

Atributos Químicos do Solo sob Produção Orgânica de Feijão Influenciados por Sistemas de Manejo e Culturas de Cobertura

EURÂIMI DE QUEIROZ CUNHA⁽¹⁾, LUÍS FERNANDO STONE⁽²⁾, AGOSTINHO DIRCEU DIDONET⁽³⁾, ENDERSON PETRÔNIO DE BRITO FERREIRA⁽³⁾, JOSÉ ALOÍSIO ALVES MOREIRA⁽³⁾ & WILSON MOZENA LEANDRO⁽⁴⁾

RESUMO - Há necessidade de se verificar a contribuição de culturas de cobertura e do seu manejo na manutenção da fertilidade do solo em áreas sob produção orgânica. Este trabalho teve por objetivo avaliar as alterações nos atributos químicos do solo cultivado com diferentes culturas de cobertura, em semeadura direta (SD) e preparo convencional (PC), na produção orgânica de feijão. O trabalho foi conduzido em Santo Antônio de Goiás, GO, em Latossolo Vermelho distrófico. Em novembro de 2003 foram instalados dois experimentos, um em SD e um em PC. Foram comparados, no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, crotalária, guandu, mucuna-preta, sorgo vassoura e pousio. Foram realizadas amostragens de solo nas profundidades de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m, em setembro de 2003 (controle) e em junho de 2007. Foram analisados o pH e os teores de P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, H⁺ + Al³⁺ e M.O., e calculados T e V. Após quatro anos, as coberturas não diferiram entre si quanto aos seus efeitos nos atributos químicos do solo, tanto sob SD como sob PC. Entretanto, elas elevaram o teor de M.O. em relação à condição inicial. SD e PC foram semelhantes quanto às alterações nos atributos químicos, com exceção do P, em que houve maior concentração em SD. Dependendo da cobertura, manejo do solo e cultura principal, os valores de pH, T e V e os teores de Ca²⁺, Mg²⁺, P e Cu²⁺ se mantiveram ou aumentaram e o dos demais atributos diminuíram em relação à condição inicial.

Palavras-Chave: (*Phaseolus vulgaris*; semeadura direta; preparo convencional do solo)

Introdução

A utilização de plantas de cobertura como fonte de matéria orgânica no solo é uma prática bastante antiga, por ser uma forma de enriquecer o solo de nutrientes, recuperar e conservar solos e manter sua produtividade. Tem sido também uma forma prática de produção de matéria orgânica em comparação aos resíduos orgânicos de origem animal, urbano ou industrial, os quais exigem uma infraestrutura organizada de produção [1].

O efeito da cobertura vegetal sobre atributos químicos do solo está relacionado com a espécie de planta usada, a classe do solo, as condições climáticas e, principalmente, com o tipo de manejo dispensado à cobertura [2, 3]. Quando a cobertura é utilizada em sistema de manejo na superfície do solo, como na semeadura direta, os nutrientes menos móveis, como o fósforo e o carbono orgânico, concentram-se nos 0,10 m superficiais do solo. Por outro lado, quando a cobertura do solo é incorporada pelo sistema convencional de preparo do solo, ocorre distribuição da matéria orgânica na camada arável e não se verifica acúmulo significativo de carbono orgânico do solo.

Segundo Osterroht [3], entre os efeitos do uso de plantas de cobertura sobre a fertilidade do solo estão a adição de carbono orgânico resultando em húmus, maior CTC e menor acidez; aumento do fósforo disponível, pela ação combinada de micorrizas e exsudatos das raízes; complexação orgânica do alumínio e manganês que se encontram em níveis tóxicos no solo; adição de nitrogênio ao sistema, pela fixação biológica; disponibilização de micronutrientes, fixados e indisponíveis devido ao uso excessivo de calagem e adubos químicos; melhoria no desenvolvimento dos cultivos, aumentando a estabilidade nas produções ao longo dos anos.

