

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Sistemas de Manejo com Rotação de Culturas e Relações com Atributos Químicos e Microbiológicos do Solo”

ELAINE REIS PINHEIRO LOURENTE⁽¹⁾, FÁBIO MARTINS MERCANTE⁽²⁾, MARLENE ESTEVÃO MARCHETTI⁽³⁾; ANTONIO CARLOS TADEU VITORINO⁽³⁾; CRISTIANO MÁRCIO ALVES DE SOUZA⁽³⁾ & MANOEL CARLOS GONÇALVES⁽³⁾

RESUMO - As práticas de manejo do solo exercem importantes influências nas propriedades biológicas e bioquímicas do solo. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o impacto do manejo do solo nos atributos químicos e microbiológicos, bem como a interdependência destes atributos. O estudo foi realizado no Município de Dourados, MS, em sistema plantio direto, envolvendo diferentes rotações de culturas de inverno e verão. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com os tratamentos dispostos em parcelas subdivididas com três repetições. No plantio direto, as culturas de outono/inverno representaram cinco tratamentos. Uma área próxima com vegetação nativa, e uma área sob plantio convencional foram utilizadas como padrão comparativo entre as possíveis alterações nos atributos químicos e microbiológicos do solo com a implementação de um sistema conservacionista de manejo do solo. Os sistemas de cultivos estudados interferem em atributos químicos e microbiológicos do solo.

Palavras-Chave: (rotação; biomassa microbiana; fertilidade do solo)

Introdução

O teor e a dinâmica da matéria orgânica constituem-se nos atributos que melhor representam a qualidade do solo, podendo ser alterados com as práticas de manejo adotadas. O efeito do manejo nas propriedades físicas e químicas do solo influenciam a biomassa e importantes processos a ela relacionados como a decomposição da matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes para as plantas [1].

Já o estudo de culturas em rotação procura determinar o efeito dessa prática na produtividade de cada cultura, estabelecendo, se possível, a melhor combinação vegetal [2].

Objetivou-se com este trabalho avaliar o impacto do manejo do solo nos atributos químicos e

microbiológicos, bem como a interdependência destes atributos.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no ano agrícola de 2005/06, na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD, no Município de Dourados- MS, localizado a 22° 14' de latitude Sul e 54° 49' de longitude Oeste e altitude de 452 metros em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, muito argiloso, cultivado em sistema plantio direto, envolvendo sistemas de rotação de culturas de inverno e verão (Tabela 1). O clima da região é caracterizado como Cwa (Köppen), subtropical, com chuvas de verão e verões quentes.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com os tratamentos dispostos em parcelas subdivididas com três repetições. Nas parcelas, foram consideradas as estações do ano. Nas subparcelas, com dimensões de 12 x 36m, foram estudadas as rotações de culturas, no plantio direto, e no plantio convencional a sucessão milho/soja.

Os diferentes manejos e uso do solo foram: vegetação nativa (VN) - Floresta Estacional Semidecidual, com influência antrópica (extração seletiva de árvores de interesse comercial); plantio convencional (PC) – área preparada com uma escarificação, uma gradagem com grade intermediária, seguida por uma gradagem niveladora; plantio direto (PD) – área com 8 anos de plantio direto em sistema de rotação de culturas conforme (Tabela 1). O plantio convencional cultivado com milho no inverno e soja no verão, e a vegetação nativa, representaram os demais tratamentos. O manejo das culturas de inverno foi realizado no florescimento.

A semeadura das espécies de outono/inverno foi realizada em 20 de abril de 2005, O manejo do nabo forrageiro e das demais espécies de inverno ocorreu, respectivamente, no florescimento pleno e início do florescimento, utilizando-se rolo faca. O híbrido de milho triplo DKB 350, semeado em 15 de outubro de 2005 sobre as culturas anteriormente manejadas, em espaçamento entre si de 0,9 m e população de 55 mil plantas ha⁻¹

⁽¹⁾ *Professor Adjunto, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Rodovia Dourados-Itaum, Cx. Postal 533, CEP 79804-970 - Dourados, MS - Brasil E-mail: elainelourente@ufgd.edu.br.

