



## Fósforo, potássio e carbono em Latossolo Amarelo sob sistema integração lavoura-pecuária no Cerrado do Sudoeste Piauiense

**Liliane Pereira Campos<sup>(1)</sup>; Luiz Fernando Carvalho Leite<sup>(2)</sup>; Giovana Alcântara Maciel<sup>(2)</sup>; José Afonso Lima de Abreu<sup>(3)</sup>; Bruna de Freitas Iwata<sup>(4)</sup>; Francisco Sérgio Ribeiro dos Santos<sup>(5)</sup>; Elisvania Lima Brasil<sup>(6)</sup>**

- (1) Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Solos e Nutrição de Plantas - Bolsista CAPES – Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus, PI, CEP 64.900-000, e-mail: [licalivre@hotmail.com](mailto:licalivre@hotmail.com); (2) Pesquisador (A) Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, Teresina, PI, CEP 64006-220, e-mail: [luizf@cpmn.embrapa.br](mailto:luizf@cpmn.embrapa.br); [giovana@cpamn.embrapa.br](mailto:giovana@cpamn.embrapa.br); (3) Assistente A, Laboratorista, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, Teresina, PI, CEP 64006-220, e-mail: [afonsoabreu@hotmail.com](mailto:afonsoabreu@hotmail.com); (4) Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Bolsista CAPES – Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI, CEP 64.049-550, e-mail: [iwatameioambiente@gmail.com](mailto:iwatameioambiente@gmail.com); (5) Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bolsista na área de Solos, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, Teresina, PI, CEP 64006-220, e-mail: [sergio.c.pm20@hotmail.com](mailto:sergio.c.pm20@hotmail.com); (6) Graduanda em Biologia, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Estagiária na área de Solos, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, Teresina, PI, CEP 64006-220, e-mail: [elisvanialima@hotmail.com](mailto:elisvanialima@hotmail.com).

**RESUMO:** O sistema de manejo do solo integrando lavoura e pecuária pode melhorar a qualidade do solo, do ambiente e contribuir para a sustentabilidade dos agroecossistemas em regiões tropicais. O presente estudo teve por objetivo avaliar os teores de fósforo (P), potássio (K) e matéria orgânica (MO) em Latossolo Amarelo sob sistema integração lavoura-pecuária no Cerrado do Piauí. Foram estudados cinco sistemas: cerrado nativo sem histórico de interferência humana em uso agrícola (CN); plantio convencional com uso de grade pesada, intermediária e niveladora, com três anos (PC3); plantio direto com três e cinco anos (PD3 e PD5, respectivamente) e sistema integração lavoura-pecuária, com dois anos (SILP). As amostras do solo foram coletadas em quatro profundidades (0 cm-5 cm, 5 cm-10 cm, 10 cm-20 cm e 20 cm-40 cm), durante a fase de desenvolvimento vegetativo da cultura da soja, para determinação dos teores de P extraível, K<sup>+</sup> e MO. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições. A área de SILP apresentou valores superiores ( $p < 0,05$ ) em todas as profundidades, tanto para o P como para o K<sup>+</sup>. A área de CN apresentou maior conteúdo de COT na superfície do solo (0-5 cm). Porém, para as demais profundidades, os sistemas de manejo PD5 e SILP obtiveram os melhores resultados. O PD associado ao SILP após cinco anos de implantação no cerrado do Piauí favorece a manutenção da MOS que acumula P e K<sup>+</sup> no perfil do solo, aumentando a eficiência dos adubos e corretivos.

**Palavras-chave:** sustentabilidade, qualidade do solo e do ambiente.

### INTRODUÇÃO

A integração lavoura pecuária (ILP) se caracteriza por sistemas de produção que integra atividades agrícolas e pecuárias na mesma área, de forma consorciada e, ou sequencial. A associação do plantio direto (PD) ao sistema ILP resulta num sistema em que os benefícios aportados pelo PD, tais como a conservação estrutural do solo e o aumento da matéria orgânica do solo (MOS), entre outras, são potencializados pela introdução de espécies forrageiras (Carvalho & Moraes, 2007). Por sua vez, o aumento da MOS e o aporte de nutrientes no solo dependerão do tempo de adoção do PD e da natureza dos resíduos vegetais adicionados ou mantidos sobre o terreno, além de condições ambientais (umidade, temperatura, pH) favoráveis à atividade microbiana no sistema solo-planta (Muzilli, 2001).

