineralização do N pela incorporação dos resíduos, pela quebra dos agregados e pelo aumento da aeração do solo. Por outro lado, sistemas de preparo como o plantio direto, que diminuem a incorporação dos resíduos e a ruptura dos agregados, podem conservar ou aumentar os estoques de C e N (HALVORSON et al., 2002; AL-KAISI et al., 2005). No Brasil, os solos sob plantio direto têm acumulado MO, indicando que esse sistema pode servir como dreno de C atmosférico (BAYER et al., 2004).

A adoção de sistema de manejo do solo com aporte de resíduos e fertilização nitrogenada pode aumentar os estoques de C e N do solo devido ao aumento da produção de biomassa (DIECKOW et al., 2005; KHAN et al., 2007). Além de importante para o incremento na biomassa e construção da MO do solo, a fertilização nitrogenada é indispensável para o aumento de rendimento de culturas como o milho (CARDOSO et al., 2004), tanto em áreas sob preparo convencional quanto sob plantio direto. No entanto, no plantio direto, há a possibilidade de ocorrer um suprimento inadequado de N às plantas, comparativamente ao convencional, em razão da maior perda de nitrato por lixiviação, menor decomposição dos restos culturais, maior volatilização e desnitrificação e maior imobilização microbiana (LARA CABEZAS et al., 2004; SILVA et al., 2005).

São escassos no Brasil e inexistentes em áreas de cerrado do Piauí estudos que visem a identificar os efeitos da combinação de sistemas de preparo e fertilização nitrogenada sobre os estoques de C e N no solo e sobre a produtividade da cultura do milho. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi quantificar o impacto dos plantios direto e convencional, associados às doses de N em cobertura, sobre a produtividade do milho e os estoques de C e N em Latossolo Vermelho-Amarelo, no cerrado do Piauí.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Município de Baixa Grande do Ribeiro (07° 33' 30" S, 45° 14' 32" W, 325m de altitude), região sudeste do Estado do Piauí. O clima é quente e semiúmido, com temperatura média de 32°C. A precipitação pluviométrica anual varia de 700 a 1.200mm, e os períodos chuvosos se estendem de novembro/dezembro a abril/maio. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco argilo-arenosa (Embrapa, 1999), com 560g kg⁻¹ de argila na camada de 0-20cm.

A área experimental esteve sob floresta nativa de cerrado até o ano de 1992, sendo posteriormente cultivada com soja sob preparo convencional por quatro anos. A partir de 1997, passou-se a adotar, em parte da área, o sistema plantio direto com sucessão soja-milho. No experimento, foram estudados dois sistemas de preparo do solo na cultura do milho: plantio direto (sobre palha de milheto) e preparo convencional (arado de disco e grade niveladora), com oito e 10 anos de adoção, respectivamente. As características químicas do solo antes da instalação do experimento estão descritas na tabela 1. A adubação de base, em todos os tratamentos, foi de 400kg ha⁻¹ da fórmula 4-20-20. A adubação nitrogenada de cobertura, na forma de ureia, nas doses de 0, 60, 120, 180 e 240kg ha⁻¹, foi realizada aos 45 dias da semeadura, quando as plantas estavam com oito folhas bem desenvolvidas. A cultivar utilizada foi o híbrido simples 'PIONNER 30F45'.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 5, representando sistemas de preparo e doses de nitrogênio, respectivamente, com seis repetições. As parcelas experimentais constaram de seis linhas de 30m de comprimento espaçadas em 0,80m, totalizando uma área de 144m².

Avaliou-se a produtividade de grãos, e estimaram-se os aportes médios anuais de C e N pela cultura do milho. Essa estimativa considerou a contribuição apenas da parte aérea e foi calculada por meio da equação: aporte de C (N) = P(100-U)/IC x C(N)/100, em que P = produtividade da cultura (kg ha⁻¹), U = umidade no grão (%), IC = índice de colheita (0,4) e C (N) = percentual de carbono (40%) ou nitrogênio (1,0%) no material vegetal.