⁽²⁾ Pesquisador da *Embrapa Agropecuária Oeste*, BR 163, km 253, Cx. Postal 661, CEP 79804-970, Dourados, MS.

⁽³⁾ Professores da Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Cx. Postal 533, 79804-970 Dourados, MS.

As coletas de solo foram realizadas em julho de 2005 (inverno) e em janeiro de 2006 (verão), no florescimento das culturas de inverno e do milho, respectivamente. As amostragens de solo foram efetuadas em cada subparcela, na camada de 0 a 10 cm de profundidade, sendo que cada amostra foi composta de cinco subamostras. Após homogeneização, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas e armazenadas em câmara fria (4°C).

A análise do carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS), foi realizada pelo método da fumigação-extração, adotando-se o fator de correção para eficiência de extração (k_{ec}) igual a 0,33; o C orgânico foi determinado pelo método de Mebius; a respiração basal (C-CO₂) foi obtida pelo método da respirometria (evolução de CO₂); o quociente microbiano ($qMIC$), expresso em porcentagem, foi calculado pela seguinte fórmula: $(C-BMS/Corg) \times 100$ e o quociente metabólico (qCO_2), foi obtido pela divisão dos valores da respiração basal pelo do carbono microbiano ($\mu CO_2/\mu g C-BMS h^{-1}$).

Os dados foram submetidos à análise de variância e os efeitos das estações e dos manejos e usos do solo, foram analisados pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). Foi utilizado o aplicativo computacional SAEG 9,1 [3].

Resultados

A vegetação nativa apresentou os maiores níveis de fertilidade do solo, favorecendo o desenvolvimento dos microrganismos do solo. As diferentes rotações de culturas não influenciaram os níveis de carbono microbiano (C-BMS), respiração basal (CO₂), porém influenciaram o quociente metabólico (qCO_2) e $qMIC$ e, promoveram diferenças significativas nos atributos químicos do solo relação C/P, pH, CTC, Ca, Mg, Sb, V % e m% (Tabela 2 e 3).

No plantio direto, as diferentes rotações de culturas não influenciaram os níveis de carbono microbiano, no entanto, os teores de carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) nos sistemas sob diferentes rotações de culturas variaram entre 160 e 433,9 $\mu g C g^{-1}$ de solo seco, sendo os maiores valores obtidos no verão. No sistema sob VN, os valores médios de C-BMS variaram de 808 a 1548 $\mu g C g^{-1}$ de solo seco, respectivamente no inverno e verão. Em média, a eliminação da vegetação nativa e posterior implantação dos sistemas de cultivo promoveu uma redução na biomassa microbiana de 74 % no plantio direto e de 73% no sistema convencional (Tabela 2)

A biomassa microbiana foi influenciada pela estação do ano, de forma que, a maior biomassa microbiana ocorreu no verão (Tabela 2), quando se verificam os maiores índices pluviométricos e temperaturas (Figura 1).

O solo sob vegetação nativa favoreceu uma maior liberação de CO₂ em relação aos demais sistemas de manejo. Este resultado, provavelmente, está relacionado

com os maiores teores de carbono na biomassa que foram 73 e 74% maiores no solo sob vegetação nativa, quando comparados aos demais sistemas, no inverno e verão, respectivamente. As maiores taxas de respiração basal (CO₂), nos sistemas sob cultivo agrícola, foram observadas no verão.

O sistema sob vegetação nativa apresentou, numericamente maior qCO_2 , seguido do plantio convencional, no verão (Tabela 2), indicando que a biomassa microbiana estaria liberando nutrientes para a solução do solo [4]. No inverno, os valores de qCO_2 variaram em função da rotação de culturas, sendo observados valores estatisticamente maiores aos observados na vegetação nativa e plantio convencional.

