



Atributos Químicos em um Argissolo Vermelho-Amarelo e Produtividade do Milho sob Adubação Nitrogenada e Sistemas de Plantio no Cerrado do Maranhão

D.P. RODRIGUES⁽¹⁾, R.C.A. FREITAS⁽²⁾, L.F.C. LEITE⁽³⁾, M.J. CARDOSO⁽⁴⁾, D.B. COSTA⁽⁵⁾, R. M. R. GUALTER⁽⁶⁾

RESUMO – A correta adubação e a maior eficiência no uso do solo são formas de manter os níveis adequados de nutrientes para obtenção de maiores produtividades no cultivo do milho. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto dos sistemas de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC), associados a doses de nitrogênio (N), na cultura do milho, sobre os atributos químicos do solo, produtividade e aporte de carbono (C) e nitrogênio (N) em um Argissolo Vermelho-Amarelo no município de São Raimundo das Mangabeiras-MA. Foram estudados os sistemas de PD, sobre palhada de milho, e PC, utilizando-se arado de disco e grade niveladora (disco), com nove e onze anos de adoção, respectivamente, além de cinco doses de N, na forma de uréia, em cobertura (0, 60, 120, 180, 240 kg N ha⁻¹), totalizando dez tratamentos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em arranjo fatorial 2 x 5, representando sistemas de plantio e doses de nitrogênio, respectivamente, com três repetições. Foram coletadas amostras de solos nas camadas 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm, para realização posterior das análises químicas. Maior acidez ativa foi observada no PD em relação ao PC. Por outro houve maior teor de P disponível, K, COT e NT no sistema PD. A aplicação de N de 120 kg ha⁻¹ em cobertura, sob sistema de PD, proporcionou maior produtividade de grãos e aportes de C e N.

Introdução

A região dos cerrados maranhenses tem, atualmente, importante papel no cenário agrícola brasileiro por apresentar grande produção de grãos. Entretanto, o uso intensivo e o manejo inadequado do solo promovem degradação da sua estrutura, levando a intensas perdas de carbono e outros nutrientes por mineralização e erosão.

A adoção de sistemas de preparo conservacionistas tem sido apresentada como opção para assegurar o uso sustentável do solo, mantendo-o protegido especialmente pelo contínuo aporte de resíduos orgânicos (Richart *et al.* [1]).

O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade e o que mais influencia a produtividade do milho, mas também o que mais onera o custo de produção (Silva *et al.* [2]). Dado seu baixo efeito

residual e sua grande exigência pelas culturas, a adubação nitrogenada por meio de fertilizantes solúveis precisa ser feita em maiores quantidades e mais frequentemente que as dos demais nutrientes (Lange [3]).

A dinâmica do N no sistema solo – planta, com a consequente eficiência da utilização de N pela planta, é influenciada principalmente pelo sistema de cultivo, tipo de fertilizante, formas de manejo e condições edafoclimáticas (Silva *et al.* [4]). Assim, a correta adubação e maior eficiência no uso do solo são formas de manter os níveis adequados de nutrientes no solo para obtenção de maiores produtividades no cultivo do milho.

No entanto, mesmo com alguns avanços, inexistem estudos nos cerrados do Maranhão sobre o manejo adequado do sistema solo-planta em áreas sob plantio direto na cultura do milho associado a doses de N e seus efeitos sobre as propriedades do solo.

O objetivo deste trabalho foi verificar o impacto dos sistemas de plantio direto e plantio convencional, associados a doses de N, na cultura do milho, sobre os atributos químicos do solo, produtividade e aporte de carbono e nitrogênio em um Argissolo Vermelho-Amarelo no município de São Raimundo das Mangabeiras-MA.

Palavras-chave: plantio direto, doses de N, produção de grãos.

Material e métodos

A. Localização e Descrição da área

O trabalho foi conduzido na Fazenda Santa Luzia, no município de São Raimundo das Mangabeiras, região Sul do estado do Maranhão, a 7° 07' de latitude Sul e 45° 22' de longitude Oeste. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (pH: 4,86; P: 1,20 mg dm⁻³; K: 0,03 cmol_c dm⁻³; Ca: 0,45 cmol_c dm⁻³; Mg: 0,20 cmol_c dm⁻³; Al: 0,80 cmol_c dm⁻³, na camada de 0-20 cm).

B. Procedimento experimental e tratamentos

Os sistemas de preparo estudados foram plantio direto (PD), sobre palhada de milho, e plantio convencional (PC), utilizando-se arado de disco e grade

niveladora (disco), com nove e onze anos de adoção, respectivamente. Os sistemas de plantio foram testados com cinco doses de nitrogênio, na forma de uréia, em cobertura (0, 60, 120, 180, 240 kg N ha⁻¹), totalizando dez tratamentos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em arranjo fatorial 2 x 5, representando sistemas de plantio e doses de nitrogênio, respectivamente, com três repetições.