Após a colheita, foram coletadas 10 amostras simples de solo em cada parcela, as quais compuseram uma amostra composta, nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40cm de profundidade. As amostras foram destorroadas e passadas em peneira de malha de 2mm. O carbono orgânico total foi quantificado por oxidação da matéria orgânica via úmida, empregando solução de dicromato de potássio em meio ácido, com fonte externa de calor (YEOMANS & BREMNER, 1988),

Tabela 1 - Características químicas do solo antes da implantação do experimento.

Camada cm	MO g kg ⁻¹	pH	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	
										----- cmol _c dm ⁻³ -----
Plantio Convencional										
0-5	34,2	4,90	26,9	0,149	2,31	0,56	0,013	0,659	8,97	
5-10	36,3	4,85	27,4	0,176	2,34	0,58	0,013	0,642	8,99	
10-20	36,2	4,76	25,5	0,184	2,53	0,65	0,015	0,628	8,79	
20-40	24,5	4,60	5,65	0,091	1,09	0,52	0,014	0,831	7,77	
Plantio Direto										
0-5	29,9	6,19	25,4	0,215	4,21	1,89	0,024	0,011	3,02	
5-10	26,6	4,68	30,6	0,144	1,46	0,82	0,016	0,729	7,66	
10-20	23,1	4,57	20,3	0,125	0,91	0,57	0,018	0,805	6,67	
20-40	19,7	4,51	2,22	0,074	0,49	0,44	0,014	0,730	5,53	

e o nitrogênio total foi determinado por digestão sulfúrica e dosado por destilação Kjeldahl (BREMNER, 1996). Os estoques de C e N do solo foram calculados em massa equivalente de solo.

Os resultados foram submetidos à análise de regressão e de variância dos efeitos principais (dose de nitrogênio e sistema de plantio) e para sua interação. Quando da interação significativa, procederam-se aos desdobramentos necessários, de acordo com BANZATTO & KRONKA (2006). As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. Utilizou-se o sistema computacional ASSISTAT, versão 7.4 beta (SILVA, 2007). A dose máxima econômica foi calculada igualando-se a derivada primeira da função de produção, determinada por meio da equação de regressão, à relação dos preços de N e do milho (STONE & MOREIRA, 2001). Foram considerados os preços de mercado local, do fertilizante nitrogenado, na forma de uréia, e do milho no valor de R\$1,34 e R\$0,60, por quilo, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