Os valores de $qMIC$ mostraram-se superiores no verão, quando comparados aos obtidos no inverno, indicando maior dinâmica da matéria orgânica do solo neste período. Contudo, não foram detectadas diferenças significativas no verão, entre os diferentes sistemas avaliados (Tabela 2). Do mesmo modo, não foram detectadas diferenças significativas entre os sistemas cultivados na avaliação realizada no inverno.

Nos tratamentos com sistemas de cultivo, houve uma redução de 69 e 45 %, respectivamente, nos teores de Ca, Mg e, conseqüentemente 46% de redução na SB, considerando os valores médios das duas estações estudadas, em relação à vegetação nativa. Foi observado um incremento nos níveis de P (Mehlich 1) da ordem de 448% quando a vegetação nativa foi substituída pelos sistemas de plantio.

Discussão

A diversidade das espécies vegetais na vegetação nativa (quantidade e qualidade), notadamente maior do que os demais sistemas de manejo avaliados implica na deposição de substratos orgânicos com composição variada na serapilheira, favorecendo maiores teores de biomassa microbiana [5]. Resultados semelhantes foram verificados por outros autores tendo como referência o cerrado nativo, sendo que, observaram 73% e 75% de redução do C-BMS para a média dos sistemas culturas anuais [2,6].

De forma semelhante o observado neste estudo, outros autores não observaram diferença entre as sucessões de culturas estudadas, no entanto, no estudo destes autores, o C-BMS foi 118% maior no plantio direto quando comparado ao plantio convencional [7].

O efeito da estação do ano sobre a biomassa microbiana se dá em função de que, os níveis de biomassa microbiana, além de serem favorecidos pela maior disponibilidade de nutriente, carbono orgânico e resíduos de plantas no solo [4], são favorecidos por maiores teores de umidade do solo e temperatura [8].

A menor liberação de CO₂ no sistema de rotação de culturas pode estar associada a relação C/N da matéria orgânica que, de forma geral, no sistema de rotação de culturas, no verão, foi inferior a observada na vegetação nativa o que pode ter contribuído para uma menor perda de CO₂, uma vez que os microrganismos do solo, sua concentração e atividade representada pelo teor de CO₂

liberado, são influenciados pela quantidade e qualidade dos resíduos orgânicos adicionados e pelo preparo do solo [10].

De forma geral, no verão, os sistemas de rotação de culturas sob plantio direto apresentaram menores qCO_2 , refletindo em uma biomassa microbiana mais eficiente, ou seja, com menor perda de carbono como CO_2 , pela respiração, e com uma fração significativa de C sendo incorporada ao tecido microbiano (Tabela 2) [11].

Os efeitos verificados no $qMIC$, geralmente, estão associados com a qualidade nutricional da matéria orgânica do solo. Assim, de acordo com Mercante [12], valores maiores deste quociente indicam um incremento da sua dinâmica no solo. Alguns autores têm observado semelhança entre os teores de C orgânico entre sistemas plantio direto e convencional em condições de Cerrado, e associam ao efeito das condições de temperatura, umidade, teores de argila e óxidos de Fe e Al sobre a matéria orgânica [13,14].

A redução na disponibilidade de bases do solo pode estar associada à extração pelas culturas e a aplicação de um período sem a aplicação de calcário, considerando-se que o solo recebeu 1 tonelada ha^{-1} cinco anos anteriores ao experimento (Tabela 3). De acordo com Martinhão et al. [10], o incremento nos níveis de P é justificado pelos teores de P dos solos do Cerrado serem originariamente baixos e a necessidade de aplicação de altas doses deste elemento para atender a exigência das culturas.

Incrementos nos teores de Ca e Mg com o uso do solo, estão associado à prática da calagem, porém, há uma tendência de declínio no sistema plantio direto com o tempo de uso, uma vez que menores doses de calcário são aplicadas neste sistema [15]. Outro aspecto, é que a menor quantidade de matéria orgânica do solo observado nos sistemas de cultivo, quando comparado à vegetação nativa, proporciona uma menor CTC e, conseqüentemente, maior lixiviação de bases (Tabela 3).

