



Plantas de cobertura afetando as propriedades químicas do solo⁽¹⁾.

Adriano Stephan Nascente⁽²⁾; Luís Fernando Stone⁽³⁾; Carlos Alexandre Costa Crusciol⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Embrapa.

⁽²⁾ Pesquisador; Embrapa Arroz e Feijão; Santo Antônio de Goiás, Goiás; adriano.nascente@embrapa.br; ⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Arroz e Feijão; ⁽⁴⁾ Professor; Unesp- Botucatu.

RESUMO: O uso de plantas de cobertura no sistema plantio direto (SPD) pode melhorar significativamente a fertilidade do solo. No entanto, esta melhoria é maior na camada superior do solo. Um estudo foi realizado para determinar as alterações nas propriedades químicas do solo causadas por plantas de cobertura no sistema de plantio direto. O experimento de campo consistiu da seguinte rotação de culturas: plantas de cobertura / arroz / plantas de cobertura / arroz. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. Os tratamentos consistiram de quatro espécies de plantas de cobertura (*Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis*, *Panicum maximum* e *Pennisetum glaucum*) e pousio (tratamento controle). As amostras foram coletadas no início da safra de verão em outubro de 2007, outubro 2008 e outubro 2009, a 0-5 cm de profundidade do solo. O uso de plantas de cobertura proporciona aumento significativo nos teores de nutrientes (P, K⁺, Mg²⁺ e Ca²⁺) e matéria orgânica no solo. A fertilidade do solo melhora do primeiro para o segundo ano com crescimento de plantas de cobertura. As plantas de cobertura *P. glaucum*, *B. ruziziensis* e *B. brizantha* contribuem mais para aumentar a fertilidade do solo que as parcelas de pousio.

Termos de indexação: *Brachiaria*, *Panicum maximum*, *Pennisetum glaucum*.

INTRODUÇÃO

A adoção do sistema plantio direto (SPD) pelos produtores está crescendo em todas as regiões do Brasil, ocupando uma área de 25 milhões de hectares, em que cerca de 10 milhões estão localizados em solos sob Cerrado. Esses solos são caracterizados por baixa fertilidade do solo e baixo pH (Boer et al., 2007). A utilização de plantas de cobertura no SPD poderia ser alternativa importante para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, o que pode favorecer o aumento da fertilidade do solo e retornar quantidades consideráveis de nutrientes das camadas mais profundas do solo para as culturas agrícolas (Cunha et al., 2011). Assim, foi feito um estudo para determinar as alterações nas propriedades químicas do solo causadas por plantas de cobertura no SPD.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi realizado em Latossolo com topografia levemente ondulada no município de Santo Antônio de Goiás, GO.

O experimento consistiu de plantas de cobertura no primeiro verão (novembro - 2007) e arroz no segundo verão (novembro - 2008). Após a colheita do arroz, foram semeadas as mesmas plantas de cobertura no período de entressafra (março - 2009) e seguido pelo arroz novamente no terceiro verão (novembro - 2009). As plantas de cobertura utilizadas foram: 1. *Panicum maximum*, 2. - *Brachiaria ruziziensis*, 3. - *Brachiaria brizantha* - cultivar Marandu e 4. - milho (*Pennisetum glaucum* - cultivar BN-2) e 5. Pousio (vegetação espontânea, predominantemente *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis*, *Conyza bonariensis* e *Cenchrus echinatus*). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (plantas de cobertura), com três repetições, totalizando 15 parcelas de 6,0 m x 10 m cada.

Em novembro de 2007 e março de 2009, as forrageiras tropicais foram semeadas; o milho foi semeado em março de 2008 e março de 2009. Utilizou-se espaçamento de 0,20 m entrelinhas com uma semeadora mecânica regulada para distribuir 10 kg sementes ha⁻¹.

A semeadura do arroz foi em novembro de 2008 (segundo verão) e em novembro de 2009 (terceiro verão) utilizando-se a cultivar BRS Sertaneja no espaçamento de 0,35 m, com 80 sementes por metro. A adubação de semeadura foi de 400 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 04-30-16. Imediatamente após a semeadura, foi feita uma adubação de 45 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia. As práticas culturais foram realizadas de acordo com as recomendações para a cultura.