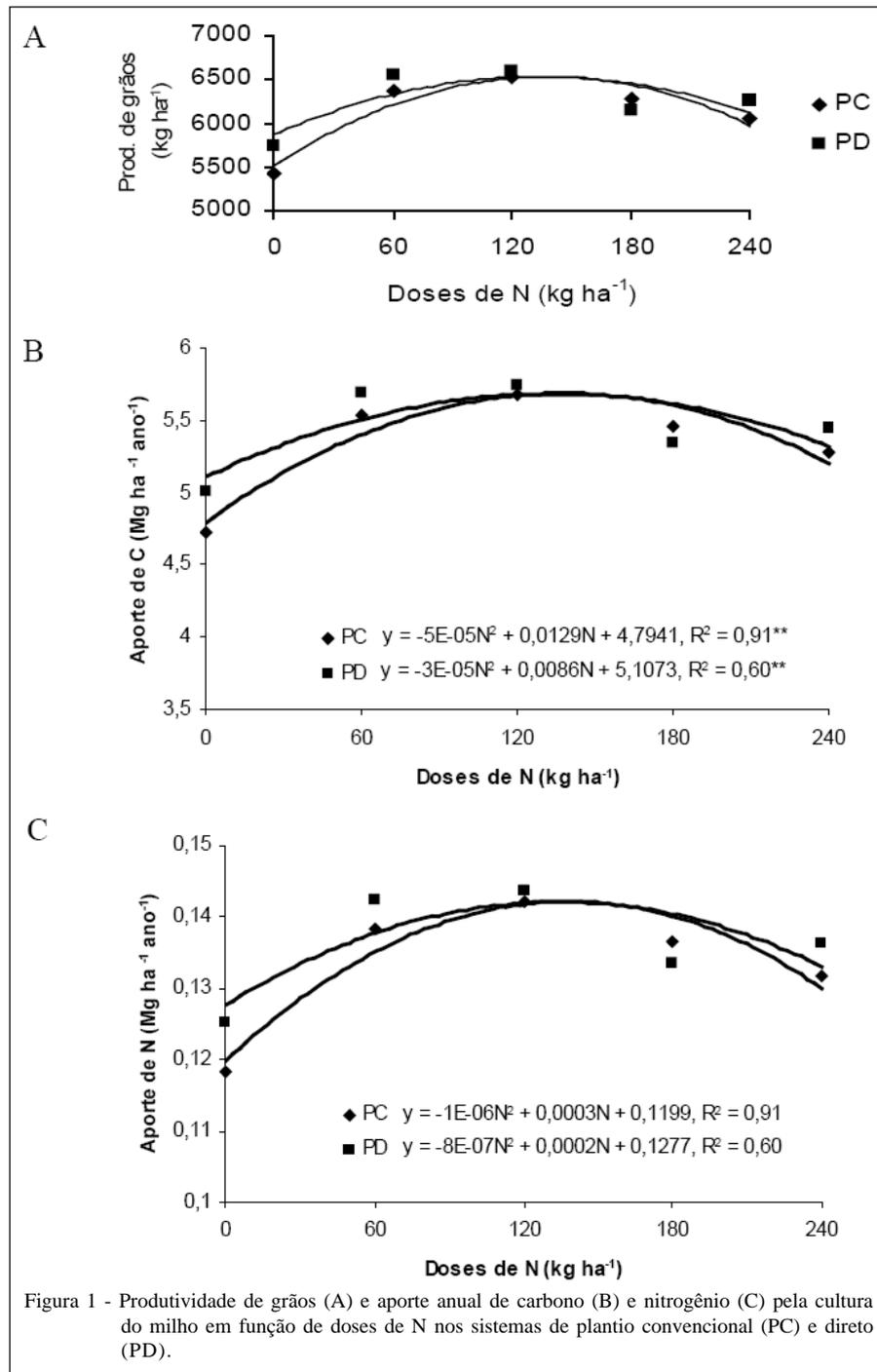
As doses de N ocasionaram resposta quadrática na produtividade de grãos, tanto no PC, quanto no PD (Figura 1A). As maiores produtividades, estimadas de acordo com o ponto de máxima eficiência técnica (PMET) da equação ajustada, foram obtidas com as doses de 149 e 124kg ha⁻¹ de N, que corresponderam a 6,62 e 6,48Mg ha⁻¹, para os sistemas PC e PD, respectivamente. Essas doses referentes ao PMET proporcionaram aumento na produtividade de grãos de 20 e 10% para os sistemas PC e PD, respectivamente, em comparação com os tratamentos que não receberam adubação nitrogenada. O incremento, em termos percentuais, no PD, em comparação com o PC, pode ser atribuído à adição de

fertilizante nitrogenado somado aos nutrientes liberados pela mineralização da palhada do milho.

As doses econômicas (DE), obtidas por meio da comparação das equações de rendimento e de custo, foram de 127 e 95,9kg ha⁻¹, para os sistemas PC e PD, o que resultou em uma produção de grãos de 6,60 e 6,45Mg ha⁻¹, respectivamente. Observou-se, ainda, por meio da comparação entre as doses econômica e técnica, uma redução de custo de aproximadamente R\$30,0 e 38,0 ha⁻¹ para o PC e PD, respectivamente.

A dose de máxima eficiência técnica obtida no PD para a produtividade de grãos foi similar à observada por WENDLING et al. (2004), que obtiveram máximo rendimento de milho, utilizando 140kg N ha⁻¹, na região sudeste do Paraguai, e por SILVA et al. (2006), (172kg ha⁻¹ de N), em um Latossolo Vermelho de Selvíria-MS. A produtividade de grãos no sistema PD, neste trabalho, foi maior que as observadas por KLUTHCOUSKI (2000), que reportou, em Latossolos do cerrado do Brasil central, uma produtividade de 6.032kg ha⁻¹, utilizando 120kg ha⁻¹ de N. Porém, a produtividade ainda ficou abaixo da estimada por RAIJ et al. (2001) para solos que permitam à planta alta resposta de N (8.000 a 10.000kg ha⁻¹).