C. Análises químicas

Após a colheita foram coletadas amostras de solos nas camadas 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm, secas ao ar e em seguida destorroadas e homogeneizadas manualmente, passando-se em peneira de malha 2 mm, para realização posterior das análises químicas. Foram analisadas as amostras referentes à dose de 120, dose recomendada para os cerrados. O pH foi determinado em água (1:2,5) por potenciometria, e a acidez trocável (Al³⁺) extraída com KCl 1 mol L⁻¹ e quantificada por titulometria. Os teores de P disponível e K trocável foram extraídos por solução de Mehlich-1 e determinado por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente (Embrapa [5]). Ca e Mg trocáveis foram extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ e determinados por espectrofotometria de absorção atômica (Embrapa [6]). 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 [7]). O nitrogênio total foi quantificado nas amostras de solo submetidas à digestão sulfúrica e posterior destilação Kjeldahl (Bremner [8]).

D. Análise Fitotécnica

A estimativa dos aportes médios anuais de C e N pelas culturas foi realizada com base nos resultados de produtividade. Esta 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 (%) e C (N) = Percentual de carbono (50 %) ou nitrogênio (2%) no material vegetal (Leite [9]).

E. Análises Estatísticas

Os dados numéricos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5 % de probabilidade, utilizando-se do sistema computacional ASSISTAT, versão 7.4 beta (Silva [10]).

Resultados e Discussão

Para a produtividade de grãos, observou-se que o PD, na dose de 120 kg N ha⁻¹ (9400,00 kg.ha⁻¹), proporcionou os melhores rendimentos, superior ao observado por Ferreira et al. [11] (8580,00 kg.ha⁻¹) com a dose de 201,2 kg N.ha⁻¹ em Coimbra- MG (Tabela 1).

Os aportes de C variaram de acordo com as doses de N e foram maiores no sistema PD (9,51, 9,10, 10,58, 8,75, 9,27 Mg ha⁻¹.ano⁻¹) e menores no sistema PC (8,67,

7,13, 9,31, 8,5, 8,75 Mg ha⁻¹.ano⁻¹) para as doses 0, 60, 120, 180, 240 kg N ha⁻¹, respectivamente (Figura 1). Os aportes de N apresentaram tendência similar ao C (Figura 1).

Os valores de pH foram maiores no sistema de plantio convencional (PC) em todas as camadas estudadas, diferindo significativamente (p<0,05) em relação ao plantio direto (PD) (Tabela 2). A calagem no PD foi realizada apenas antes da instalação do sistema há cerca de nove anos e no PC tem sido adotada a cada dois anos o que explica a maior acidez no PD.

Por outro lado os valores de P e K⁺ no sistema PD foram maiores do que o PC (Tabela 2), provavelmente devido à ausência de revolvimento e à manutenção dos resíduos culturais no solo, que contribuem para o aumento dos teores destes elementos no PD, principalmente em superfície (Falleiro et al. [12]).

Os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺, diferiram significativamente entre os sistemas de plantio em todas as camadas, onde o PC foi superior ao PD. Estes resultados podem estar associados à prática de calagem realizada com calcário dolomítico na área experimental sob PC. Em relação à acidez trocável (Al³⁺), ambos os sistemas apresentaram menores valores nas camadas superficiais. A matéria orgânica existente na superfície destes sistemas pode ter mantido o Al complexado, diminuindo sua atividade.

Os teores de carbono orgânico total (COT) foram maiores no solo sob PD do que nos solos sob PC em todas as camadas, refletindo no aporte de C (Figura 1).

Conclusão

A adubação com 120 kg N ha⁻¹, em cobertura na cultura do milho, sob sistema de plantio direto, proporcionou maior produtividade de grãos e aportes de C e N.

O plantio direto proporcionou maiores teores de nutrientes, COT, e NT em relação ao plantio convencional, melhorando a qualidade do solo.

Agradecimentos

Ao convênio Embrapa/ Petrobrás, pelo financiamento do projeto e à Fazenda Santa Luzia pelo apoio e contribuição dado à pesquisa.

Referências

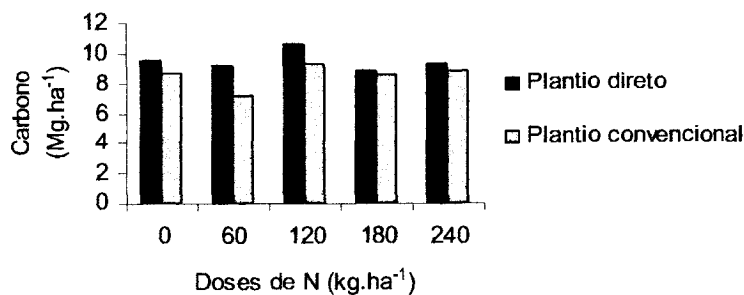
- [1] RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F. & FERREIRA, R. 2005. *Compactação do solo: Causas e efeitos*. Semina Ciência Agrária, Londrina, v.26, n. 3, p.321-344.
- [2] SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S. & TRIVELIN, P. C. O. 2006. *Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 41, n.3, p.477-486.
- [3] LANGE, A. 2002. *Palhada e nitrogênio afetando propriedades do solo e rendimento de milho em sistema plantio direto no cerrado*. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. UFPA, Lavras.