Foram coletadas 48 amostras simples na profundidade de 0-5 cm antes da instalação do experimento para a análise química do solo e um mês após a aplicação de calcário (1 t ha⁻¹). Esse resultado foi considerado testemunha (fertilidade inicial). Para avaliar as alterações causadas por plantas de cobertura nas propriedades químicas do solo (pH, P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e matéria orgânica do solo) as amostras foram coletadas em outubro/2008 e outubro/2009. Assim, coletaram-se oito amostras



simples de solo em cada parcela na camada de 0-5 cm. As amostras simples foram homogeneizadas manualmente para formar uma amostra composta de cada parcela. Essas amostras foram embaladas separadamente em sacos de plástico e enviada para análise química, de acordo com a metodologia do manual de métodos da Embrapa (Claessen, 1997).

Os dados de ambos os anos, 2008 e 2009, foram submetidos à análise de variância e foi utilizado o teste LSD por $p < 0,05$ para comparar tratamentos, o mesmo foi feito para as culturas de cobertura em relação à média dos anos, utilizando o pacote estatístico SAS. Foi feita a comparação entre os teores iniciais (2007) de nutrientes do solo com os teores dos demais anos utilizando o teste de Dunnett $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível observar que as plantas de cobertura afetaram significativamente os teores de nutrientes no solo (**Tabela 1**). As plantas de cobertura *P. glaucum* (6.3), *B. ruziziensis* (6.3) e *P. maximum* (6.2) proporcionaram os maiores valores de pH. Resultados semelhantes foram relatados por Moreti et al. (2007). Esses autores acrescentaram que algumas espécies de plantas exsudam ácidos para o solo das suas raízes, que atuam diretamente sobre o pH do solo. No entanto, a partir de nossos resultados, é possível inferir que essa exsudação de ácidos varia entre as espécies de plantas, sendo que sob pousio observou-se o menor pH (6,0).

O pH diminuiu de um ano para outro (**Tabela 1**). De acordo com Franchini et al. (2000) e Nascente et al. (2014), o sistema plantio direto favorece o acúmulo de nutrientes na superfície, aumenta os teores de matéria orgânica do solo e reduz valores de pH. Além disso, quando a matéria orgânica do solo é mineralizada há produção de ácidos orgânicos que contribuem para aumentar a acidez do solo (Garcia & Rosolem, 2010).

Os valores de pH foram diferentes e menores do que o controle (fertilidade inicial em 2007), no segundo ano de avaliação (2009) (**Tabela 1**). Isto pode ser devido à remoção de bases pelas plantas cultivadas nesta área. De acordo com Caires et al. (2006) e Soratto & Crusciol (2007), em SPD o efeito do calcário dura mais tempo do que no plantio convencional, no entanto, após a aplicação do corretivo as plantas que são cultivadas proporcionam remoção contínua das bases (K^+ , Mg^{+2} e Ca^{+2}), causando redução do pH, sendo portanto necessário aplicar calcário novamente depois de normalmente sete anos.

Constatou-se aumento nos teores de P no solo

de um ano para outro (**Tabela 1**). De acordo com Sá (1993), em solos com plantas de cobertura pode ocorrer uma menor adsorção de fósforo por partículas minerais, devido principalmente ao aumento dos teores de matéria orgânica, o que pode proporcionar o aumento do teor desse nutriente no solo.

No ano de 2008, nos tratamentos pousio e *P. glaucum* observou-se os teores mais baixos de P no solo e diferiu da fertilidade inicial (2007) (**Tabela 1**). Com base nesses resultados pode-se inferir que essas plantas de cobertura não proporcionaram ciclagem efetiva desse nutriente no solo. Por outro lado, no ano de 2009, *P. glaucum* foi mais eficiente na ciclagem do P e proporcionou os maiores teores desse nutriente em comparação com o tratamento pousio. Observou-se que *B. ruziziensis*, *B. brizantha* e *P. glaucum* proporcionaram maiores valores de P no solo. De acordo com Pacheco et al. (2011), as culturas de cobertura, como *P. glaucum* e *Brachiaria*, são muito importantes na ciclagem de nutrientes no solo.