Os aportes de C (Figura 1B) e N (Figura 1C) pela cultura do milho apresentaram tendência similar à produtividade de grãos em ambos os sistemas de preparo. Utilizando o modelo quadrático, os maiores aportes de C e N no PC foram estimados nas doses de 138 e 134kg ha⁻¹ de N, respectivamente, e no PD, nas doses de 134 e 106kg ha⁻¹ de N, respectivamente. A dose máxima necessária de N para o maior aporte de C pela cultura do milho foi semelhante para os sistemas convencional e direto; entretanto, para o aporte máximo de N, o PC requereu dose maior de N que o PD. Esse resultado provavelmente seja devido ao incremento adicional de N, resultante da mineralização dos resíduos da cultura de cobertura.



Maiores aportes de C com a presença da fertilização nitrogenada foram observados em outros estudos e estão relacionados ao aumento da fitomassa aérea e de raízes. Em um Argissolo Vermelho, em Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul (RS), LOVATO et al. (2004) observaram aporte médio de C, tanto no PD, quanto no PC, variando de 4,1Mg ha⁻¹ ano⁻¹ no sistema

com aveia e milho sem N mineral e 8,1Mg ha⁻¹ ano⁻¹ no sistema aveia + ervilhaca/milho + caupi com adição média anual de 139kg ha⁻¹ de N mineral. VIEIRA et al. (2007) verificaram, também em Argissolo, que a fertilização nitrogenada aumentou o aporte anual de C especialmente no sistema com aveia e milho em aproximadamente 1Mg C ha⁻¹.

Os estoques de COT foram maiores ($P < 0,05$) no sistema PD em relação ao PC, independente da dose, até a camada de 10-20cm. Isso é decorrente do maior aporte de resíduos e do menor revolvimento do solo presentes no PD, conforme observado em diversos estudos (LEITE et al., 2003; BAYER et al., 2006; CARVALHO et al., 2009). No PD, nas camadas 0-5, 5-10 e 10-20cm, e no PC, em todas as camadas, o tratamento sem adubação apresentou os menores valores, realçando a importância da adição de N no aumento dos estoques de COT (Tabela 2).

No PD, os estoques de COT foram iguais nas doses 60, 120, 180 e 240kg N ha⁻¹, nas camadas 0-5 e 5-10cm. Por outro lado, no PC, esses estoques foram maiores nas doses 60 e 120kg N ha⁻¹, na camada de 0-5cm, embora não diferindo da dose 180kg N ha⁻¹ e iguais em todas as doses (com exceção da dose 0), na camada de 5-10cm. Na camada 10-20cm, no PD, as doses 60 e 120kg N ha⁻¹ apresentaram os maiores estoques (10,4 e 10,2Mg ha⁻¹), enquanto que, no PC, excetuando a dose

0, os estoques foram iguais (Tabela 2). Maiores estoques de COT, especialmente em camadas superficiais, tanto em PD, como em PC, têm sido associados à presença de adubação nitrogenada, conforme reportado por LOVATO et al (2004).

Nas camadas 0-5 e 5-10cm, os maiores estoques de NT, no sistema PD, foram observados com a dose de 120kg N ha⁻¹. No entanto, para o PC, essa dose foi maior apenas na camada de 5-10cm e igual às doses 180 e 240kg N ha⁻¹, na camada de 0-5cm. Maiores incrementos nos estoques de N, no PD, em comparação ao PC, foram observados nas doses 0 e 60kg ha⁻¹, com aumento de 29 e 37% na dose 0kg ha⁻¹ e de 22 e 16% na de 60kg ha⁻¹, nas camadas 0-5 e 5-10cm, respectivamente. Ainda, os estoques de COT e NT, nos sistemas PC e PD, em função das doses de N, em cada profundidade, apresentaram efeito quadrático, exceto com relação ao estoque de COT na profundidade de 20-40cm, cujas doses não tiveram efeito significativo (Tabela 3).