É fundamental a utilização de espécies produtoras de palhada que mobilizem os nutrientes na camada agricultável, retendo-os na sua fitomassa e devolvendo-os ao solo durante a decomposição [4]. No entanto, há necessidade de se verificar a real contribuição dessas espécies e do seu manejo com a finalidade de manter ou elevar a fertilidade do solo em áreas sob produção orgânica e melhorar a produtividade das culturas comerciais. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as alterações nos atributos químicos do solo cultivado com diferentes culturas de cobertura, em semeadura direta e preparo convencional do solo, no sistema de produção orgânica de feijão.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido na Fazenda Capivara, da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO. O clima, conforme classificação de Köppen, é Aw, tropical de savana, megatérmico. O regime pluvial é bem definido, com período chuvoso de outubro a abril e seco de maio a setembro. O solo do local é um Latossolo Vermelho distrófico, de textura franco argilosa, com 410 g kg⁻¹ de

⁽¹⁾Doutorando em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131, Goiânia, GO, CEP 74001-970. E-mail: euraimi@yahoo.com.br

⁽²⁾Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia GO 462, km 12, Caixa Postal 179, Santo Antônio de Goiás, GO, CEP 75375-000. Bolsista do CNPq. E-mail: stone@cnpaf.embrapa.br

⁽³⁾Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia GO 462, km 12, Caixa Postal 179, Santo Antônio de Goiás, GO, CEP 75375-000.

⁽⁴⁾Professor, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Caixa Postal 131, Goiânia, GO, CEP 74001-970. Bolsista do CNPq.

areia, 270 g kg⁻¹ de silte e 320 g kg⁻¹ de argila, na camada de 0,00-0,20 m. Antes da implantação dos experimentos foram aplicados em toda a área 1620 kg ha⁻¹ de fosfato natural Arad (33% de P₂O₅) e 2000 kg ha⁻¹ de calcário. A vegetação original da área experimental era do tipo Cerradão e essa vinha sendo cultivada no sistema convencional de preparo do solo (gradagens aradora e niveladora) com a sucessão milho e soja.

Em novembro de 2003 foram instalados dois experimentos, que vem sendo conduzidos segundo os preceitos da produção orgânica. Um experimento foi conduzido em semeadura direta e no outro foi feito o preparo convencional do solo com grades aradora e niveladora. Nos dois experimentos foram comparadas, no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, as culturas de cobertura: crotalária (*Crotalaria juncea*), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), sorgo vassoura (*Sorghum technicum*) e pousio (vegetação espontânea). A vegetação espontânea era constituída basicamente de picão preto (*Bidens pilosa*), capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla*).

As culturas de cobertura foram semeadas em abril e conduzidas em semeadura direta. Por ocasião da semeadura do feijão, em novembro, foram manejadas com rolo-faca e foram deixadas sobre o solo (plantio direto) ou incorporadas (preparo convencional). Elas foram semeadas no espaçamento de 0,45 m entre linhas, utilizando-se 60 sementes por metro de crotalária, guandu e sorgo e 20 sementes por metro de mucuna. O feijoeiro, cv. Pérola, foi semeado no mesmo espaçamento, com 16 sementes por metro. A área da parcela era de 27,00 m² (2,70 x 10,00 m).

Foram realizadas, por parcela, duas amostragens de solo nas profundidades de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m para análise química, sendo a primeira antes da instalação dos experimentos (controle), em 20/9/2003, caracterizando a área em estudo, e a outra em junho de 2007. Foram analisados o pH do solo e os teores de P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, H⁺ + Al³⁺ e M.O., e calculados a capacidade de troca de cátions a pH 7 (T) e a saturação por bases (V). O pH foi determinado em água. O fósforo e potássio foram extraídos com a solução de Mehlich 1 (HCl a 0,5 N + H₂SO₄ a 0,025N) e determinados em colorímetro e fotômetro de chama, respectivamente. O Ca²⁺ e o Mg²⁺ foram extraídos em KCl a 1N e determinados por titulação de EDTA. Os micronutrientes foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica utilizando o extrator Mehlich 1. O H⁺ + Al³⁺ foram determinados por titulometria, usando solução de acetato de cálcio 1N a pH 7 para sua extração. A matéria orgânica foi determinada pelo método de Walkley & Black. As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com Embrapa [5].