As vantagens deste sistema para a qualidade do solo são ainda pouco conhecidas, tendo em vista serem as pesquisas muito recentes no Brasil (Goedert & Oliveira, 2007). A ILP foi desenvolvida inicialmente para suprir de forragem o rebanho em períodos críticos através de suplementação alimentar e para recuperar as pastagens degradadas com o uso de corretivos e adubos custeados pela agricultura. Por sua vez, a rotação de pastagem com lavoura, viabilizada pela rapidez e menor custo financeiro do PD da cultura sobre a pastagem, apresenta-se como uma importante alternativa para a

## XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

### Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

produção de massa vegetal e correção das deficiências químicas do solo, além do potencial para seqüestrar C do solo (Salton, 2005).

Dentre as vantagens constatadas em sistemas de manejo que contemplam o não revolvimento do solo, estão à formação de um ambiente orgânico o qual favorece a preservação da umidade e fertilidade do solo, facilitando a difusão do Fósforo (P) na solução do solo e sua absorção pelas plantas, além de liberar ácidos orgânicos solúveis em água, capazes de complexar o Alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ), mobilizar o Cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e o Magnésio ( $Mg^{2+}$ ) ao longo do perfil do solo e de reter o Potássio ( $K^+$ ) evitando sua perda por lixiviação (Muzilli, 2001).

O monocultivo associado a práticas culturais inadequadas (p. ex., excesso de mobilização do solo), tem comprometido o crescimento da produtividade e até resultado em degradação do solo e do ambiente. O desenvolvimento de estudos que contemplem a dinâmica de nutrientes relacionada a solos sob Cerrado, bem como o manejo da fertilidade com o crescimento e desenvolvimento de plantas podem otimizar o uso dos insumos, fertilizantes e corretivos, tornando o sistema de cultivo mais sustentável (Goedert & Oliveira, 2007).

Informações relacionadas ao efeito do sistema PD associado à ILP, em áreas de Cerrado, sobre as propriedades químicas do solo na região Nordeste, especialmente no estado do Piauí, ainda são escassas. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar indicadores químicos (P, K e MOS) em Latossolo Amarelo sob sistema integração lavoura-pecuária no cerrado do Sudoeste piauiense.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda São Marcos, localizada no município de Bom Jesus (09° 09'59,49" S e 45° 06' 42,61" W), inserida na região do bioma Cerrado da Serra do Quilombo, no Sudoeste piauiense, Nordeste do Brasil. O clima da região é do tipo quente e semi-úmido (AW' segundo a classificação de Köppen). A temperatura média anual é de 27°C com precipitação pluviométrica média anual de 1.000 mm, com estação chuvosa de outubro a abril, sendo janeiro e março o trimestre mais chuvoso, com ocorrência de veranicos. O solo é classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média (Jacomine et al., 1986).

Foram avaliados quatro diferentes sistemas de manejo do solo além de uma área de cerrado nativo usada como referência. Foram escolhidos talhões conduzidos sob os seguintes sistemas: Cerrado nativo sem histórico de interferência humana em uso

agrícola (CN); plantio convencional com uso de grade pesada, intermediária e niveladora, com três anos (PC3); plantio direto com três e cinco anos (PD3 e PD5, respectivamente); e sistema integração lavoura-pecuária (SILP). O histórico das mesmas está na Tabela 1. As amostragens do solo foram feitas em mini-trincheiras, em quatro profundidades (0 cm-5 cm, 5 cm-10 cm, 10 cm-20 cm e 20 cm-40 cm), nas entrelinhas dos plantios onde foram retiradas oito amostras simples para formar uma composta por profundidade, num total de vinte amostras compostas por sistema, durante a fase de desenvolvimento vegetativo da cultura da soja. As amostras de solo coletadas foram secas ao ar, destorroadas, maceradas e passadas em peneira de 0,21 mm de malha (TFSA) para análises dos teores de P e  $K^+$  que foram extraídos com Mehlich e quantificados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente (Embrapa, 1997). Os teores de matéria orgânica foram estimados com base nos valores de carbono orgânico total (COT), o qual foi quantificado por oxidação da matéria orgânica via úmida, empregando solução de dicromato de potássio a 0,167 mol L<sup>-1</sup> em meio ácido, com fonte externa de calor (Yeomans & Bremner, 1988).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias das variáveis em cada profundidade foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do sistema computacional ASSISTAT.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de P,  $K^+$  e MO dos diferentes sistemas de manejo foram comparados dentro de cada profundidade (Tabela 2). A área de SILP apresentou valores superiores ( $p < 0,05$ ) em todas as profundidades, tanto para o P como para o  $K^+$ . O PD tem a capacidade de acumular certos nutrientes (P e  $K^+$ ) sendo este efeito evidente na camada mais superficial do solo, devido às sucessivas adubações nos sulcos de plantio (Anghinoni, 2007). Por outro lado, a excelente distribuição do P ao longo do perfil no SILP pode estar relacionado à presença do sistema radicular da *Brachiaria sp.* Salienta-se que para elementos com baixa taxa de difusão no solo, como os fosfatos, plantas com maior superfície radicular como as gramíneas possuem maior capacidade para absorção do nutriente no solo (Prado, 2005). O  $K^+$  é um elemento facilmente lixiviado, porém sua fixação na camada superficial pode ser devido ao aumento da CTC do solo pela

## XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

### Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

calagem ou pela adição de resíduos orgânicos ao solo por meio dos sistemas PD, como reportados por Vale et al. (2001). Menores valores de P e K<sup>+</sup> foram observados no PC3, apesar deste tratamento ter recebido maior quantidade de calcário e adubos recentemente (Tabela 1). A maior perda de nutrientes nas camadas do solo pode está associada aos sistemas de manejo que eliminam os resíduos do solo (Goedert & Oliveira, 2007).

Observou-se que a área de CN apresentou maior conteúdo de COT na superfície do solo (0 cm-5 cm). Porém, para as demais profundidades, os sistemas de manejo PD5 e SILP obtiveram os melhores resultados. Após cinco anos de implantação, observa-se o início do acúmulo da palha, acúmulo de P e equilíbrio entre o processo de imobilização e mineralização da MOS (Sá et al., 2004). Também foi observada a semelhança dos valores de COT nas profundidades de 10 cm-20 cm e 20 cm-40 cm entre PC3 e os sistemas PD5 e SILP, possivelmente devido à incorporação de resíduos em profundidade pelo uso de implementos agrícolas.

### CONCLUSÕES

O PD associado ao SILP após cinco anos de implantação no cerrado do Sudoeste piauiense favorece a manutenção da MOS que acumula P e K<sup>+</sup> no perfil do solo, o que aumenta a eficiência dos adubos e corretivos.

### REFERÊNCIAS

ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. Coord. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. de.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Editores. Fertilidade do Solo - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa- MG, 1017p, 2007.

CARVALHO, P. C. de F. & MORAES, A. de. 2007. Integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=23543>>. Acesso em: 7/3/2010.

EMBRAPA. 1997. Manual de métodos de análises de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, Rj). Brasília: Embrapa- SPI; Embrapa – CNPS. 212p.

GOEDERT, W. J. & OLIVEIRA, S. A. de. Fertilidade do solo e sustentabilidade da atividade agrícola. Coord. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. de.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Editores.

Fertilidade do Solo - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa- MG, 1017p, 2007.

JACOMINE, P. K. T. et al. Levantamento exploratório. Reconhecimento de solos do Estado do Piauí. Rio de Janeiro. EMBRAPA-SNLCS/SUDENE-DRN.1986. 782p.

MUZILLI, O. Plantio direto com qualidade. Londrina: IAPAR, 2001. 8p.

PRADO, R. de M. 2005. Nutrição de plantas. Jaboticabal: UNESP. p. 119.

SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.E.; BUCKENER, J.; FORNARI, A.; SÁ, M.F.M.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S. & VENZKE FILHO, S. P. O plantio direto como base no sistema de produção. R. Plantio direto, 84:45-61, 2004.

SALTON, J. C. Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical. 2005. 158 f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2005.

VALE, F. R. do V.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. VILELA de.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. de A. Fertilidade do solo. LAVRAS/FAEPE, 2001. p.172-183.

YEOMANS, J. C. & BREMNER, J. M. 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 19: 1467-1476.