Tabela 2 - Teores e estoques totais de carbono (COT) e nitrogênio (NT) em função de doses de N, nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC), nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40cm.

Doses de N kg ha ⁻¹	Teor de COT		Teor de NT		Densidade		Estoque de COT		Estoque de NT	
	-----g kg ⁻¹ -----				---g cm ⁻³ ---		-----Mg ha ⁻¹ -----			
	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD	PC	PD
-----0-5 cm-----										
0	15,1 Cb	18,3 Ba	0,12 Bb	0,15 Ca	1,29	1,26	9,76 Cb	11,5 Ba	0,75 Cb	0,97 Ca
60	17,7 Ab	24,2 Ba	0,18 Bb	0,22 Ba	1,29	1,27	11,4 Ab	15,3 Aa	1,16 Bb	1,42 Ba
120	17,4 Ab	24,1 Aa	0,21 Ab	0,26 Aa	1,29	1,27	11,2 Ab	15,3 Aa	1,37 Ab	1,63 Aa
180	17,2 ABb	23,8 Aa	0,20 Bb	0,22 Ba	1,29	1,26	11,1 ABb	15,0 Aa	1,27 Ab	1,37 Ba
240	16,3 Bb	23,8 Aa	0,19 Bb	0,21 Ba	1,29	1,26	10,5 Bb	15,0 Aa	1,25 ABb	1,34 Ba
-----5-10 cm-----										
0	14,2 Bb	17,4 Ba	0,10 Bb	0,13 Ca	1,32	1,32	9,16 Bb	10,9 Ba	0,64 Cb	0,88 Ca
60	16,7 Ab	21,3 Aa	0,16 Ab	0,19 Ba	1,36	1,34	10,8 Ab	13,5 Aa	1,07 Bb	1,24 Ba
120	16,5 Ab	22,3 Aa	0,17 Ab	0,22 Aa	1,36	1,34	10,6 Ab	14,2 Aa	1,47 Aa	1,45 Aa
180	15,8 ABb	22,7 Aa	0,16 Ab	0,18 Ba	1,35	1,34	10,2 ABb	14,3 Aa	1,08 Bb	1,20 Ba
240	15,7 ABb	21,5 Aa	0,16 Bb	0,17 Ba	1,36	1,34	10,1 ABb	13,5 Aa	1,07 Bb	1,16 Ba
-----10-20 cm-----										
0	13,0 Bb	13,2 Ca	0,09 Bb	0,10 Ca	1,52	1,44	8,41 Ba	8,32 Ca	0,66 Ba	0,72 Ca
60	14,8 Ab	16,3 Aa	0,13 Aa	0,13 Ba	1,51	1,45	9,54 Ab	10,4 Aa	0,96 Aa	0,97 Ba
120	14,9 Ab	16,1 ABa	0,14 Ab	0,16 Aa	1,50	1,45	9,59 Ab	10,2 Aa	0,98 Aa	1,14 Aa
180	14,5 Ab	15,2 Ba	0,14 Aa	0,14 Aa	1,52	1,44	9,37 Ab	9,55 Ba	1,06 Aa	1,01 ABa
240	14,1 Ab	15,4 Ba	0,13 Ab	0,14 Aa	1,52	1,45	9,10 Ab	8,54 Ba	0,99 Aa	1,02 ABa
-----20-40 cm-----										
0	9,80Bb	11,1 Aa	0,067 Ba	0,070 Ba	1,56	1,52	6,32 Bb	7,01 Aa	0,52 Ba	0,53 Ba
60	11,2Aa	11,2 Aa	0,076 Ab	0,083 Ba	1,58	1,52	7,22 Aa	7,11 Aa	0,60 ABa	0,63 ABa
120	10,8ABa	11,1 Aa	0,087 Ab	0,103 Aa	1,58	1,52	6,94 ABa	7,07 Aa	0,68 Aa	0,79 Aa
180	10,2ABa	10,8 Aa	0,077 Ab	0,083 Ba	1,58	1,52	6,58 ABa	6,82 Aa	0,60 ABa	0,63 ABa
240	10,8Aa	11,0 Aa	0,080 Ab	0,087 Ba	1,58	1,51	6,99 ABa	6,91 Aa	0,63 ABa	0,65 ABa

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna (entre doses) e minúsculas na linha (entre sistemas de PC e PD), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Equações ajustadas dos estoques de C e N no solo sob plantio convencional e direto em resposta às doses de N.