Os dados foram submetidos à análise de variância por profundidade, utilizando-se o procedimento GLM do programa estatístico SAS, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de

probabilidade. As médias dos tratamentos foram comparadas com as do controle pelo teste de Dunnett a 5%. Para comparar os atributos químicos do solo, de forma integrada, sob os dois sistemas de manejo, foram organizados modelos gráficos, do tipo radial. Para tanto, considerou-se os valores dos atributos obtidos antes do início dos experimentos (controle) como referência, atribuindo o valor 1. A seguir, calculou-se o quociente entre os valores dos atributos obtidos em cada tratamento e o valor referencial.

Resultados e Discussão

Após quatro anos de cultivo, não foram observadas diferenças entre as coberturas quanto aos atributos químicos do solo avaliados, tanto na camada de 0,00-0,10 m como na de 0,10-0,20 m, seja sob PC (Tabela 1), seja sob SD (Tabela 2). Wutke et al. [6] e Moreti et al. [7] também não observaram diferenças entre diversas culturas de cobertura quanto aos seus efeitos nos atributos químicos do solo, tanto em SD quanto em PC. Isso ocorreu mesmo com o sorgo apresentando maiores rendimentos de matéria seca (Tabela 3). Como as coberturas foram semeadas no final da estação chuvosa, os seus rendimentos foram baixos em comparação com os normalmente obtidos com semeadura no início da estação [8], com exceção do sorgo, mais adaptado à pouca disponibilidade hídrica.

As culturas de cobertura, entretanto, modificaram alguns dos atributos químicos do solo em relação aos teores iniciais (controle). Nas duas camadas consideradas e nos dois sistemas de manejo, as coberturas não alteraram o pH do solo em relação ao controle. Almeida et al. [9] não verificaram efeito significativo das coberturas guandu, crotalária, mucuna-preta e milho, e do pousio sobre o pH do solo. As coberturas também não alteraram significativamente os teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e P no solo em relação ao controle, nas duas camadas de solo e nos dois sistemas de manejo, embora houvesse tendência de aumento no teor de P, especialmente sob SD. Essa tendência pode ser devida à ação combinada de micorrizas e exsudatos das raízes das plantas de cobertura [3]. Andreola et al. [2] ressaltam a importância das culturas de cobertura na reciclagem do P. Sob PC, as culturas de cobertura não alteraram significativamente o teor de K⁺ em relação ao controle. Sob SD, o mesmo se verificou para a camada de 0,10-0,20 m, enquanto na camada superficial todas as coberturas propiciaram menores teores de K⁺ em relação ao controle. Pode-se inferir que a reciclagem do K⁺ pelas culturas de cobertura não está sendo suficiente para suprir as quantidades retiradas com a colheita de grãos. Nas duas camadas consideradas e nos dois sistemas de manejo, as coberturas não alteraram o teor de Cu²⁺ no solo em relação ao controle, o mesmo ocorrendo na SD, com relação ao teor de Zn²⁺. Sob PC, guandu, mucuna e sorgo, nas duas camadas, e pousio na camada de 0,10-0,20 m, reduziram o teor de Zn²⁺ no solo. Essa redução pode ser devida ao desbalanceamento entre o fornecimento pela matéria orgânica, uma das principais fontes desse micronutriente [10], e a exportação pela cultura. Sob PC, as coberturas reduziram o teor de Fe³⁺ e Mn²⁺ no solo em relação ao controle, nas duas camadas consideradas. Na SD, o mesmo ocorreu para o Fe³⁺ na camada de 0,10-0,20