**Tabela 1** - Histórico de uso e manejo de Latossolo-Amarelo na região do Cerrado no Sudoeste Piauiense

Sistema de manejo	Símbolo	Histórico
Cerrado nativo	CN	- Vegetação nativa de cerrado (área de transição com filofisionomia de campo cerrado e cerradão), sem histórico de interferência humana em uso agrícola;
Plantio convencional de sequeiro (3 anos)	PC3	- Sistema convencional de sequeiro, com uso de grade pesada, intermediária e niveladora para o preparo do solo, sendo cultivado arroz por dois anos. No ano agrícola 2009/2010 foram adicionados na área cerca de 2 Mg ha <sup>-1</sup> de calcário e 300 Kg ha <sup>-1</sup> de gesso para plantio de soja, com adubação de acordo a necessidade da cultura (média de 400 Kg ha <sup>-1</sup> de superfosfato simples na fundação e 180 de KCl em cobertura) para o último plantio.
Plantio Direto de sequeiro (3 anos)	PD3	- Sistema plantio direto após longo tempo sob sistema convencional (monocultivo de soja desde 2003) até o ano agrícola de 2005/2006. No ano agrícola 2006/2007 foi implantado o sistema plantio direto com cultivo de soja, sendo o milheto utilizado na entressafra para formação da palhada. Para o ano agrícola 2009/2010 a área recebeu cerca de 300 Kg ha <sup>-1</sup> de gesso, 180 Kg ha <sup>-1</sup> de MAP e 180 Kg de KCl.
Plantio Direto de sequeiro (5 anos)	PD5	- Sistema plantio direto de sequeiro após longo tempo sob sistema convencional (monocultivo de soja desde 1999). Em 2004 foi instalado o sistema plantio direto em rotação anual de soja e milho, sendo que no ano agrícola 2005/2006 foi implantado soja por dois anos. Para o ano agrícola 2007/2008 foi cultivado milho e soja nos últimos anos, cuja correção para o ano agrícola de 2009/2010 foi feita com 1,3 Mg ha <sup>-1</sup> de calcário e a mesma adubação descrita para PD3.
Sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto	SILP	- Área convertida em sistema agrícola no ano de 1994 sendo desmatada e cultivada em sistema de preparo convencional para produção de arroz. No ano agrícola 1997/1998 foram adicionados 2 Mg ha <sup>-1</sup> de calcário e 400 Kg ha <sup>-1</sup> de superfosfato simples e cultivado soja, durante quatro anos. No ano agrícola 2001/2002 foi introduzido o sistema de plantio direto de soja utilizando o milheto na formação da palhada, durante três anos. No ano agrícola 2004/2005 foi estabelecido a rotação da área com milho adubado de acordo com a necessidade da cultura, sendo cultivado nos anos pares e soja nos anos ímpares. No ano agrícola 2008/2009 foi introduzido na área, forrageira do gênero <i>Brachiaria sp</i> após a colheita do milho. Para o ano agrícola 2009/2010 foi feito o dessecamento da área e plantio direto de soja, sendo aplicado 1 Mg ha <sup>-1</sup> de calcário e a mesma adubação para o PD.

**Tabela 2.** Teores de fósforo (P), potássio (K<sup>+</sup>) e matéria orgânica (MO) de um Latossolo Amarelo distrófico sob sistema integração lavoura-pecuária no cerrado do Sudoeste Piauiense.

Sistema de manejo	P (mg dm <sup>-3</sup> )	K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	COT (g Kg <sup>-1</sup> )
----- 0-5 cm -----			
CN	1,54 d	0,05 d	30,65 a
PC3	13,76 c	0,17 c	17,95 bc
PD3	44,55 b	0,35 b	16,58 c
PD5	42,74 b	0,38 ab	22,03 b
SILP	66,12 a	0,43 a	20,41 bc
----- 5-10 cm -----			
CN	1,11 e	0,06 b	18,09 b
PC3	5,66 d	0,09 b	18,43 b
PD3	23,41 b	0,20 a	18,45 b
PD5	17,15 c	0,20 a	21,81 a
SILP	41,37 a	0,22 a	18,68 b
----- 10-20 cm -----			
CN	0,86 d	0,02 c	13,39 b
PC3	4,39 c	0,06 b	15,14 a
PD3	3,75 c	0,06 b	11,01 c
PD5	6,41 b	0,09 a	15,03 a
SILP	17,68 a	0,09 a	15,20 a
----- 20-40 cm -----			
CN	0,86 bc	0,03 ab	9,30 a
PC3	0,77 c	0,02 b	9,18 a
PD3	0,50 d	0,03 ab	7,98 b
PD5	1,00 b	0,03 ab	9,89 a
SILP	1,21 a	0,04 a	9,00 ab

-CN: Cerrado nativo; PC3: Plantio convencional (3anos); PD3 e PD5: Plantio direto (3 e 5 anos, respectivamente); SILP: Sistema-integração lavoura-pecuária, dois anos. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CN: Cerrado nativo; PC3: Plantio convencional (3anos); PD3 e PD5: Plantio direto (3 e 5 anos, respectivamente); SILP: Sistema integração lavoura-pecuária, 2 anos. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna ?, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.