Variáveis	Plantio Convencional	R ²	Plantio Direto	R ²
	-----0 – 5 cm-----			
Estoque de C	EstC = 9,93 + 2,3.10 ⁻² N – 9.10 ⁻⁵ N ²	0,85	EstC = 12,0 + 4,8.10 ⁻² N – 2.10 ⁻⁴ N ²	0,83
Estoque de N	EstN = 0,77 + 7,4.10 ⁻³ N – 2.10 ⁻⁵ N ²	0,95	EstN = 1,00 + 8.10 ⁻³ N – 3.10 ⁻⁵ N ²	0,85
	-----5 – 10 cm-----			
Estoque de C	EstC = 9,40 + 1,9.10 ⁻² N – 7.10 ⁻⁵ N ²	0,70	EstC = 11,1 + 4,4.10 ⁻² N – 1.10 ⁻⁴ N ²	0,98
Estoque de N	EstN = 0,65 + 9,4.10 ⁻³ N – 3.10 ⁻⁵ N ²	0,80	EstN = 0,90 + 6,9.10 ⁻³ N – 3.10 ⁻⁵ N ²	0,84
	-----10 – 20 cm-----			
Estoque de C	EstC = 8,52 + 1,7.10 ⁻² N – 6.10 ⁻⁵ N ²	0,88	EstC = 8,54 + 2,5.10 ⁻² N – 9.10 ⁻⁵ N ²	0,88
Estoque de N	EstN = 0,68 + 4,4.10 ⁻³ N – 1.10 ⁻⁵ N ²	0,94	EstN = 0,73 + 4,8.10 ⁻³ N – 2.10 ⁻⁵ N ²	0,88
	-----20 – 40 cm-----			
Estoque de C	Não houve ajuste significativo		Não houve ajuste significativo	
Estoque de N	EstN = 0,52 + 1,6.10 ⁻³ N – 5.10 ⁻⁵ N ²	0,71	EstN = 0,53 + 2,7.10 ⁻³ N – 1.10 ⁻⁵ N ²	0,64

CONCLUSÃO

As maiores produtividades estimadas pelo modelo quadrático (6,62 e 6,48Mg ha⁻¹) foram obtidas com as doses de 149 e 124kg de N ha⁻¹ para os sistemas PC e PD, respectivamente. Entretanto, produtividades próximas de 6,5Mg ha⁻¹ já foram obtidas com a primeira dose utilizada (60kg de N ha⁻¹ para ambos os sistemas).

A adição de nitrogênio, associada ao plantio direto, aumenta os estoques de C no solo em pelo menos 29% em relação ao convencional, até a profundidade de 10cm. Essa combinação pode ser considerada importante para a recuperação da matéria orgânica em solos do cerrado piauiense.

AGRADECIMENTO

Ao Convênio Embrapa/Petrobrás pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

AL-KAISI, M.M. et al. Soil carbon and nitrogen changes as affected by tillage system and crop biomass in a corn – soybean rotation. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v.30, n.3, p.174-191, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2005.02.014>>. Acesso em: 10 abr. 2008. doi: 10.1016/j.apsoil.2005.02.014.

BAYER, C. et al. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.7, p.677-683, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n7/21310.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2008.

BAYER, C. et al. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.86, p.237-245, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2005.02.023>>. Acesso em: 10 jul. 2009. doi: 10.1016/j.still.2005.02.023.

BREMNER, J.M. Nitrogen total. In SPARKS, D.L. *Methods of soil analysis: part 3*. Madison: SSA Book Series, 1996. n.5, p.1085-1121.

CARDOSO, M.J. et al. Rendimento de grãos de milho relacionado a adubação nitrogenada e a densidade de plantas na região sul maranhense. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 2004, Lages, SC. *Anais...* Lages: SBFS/EPAGRI/UFSC, 2004. (CD ROOM).