m e para o Mn^{2+} na camada superficial. Possivelmente a reciclagem desses elementos pelas coberturas não está sendo suficiente para compensar a exportação pelos grãos do feijoeiro. Ademais, o poder complexante da matéria orgânica deve ser considerado, como citado por Teixeira et al. [10] ao observarem menores teores de Fe^{3+} e maiores de carbono orgânico sob semeadura direta e preparo com grade pesada em comparação a outros manejos do solo. Em relação ao controle, as culturas de cobertura aumentaram o teor de M.O. do solo nas duas camadas consideradas e nos dois sistemas de manejo. O aumento da M.O. do solo, entre outros fatores, está associado aos níveis de resíduos vegetais depositados ao solo. Contudo, depende também da qualidade desses resíduos, principalmente no que se refere à relação C/N e de constituintes mais recalcitrantes à decomposição microbiana, como ligninas, ceras e compostos fenólicos de alto peso molecular. Devido a esses fatores, é que o sorgo, apesar da sua maior produção de matéria seca (Tabela 3), não diferiu das demais coberturas em relação ao seu efeito na matéria orgânica do solo. Nas duas camadas consideradas e nos dois sistemas de manejo, as coberturas não alteraram significativamente a capacidade de troca de cátions a pH 7 e a saturação de bases em relação ao controle.

Na comparação entre os sistemas de manejo, reunindo-se todos os atributos avaliados em gráficos radiais (Figura 1), observa-se que, em relação ao controle, o efeito deles sobre os atributos foi bastante similar, com exceção do P, em que se verifica maiores teores sob SD, tanto na camada superficial como na de 0,10-0,20 m. Sob PC, destacou-se a mucuna no aumento do teor de P e, sob SD, destacou-se a crotalaria na camada superficial e o pousio e o sorgo na camada de 0,10-0,20 m. De Maria et al. [11] também observaram aumento do teor de fósforo na camada superficial com o tempo de uso da semeadura direta. Esse aumento está relacionado com a pouca mobilidade desse nutriente no solo, com a redução da sua fixação, em razão do seu menor contato com os constituintes inorgânicos do solo devido a não-incorporação dos resíduos, e com o aumento da atividade microbiana e ciclagem do fósforo orgânico.

De maneira geral, verifica-se pela Figura 1 que nos dois sistemas, após quatro anos, o cultivo de culturas de coberturas não foi suficiente para manter os teores de K^+ , Fe^{3+} , Mn^{2+} e Zn^{2+} nos mesmos níveis iniciais. Ainda assim, os teores de K^+ variaram de adequado a alto e dos micronutrientes se mantiveram altos, segundo Souza & Lobato [12].

Conclusões

Após quatro anos, as coberturas não diferiram entre si quanto aos seus efeitos nos atributos químicos do solo, tanto sob SD como sob PC. Entretanto, elas

elevaram o teor de M.O. em relação à condição inicial, independentemente do manejo do solo. SD e PC foram semelhantes quanto às alterações nos atributos químicos, com exceção do P, em que houve maior concentração em SD. Dependendo da cobertura, manejo do solo e cultura principal, os valores de pH, T e V e os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , P e Cu^{2+} se mantiveram ou aumentaram e o dos demais atributos diminuíram em relação à condição inicial.