- [4] SILVA, E. C.; FERREIRA, S. M.; SILVA, G. P. & ASSIS, R. L. 2005. *Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solos de Cerrado*. Revista Brasileira de Ciência do solo, Viçosa- MG, v.29, n.5, p. 725-733.
- [5] EMBRAPA. Embrapa solos/ Embrapa Informática Agropecuária. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília, 1999. 370 p.
- [6] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Manual de métodos de análise de solo*. Brasília: Embrapa-SPI; Embrapa-CNPS, 1997. 212p.
- [7] YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. 1988. *A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil*. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 19: 1467-1476.
- [8] BREMNER, J. M. *Nitrogen Total*. In SPARKS, D. L. (Ed), *Methods of Soil Analysis: Part 3*. America Society of Agronomy, Madson, pp. 1085-1121. SSA Book Series: 5, 1996.
- [9] LEITE, L.F.C. 2002. *Compartimentos e dinâmica da matéria orgânica do solo sob diferentes manejos e sua simulação pelo modelo century*. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. UFV, Viçosa.
- [10] SILVA, F. de A. S. 2007. *ASSISTAT Versão 7.9 beta*. Homepage: <http://assistat.sites.uol.com.br/>
- [11] FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. 2001. *Características agrônomicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco*. Scientia Agricola, v.58, n.1, p.131-138.
- [12] FALLEIRO, R. M. et al. 2003. *Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 27: 1097-1104.

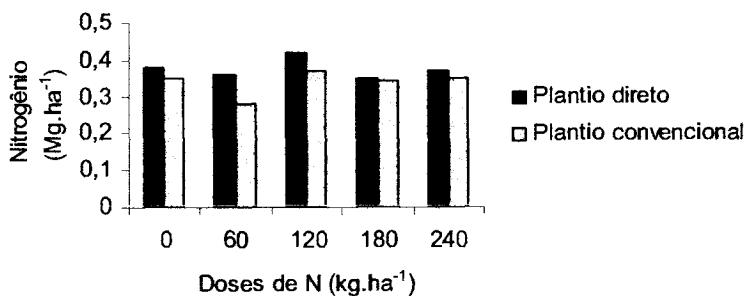
Tabela 1. Produtividade de grãos de milho em Argissolo Vermelho- Amarelo nos cerrados do Maranhão, sob sistemas de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) em função de doses de N⁽¹⁾.

Variáveis ⁽²⁾	Sistemas de plantio ⁽³⁾	Doses (kg N .ha ⁻¹)				
		0	60	120	180	240
NE	PD	42500,00b	43750,00b	48330,33b	42060,67b	41660,67b
	PC	59150,67a	67080,33a	60830,33a	59580,33a	69990,00a
NED	PD	16250,0a	19583,33b	21666,67b	16666,67b	19583,33b
	PC	23333,3a	47916,67a	34166,67a	27916,67a	45000,00a
PE	PD	10045,83a	9995,83a	11195,83a	9229,17a	9850,00a
(kg.ha ⁻¹)	PC	8687,50b	7583,33b	9629,17b	8775,00a	9462,50a
PG	PD	8454,00a	8087,50a	9400,00a	7779,17a	8237,50a
(kg.ha ⁻¹)	PC	7708,33a	6337,50b	8279,17b	7554,90a	7775,00a

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, em cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. ⁽²⁾ NE = Número de espigas; NED = número de espigas doentes; PE: Produtividade de Espigas; PG = Produtividade de grãos. ⁽³⁾ PD: plantio direto; PC: plantio convencional.



A



B

Figura 1. Aporte anual de carbono (C) e nitrogênio (N) pela cultura do milho em Argissolo Vermelho- Amarelo, em função de doses de N nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC).

Tabela 2. Características químicas de um Argissolo Vermelho- Amarelo nos cerrados do Maranhão, sob sistemas de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) ⁽¹⁾.

Camadas - cm -	Sistemas de plantio	pH (H ₂ O)	P -----mg.dm ⁻³ -----	K	Ca -----cmol.dm ⁻³ -----	Mg	Al	COT g.kg ⁻¹	NT g.kg ⁻¹
0-5	PD	5,48b	37,08a	274,32a	5,23b	0,93b	0,17a	35,30a	2,1a
	PC	6,94a	25,10b	173,33b	7,07a	3,21a	0,00b	33,40b	1,7b
5-10	PD	5,24b	37,08a	229,94a	4,45b	0,54b	0,40a	36,07a	1,9a
	PC	6,86a	20,88b	120,32b	6,75a	3,03a	0,10b	34,80b	1,5b
10-20	PD	4,41b	13,65a	72,84a	1,18b	0,25b	1,57a	32,53a	1,9a
	PC	5,71a	7,77b	53,78b	4,01a	1,70a	0,15b	32,07a	1,6a
20-40	PD	4,21b	2,02a	27,18a	0,67a	0,11b	1,63a	33,23a	2,0a
	PC	5,02a	0,89b	19,44b	0,67a	0,35a	1,08b	23,03b	1,4b

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, dentro de cada camada de solo, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. ⁽²⁾ PD: plantio direto; PC: plantio convencional.