Os teores de cálcio no solo observados nos anos 2008 e 2009 foram semelhantes ao controle (fertilidade inicial em 2007) (**Tabela 1**). No entanto, em 2009, as plantas de cobertura *B. ruziziensis* e *B. brizantha* proporcionaram os valores mais elevados no solo e diferiram da testemunha. De acordo com a Nascente et al. (2013), as plantas de braquiária, devido a seus sistemas radiculares serem bem desenvolvidos, têm maior capacidade de absorção de nutrientes de camadas de solo mais profundas e, após serem dessecadas, retornam esses nutrientes para a camada superficial do solo.

Todas as plantas de cobertura avaliadas proporcionaram maior ciclagem de magnésio no ano de 2009 diferindo do controle (fertilidade inicial a 2007) (**Tabela 1**). Entretanto, na média dos dois anos, essas plantas de cobertura proporcionaram valores semelhantes. O uso de plantas de cobertura proporcionou aumento do nível de cálcio e magnésio, de 2008 para 2009. A partir destes resultados pode-se inferir a grande importância do uso de plantas de cobertura na ciclagem desses nutrientes.

Os tratamentos *P. maximum* e *B. brizantha*, no primeiro ano (2008), e todas as culturas de cobertura, com exceção de pousio, no segundo ano (2009), diferiram do tratamento controle em relação aos teores de K^+ no solo (**Tabela 1**). Na média, o tratamento pousio proporcionou os menores teores de K no solo e diferiu de todas as plantas de cobertura, com exceção de *P. glaucum*. De acordo com Crusciol et al. (2010), gramíneas forrageiras têm grande potencial de absorção e acumulação de



K⁺, que retornam ao solo após a sua dessecação. Além disso, observou-se que o teor de potássio no solo não aumentou de 2008 para 2009. Malavolta (1980) relata que o K⁺ é muito móvel no solo e, por conseguinte, é difícil de acumular na superfície do solo.

Em relação à matéria orgânica do solo (MOS), todos os tratamentos foram diferentes do tratamento controle no segundo ano (2009) (**Tabela 1**). Com isso, verifica-se a importância do uso de plantas de cobertura para aumentar o teor de MOS. Cunha et al. (2011) também encontraram aumento dos teores de MOS em solos sob SPD cultivados com forrageiras. O uso de pousio em áreas agrícolas não é interessante, pois pode aumentar a infestação de plantas daninhas e, como observado no presente trabalho, não proporcionar incrementos significativos nos teores de MOS. Portanto, o uso de plantas de cobertura parece ser muito mais interessante do que o uso de pousio.

CONCLUSÕES

O uso de plantas de cobertura proporciona incrementos significativos nos teores de nutrientes (P, K⁺, Mg²⁺ e Ca²⁺) e matéria orgânica do solo;

A fertilidade do solo melhora do primeiro para o segundo ano com a utilização de plantas de cobertura;

As plantas de cobertura *P. glaucum*, *B. ruziziensis* e *B. brizantha* contribuem mais para aumentar a fertilidade do solo do que as parcelas em pousio.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pelo apoio financeiro da pesquisa e pela bolsa de doutorado do primeiro autor.

REFERÊNCIAS

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P. et al. Nutrient cycling in off-season cover crops on a Brazilian savanna soil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42:1269-1276, 2007.

CAIRES, E. F.; CORRÊA, J. C. L.; CHURKA, S. et al. Surface application of lime ameliorates subsoil acidity and improves root growth and yield of wheat in an acid soil under no-till system. *Scientia Agricola*, 63:502-509, 2006.

CLAESSEN, M. E. C. *Manual for Methods of Soil Analysis*, 2.ed. Rio de Janeiro: National Research Center for Soils, 1997. 212 p.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E. et al. Benefits of Integrating Crops and Tropical Pastures as Systems of Production. *Better Crops* 94:14-16, 2010.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; DIDONET, A. D. et al. Chemical attributes of soil under organic production as affected by cover crops and soil tillage. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15:1021-1029, 2011.

FRANCHINI, J. C.; BORKERT, C. M.; FERREIRA, M. M. et al. Soil fertility changes on no-tillage crop rotation systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24:459-467, 2000.

GARCIA, R. A. & ROSOLEM, C. A. Aggregates in a Rhodic Ferralsol under no-tillage and crop rotation. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45:1489-1498, 2010.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MORETI, D.; ALVES, M. C.; VALERIO FILHO, W. V. et al. Soil chemical attributes of a red latosol under different systems of preparation, management, and covering plants. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:167-175, 2007.

NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C. & COBUCCI, T. The no-tillage system and cover crops Alternatives to increase upland rice yields. *European Journal of Agronomy*, 45:124-131, 2013.

NASCENTE, A. S.; SILVEIRA, P. M.; LOBO JUNIOR, M. et al. Atributos químicos de latossolo sob plantio direto afetados pelo manejo do solo e rotação de culturas. *Revista Caatinga*, 27:153-163, 2014.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A. et al. Biomass production and nutrient accumulation and release by cover crops in the off-season. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:17-25, 2011.

SÁ, J. C. M. *Soil fertility management in no-tillage system*. Castro: Fundação ABC, 1993. 96 p.

SORATTO, R. P. & CRUSCIOL, C. A. C. Water-soluble cations in shoots of annual crops as affected by lime and phosphogypsum surface application. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:81-90, 2007.



Tabela 1 - Atributos químicos do solo (pH, P, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e MOS) na profundidade de 0-5cm, em função das plantas de cobertura e ano, Santo Antônio de Goiás, 2008/2009 e 2009/2010.

Plantas de cobertura	2008	2009	Média	2008	2009	Média
	pH (água)			P (mg dm ⁻³)		
Pousio	6,3 ¹	5,8 *	6,0 c	10,8 *	13,3	12,0 b
<i>Panicum maximum</i>	6,8 *	5,6 *	6,2 ab	11,8	12,8	12,3 b
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	6,8 *	5,8 *	6,3 a	13,8	15,6	14,7 a
<i>Brachiaria brizantha</i>	6,4	5,7 *	6,1 bc	11,8	15,9*	13,9 ab
<i>Pennisetum glaucum</i>	6,7	5,9 *	6,3 a	11,2 *	16,7*	13,9 ab
Média	6,6 A	5,7 B	-	12,1 B	14,7 A	-
Fertilidade inicial	6,4	6,4	-	13,8	13,8	-
	Ca ²⁺ (cmolc dm ⁻³)			Mg ²⁺ (cmolc dm ⁻³)		
Pousio	2,57	2,83	2,70 a	0,87	1,27*	1,10 a
<i>P. maximum</i>	2,33	2,57	2,45 b	0,97	1,40*	1,20 a
<i>B. ruziziensis</i>	2,57	2,90 *	2,75 a	0,93	1,40*	1,20 a
<i>B. brizantha</i>	2,17	3,00 *	2,60 ab	0,90	1,57*	1,25 a
<i>P. glaucum</i>	2,70	2,90	2,80 a	1,13*	1,27*	1,20 a
Média	2,51 B	2,80 A	-	0,96 B	1,38 A	-
Fertilidade inicial	2,5	2,5	-	0,8	0,8	-
	K ⁺ (cmolc dm ⁻³)			MOS (g dm ⁻³)		
Pousio	0,38	0,34	0,36 c	18,4*	22,9*	20,7 c
<i>P. maximum</i>	0,61*	0,64*	0,62 a	20,6	23,0*	21,8 b
<i>B. ruziziensis</i>	0,51	0,54*	0,53 ab	21,4	22,9*	22,2 b
<i>B. brizantha</i>	0,60*	0,62*	0,61 a	21,8 *	23,9*	22,8 a
<i>P. glaucum</i>	0,43	0,49*	0,46 bc	21,6*	24,2*	22,9 a
Média	0,50 A	0,53 A	-	20,8 B	23,4 A	-
Fertilidade inicial	0,25	0,25	-	20,4	20,4	-
Fatores	Análise de variância (Probabilidade do teste F)					
	pH	P	Ca	Mg	K	MOS
Plantas de cobertura (PC)	<,001	<,001	0,023	0,041	<,001	0,035
Ano	<,001	0,027	<0,001	<,001	<,001	0,032
PC*ano	0,453	0,198	0,125	0,486	0,262	0,547

¹Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na horizontal ou maiúscula na vertical, não diferem entre si pelo LSD para p ≤ 0,05. pH: Potencial de hidrogênio, P: fósforo; Ca²⁺: cálcio, Mg²⁺: magnésio, K⁺: potássio, MOS: matéria orgânica do solo. Médias seguidas de * diferem do tratamento controle (fertilidade inicial) pelo teste de Dunnet para p≤0.05.