Referências

- [1] IGUE, K. 1984. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Ed.). *Adubação verde no Brasil*. Campinas, Fundação Cargill. p. 232 - 267.
- [2] ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; MENDONÇA, E.S. & OLSZEWSKI, N. 2000. Propriedades químicas de uma Terra Roxa Estruturada influenciadas pela cobertura vegetal de inverno e pela adubação orgânica e mineral. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24:609-620.
- [3] OSTERROHT, M. von. 2002. O que é uma adubação verde: princípios e ações. *Agroecologia Hoje*, 14:9-11.
- [4] DENARDIN, J.E. & KOCHHANN, R.A. 1993. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: CNPT-EMBRAPA, FUNDACEP-FECOTRIGO, FUNDAÇÃO ABC (Eds.). *Plantio direto no Brasil*. Passo Fundo, Aldeia Norte. p. 19-27.
- [5] EMBRAPA. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 212p.
- [6] WUTKE, E.B.; ARRUDA, F.B.; FANCELLI, A.L.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; SAKAI, E.; FUSIWARA, M. & AMBROSANO, G.M.B. 2000. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24:621-633.
- [7] MORETI, D.; ALVES, M.C.; VALÉRIO FILHO, W.V. & CARVALHO, M. de P. 2007. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:167-175.
- [8] MENEZES, L.A.S. & LEANDRO, W.M. 2004. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 34:173-180.
- [9] ALMEIDA, V.P. de; ALVES, M.C.; SILVA, E.C. da; OLIVEIRA, S.A. de. 2008. Rotação de culturas e propriedades físicas e químicas em Latossolo Vermelho de cerrado sob preparo convencional e semeadura direta em adoção. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:1227-1237.
- [10] TEIXEIRA, I.R.; SOUZA, C.M. de; BORÉM, A. & SILVA, G.F. da. 2003. Variação dos valores de pH e dos teores de carbono orgânico, cobre, manganês, zinco e ferro em profundidade em Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes sistemas de preparo do solo. *Bragantia*, 62:119-126.
- [11] DE MARIA, I.C.; NNABUDE, P.C. & CASTRO, O.M. de. 1999. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in southern Brazil. *Soil Tillage Research*, 51:71-79.
- [12] SOUZA, D.M.G. & LOBATO, E. 2004. *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2.ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica. 416p.

Tabela 1. Valores médios de pH, Ca²⁺, Mg²⁺, P, K⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, MO, T e V do solo de acordo com as culturas de cobertura e profundidades estudadas, no experimento sob preparo convencional, em Latossolo Vermelho – setembro 2007, município de Santo Antônio de Goiás-GO.

Cultura de cobertura	Profundidade (m)							
	0,00-0,10		0,10-0,20		0,00-0,10		0,10-0,20	
	pH		Ca ²⁺		Mg ²⁺		P	
	água (1:2,5)		cmol _c dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		mg dm ⁻³	
Pousio	6,1a	6,1a	3,6a	3,5a	1,2a	1,2a	8,9a	7,2a
Crotalária	6,2a	6,1a	3,5a	3,4a	1,2a	1,2a	7,1a	9,1a
Guandu	6,2a	6,1a	3,4a	3,3a	1,1a	1,1a	5,7a	7,1a
Mucuna	6,2a	6,2a	3,6a	3,6a	1,2a	1,1a	10,0a	10,0a
Sorgo	6,2a	6,2a	3,5a	3,5a	1,2a	1,1a	7,0a	4,6a
Controle	6,2	6,2	3,7	3,7	1,2	1,2	7,3	8,1
	K ⁺		Cu ²⁺		Zn ²⁺		Fe ³⁺	
	mg dm ⁻³		mg dm ⁻³		mg dm ⁻³		mg dm ⁻³	
Pousio	97a	82a	2,4a	2,3a	2,8a	2,4a*	22a*	21a*
Crotalária	112a	111a	2,2a	2,2a	2,7a	2,8a	23a*	22a*
Guandu	106a	104a	2,2a	2,2a	2,6a*	2,4a*	21a*	21a*
Mucuna	98a	87a	2,1a	2,1a	2,5a*	2,4a*	24a*	23a*
Sorgo	85a	74a	2,4a	2,4a	2,4a*	2,1a*	26a*	24a*
Controle	147	104	2,3	2,3	3,1	3,4	38	39
	Mn ²⁺		MO		T		V	
	mg dm ⁻³		g dm ⁻³		mg dm ⁻³		%	
Pousio	47a*	43a*	21,2a*	20,0a*	9,5a	9,2a	53,3a	53,3a
Crotalária	48a*	45a*	21,5a*	20,2a*	9,2a	9,1a	54,1a	54,1a
Guandu	48a*	45a*	21,5a*	20,5a*	8,6a	8,8a	54,9a	53,3a
Mucuna	50a*	48a*	21,2a*	20,0a*	9,1a	8,9a	55,7a	56,6a
Sorgo	47a*	45a*	21,8a*	20,2a*	9,2a	8,8a	54,1a	55,7a
Controle	73	72	20,0	18,0	9,6	9,4	54,4	55,0

Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%, e as seguidas de * diferem significativamente do controle, pelo teste de Dunnett a 5%.

Tabela 2. Valores médios de pH, Ca²⁺, Mg²⁺, P, K⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, MO, T e V do solo de acordo com as culturas de cobertura e profundidades estudadas, no experimento sob semeadura direta, em Latossolo Vermelho – setembro 2007, município de Santo Antônio de Goiás-GO.

Cultura de cobertura	Profundidade (m)							
	0,00-0,10		0,10-0,20		0,00-0,10		0,10-0,20	
	pH		Ca ²⁺		Mg ²⁺		P	
	água (1:2,5)		cmol _c dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		mg dm ⁻³	
Pousio	6,1a	6,0a	3,6a	3,5a	1,3a	1,3a	18,1a	19,8a
Crotalária	6,1a	6,0a	3,4a	3,3a	1,2a	1,2a	31,6a	15,1a
Guandu	6,1a	6,1a	3,6a	3,6a	1,2a	1,2a	20,6a	13,4a
Mucuna	6,1a	6,2a	3,4a	3,3a	1,2a	1,1a	11,4a	13,0a
Sorgo	6,2a	6,1a	3,5a	3,5a	1,2a	1,2a	20,6a	19,4a
Controle	6,3	6,2	3,8	3,4	1,3	1,1	11,4	7,3
	K ⁺		Cu ²⁺		Zn ²⁺		Fe ³⁺	
	mg dm ⁻³		mg dm ⁻³		mg dm ⁻³		mg dm ⁻³	
Pousio	90a*	99a	1,8a	1,8a	3,4a	3,3a	26a	22a*
Crotalária	95a*	95a	2,2a	2,0a	3,8a	2,9a	33a	24a*
Guandu	91a*	85a	1,7a	1,8a	3,7a	2,8a	26a	23a*
Mucuna	96a*	106a	1,6a	1,8a	2,9a	2,4a	26a	25a*
Sorgo	85a*	82a	1,9a	1,9a	3,6a	2,9a	26a	20a*
Controle	144	112	2,1	2,0	4,0	3,2	39	38
	Mn ²⁺		MO		T		V	
	mg dm ⁻³		g dm ⁻³		mg dm ⁻³		%	
Pousio	44a*	44a	21,5a*	20,2a*	9,6a	9,8a	53,3a	51,6a
Crotalária	48a*	44a	21,5a*	20,0a*	9,9a	9,4a	51,6a	50,8a
Guandu	46a*	44a	21,2a*	20,0a*	9,5a	9,4a	53,3a	52,5a
Mucuna	51a*	45a	21,8a*	20,5a*	9,4a	8,6a	51,6a	54,9a
Sorgo	49a*	47a	22,0a*	20,8a*	9,0a	9,3a	54,9a	52,5a
Controle	70	62	20,0	18,0	9,8	9,2	56,8	52,4

Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%, e as seguidas de * diferem significativamente do controle, pelo teste de Dunnett a 5%.

Tabela 3. Rendimentos médios anuais de matéria seca da parte aérea das culturas de cobertura e de grãos de feijão de acordo com o manejo do solo (2004-2007).