CARVALHO, J.L.N. et al. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. *Soil & Tillage Research*. Amsterdam, v.103, p.342-349, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2008.10.022>>. Acesso em: 10 jul. 2009. doi: 10.1016/j.still.2008.10.022.

DIECKOW, J. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilization in Southern Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 years. *Soil & Tillage Research*. Amsterdam, v.81, n.1, p.87-95, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2004.05.003>>. Acesso em: 09 mar 2008. doi: 10.1016/j.still.2004.05.003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1999. 412p.

HALVORSON, A.D. et al. Tillage, nitrogen, and cropping system effects on soil carbon sequestration. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.66, n.3, p.906-912, 2002. Disponível em: <<http://soil.scijournals.org/cgi/content/abstract/66/3/906>>. Acesso em: 27 fev 2008.

KHAN, S.A. et al. The myth of nitrogen fertilization for soil carbon sequestration. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v.36, n.5, p.1821-1832, 2007. Disponível em: <<http://jeq.scijournals.org/cgi/content/abstract/36/5/1821>>. Acesso em: 10 dez. 2008. doi: 10.2134/jeq2007.0099.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.57, n.1, p.97-104, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/sciELO.php?pid=S0103-9016200000100016&script=sci_arttext&lng=pt>. Acesso em: 10 maio 2008. doi: 10.1590/S0103-9016200000100016.

- LAL, R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. **Geoderma**, Amsterdam, v.123, n.1, p.1-22, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.01.032>>. Acesso em: 27 fev. 2008. doi: 10.1016/j.geoderma.2004.01.032.
- LARA CABEZAS, W.A.R. et al. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1005-1013, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782004000400006&script=sci_pdf&tlng=pt>. Acesso em: 15 maio 2008.
- LEITE, L.F.C. et al. Total C and N storage and organic C pools of a red-yellow podzolic under conventional and no tillage at the Atlantic Forest Zone, Southeastern Brazil. **Australian Journal of Soil Research**, Colingwood, v.41, p.717-730, 2003. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/index.cfm>>. Acesso em: 11 jul. 2009. doi:10.1071/SR02037.
- LOVATO, T. et al. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistema de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.1, p.175-187, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbcs/v28n1/a17v28n1.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2008.
- RAIJ, B.V. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.
- SAINJU, U.M. et al. Long-term effects of tillage, cover crops, and nitrogen fertilization on organic carbon and nitrogen concentrations in sandy loam soils in Georgia, EUA. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.63, n.3-4, p.167-179, 2002. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0167-1987\(01\)00244-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-1987(01)00244-6)>. Acesso em: 17 abr. 2008. doi: 10.1016/S0167-1987(01)00244-6.
- SILVA, F. de A.S. **ASSISTAT Versão 7.4 beta**. 2007. Disponível em: <<http://assistat.sites.uol.com.br>>. [Online]. Acesso em: 20 mar. 2007.
- SILVA, E.C. da et al. Absorção de nitrogênio nativo do solo pelo milho sob plantio direto em sucessão a plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.4, p.723-732, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832006000400013&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 15 mar. 2008. doi: 10.1590/S0100-06832006000400013.
- SILVA, M.A.S. 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.544-552, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782005000300009&script=sci_arttext&tlng=es>. Acesso em: 10 mar. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782005000300009.
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.473-481, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2001000300011&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 11 jul. 2009. doi: 10.1590/S0100-204X2001000300011.
- VIEIRA, F.C.B. et al. Carbon management index based on physical fractionation of soil organic matter in the Acrisol under long-term no-till cropping systems. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v.96, n.1-2, p.195-204, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2007.06.007>>. Acesso em: 04 agosto 2008. doi: 10.1016/j.still.2007.06.007.
- YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications Soil Science Plant Analysis**, Philadelphia, v.19, n.4, p.1467-1476, 1988.
- WENDLING, A. et al. Resposta da cultura do milho em plantio direto a aplicação de nitrogênio na região sudeste do Paraguai. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria, Rio Grande do Sul. **Anais...** Santa Maria: FEALQ/FAPERGS/UFSC, 2004. (CD ROOM).