Tratamento	Rendimento			
	Preparo convencional		Semeadura direta	
	Cobertura	Feijão	Cobertura	Feijão
	-----kg ha ⁻¹ -----			
Pousio	1.460	1.038	1.525	705
Crotalária	3.532	923	3.722	827
Guandu	4.023	905	3.761	810
Mucuna	3.933	912	4.046	802
Sorgo	11.120	869	9.943	739

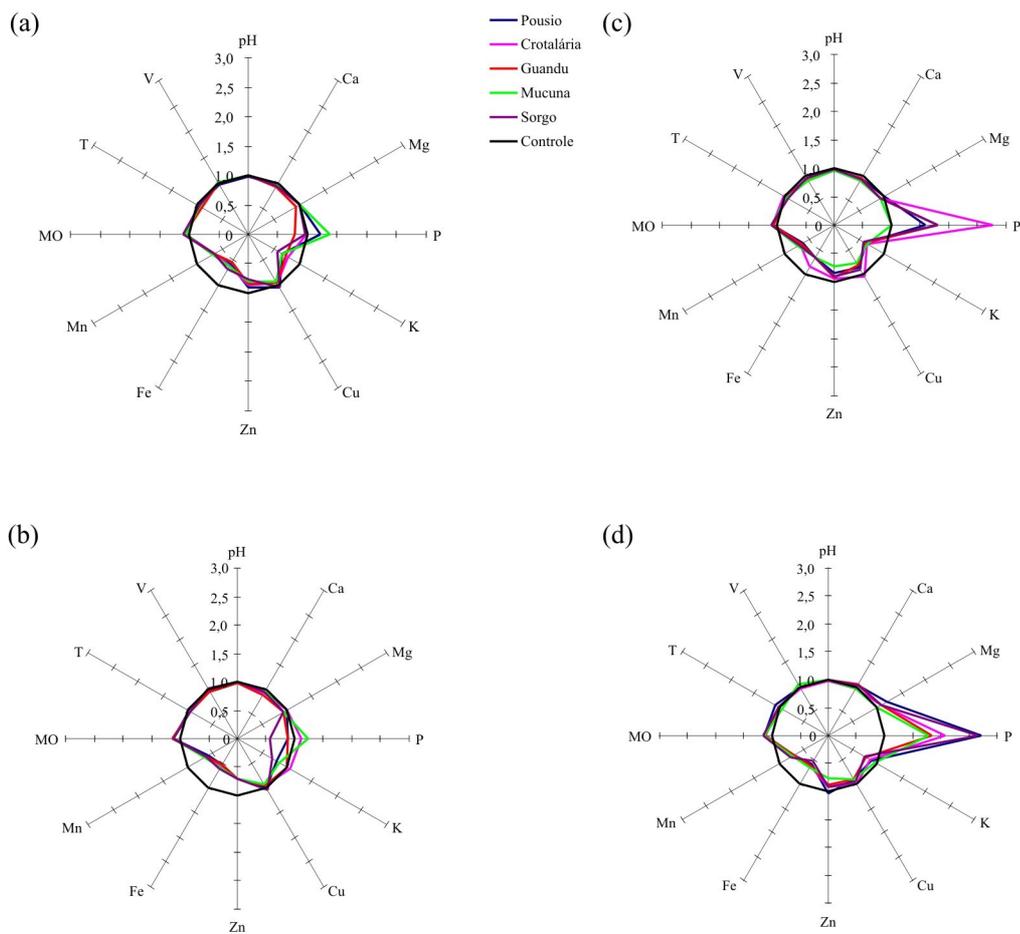


Figura 1. Diagrama comparativo dos atributos químicos do solo sob preparo convencional, camadas de 0,00-0,10 (a) e 0,10-0,20 (b), e sob semeadura direta, camadas de 0,00-0,10 (c) e 0,10-0,20 m (d).