Conclusões

A eliminação da vegetação nativa e posterior substituição por sistemas de cultivo afeta os indicadores microbiológicos do solo. Os sistemas de cultivos estudados interferem em atributos químicos e microbiológicos do solo.

Referências

- [1] LOMBARDI-NETO, F.; DECHEN, S. C. F.; CONAGIN, A. & BERTONI, J. 2002 Rotação de culturas: análise estatística de um experimento de longa duração em Campinas (SP) *Bragantia*, 61:127-141.
- [2] D'ANDRÉA, A. F., SILVA, M. L. N., CURTI, N., SIQUEIRA, J. O. & CARNEIRO, M. A. C. 2002. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistema de manejo na região do Cerrado no Sul do estado de Goiás. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 4: 913-923.
- [3] RIBEIRO JR., J. I. 2001. *Análises Estatísticas no SAEG*. 1 ed. Viçosa: Editora UFV. 301p.
- [4] ESPÍNDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M. & SILVA, E. M. R. da. 2001. Flutuação sazonal da biomassa microbiana e teores de nitrato e amônio de solo coberto com *Paspalum notatum* em um agroecossistema. *Floresta e Ambiente*, 8:104 - 113
- [5] BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S. & HUNGRIA, M. 1998. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22:641-649
- [6] MATSUOKA, M.; MENDES, I. C. & LOUREIRO, M. F. 2003. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 27:425-433
- [7] HE, Z. L.; WU J.; O'DONNELL, A. G.; SYERS, J. K. Seasonal responses in microbial biomass carbon, phosphorus and sulphur in soils under pasture. *Biology and Fertility of Soils*, 24:421-428.
- [8] GAMA-RODRIGUES, E. F. da 1999. Biomassa Microbiana e Ciclagem de Nutrientes. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistema tropicais e subtropicais*. 1. ed. Porto Alegre: Gênese, p. 227-243.
- [9] VASCONCELLOS, C. A.; FIGUEIREDO, A. P. H. D.; FRANÇA, G. E. de; COELHO, A. M. & BRESSAN, W. 1998. Manejo do solo e a atividade microbiana em LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO na região de Sete Lagoas-MG. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33:1897-1905.
- [10] MARTINHÃO, D. SOUZA, G DE; LOBATO, E. 2004. Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Eds). *Simpósio sobre Fósforo na Agricultura Brasileira*. Piracicaba: POTAFÓS, p. 157 a 196.
- [11] MARCHIORI JR., M.; MELO, W. J. 2000. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35: 1177-1182.
- [12] MERCANTE, F. M. 2001. *Os microorganismos do solo e a dinâmica da matéria orgânica em sistema de produção de grãos e pastagem*. Dourados: Embrapa Agropecuária do Oeste (Coleção Sistema Plantio Direto, 5).
- [13] FREITAS, P. L de; BLANCANEUX, P; GAVINELLI, E.; LARRÉ-LARROUY, M-C & FELLER, C. 2000 Nível e natureza do estoque orgânico de latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35:157-170.
- [14] ROSCOE, R. & BURMAN, P. 2003. Tillage effects on soil organic matter in density fractions of a Cerrado Oxisol. *Soil & Tillage Research*, 70:107-119.
- [15] PERIN, E.; CERETTA, C. A. & KLAMT, E. 2003. Tempo de uso agrícola e propriedades químicas de dois latossolos do planalto médio do rio grande do sul. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 27:665-674.

Tabela 1 Seqüência de rotação de culturas no período de 2002 a 2006, em condições de plantio direto de sequeiro. Dourados-MS, 2005/6.

	2002		2003		2004		2005		2006
	Verão	Out/Inv	Verão	Out/Inv	Verão	Out/Inv	Verão	Out/Inv	Verão
Milho	Ep+av+nb	Feijão	Ep+av+nb	Soja	Av+crotalária	Milho	Ep+av+nb	Soja	
Soja	Trigo	Milho	Girassol	Soja	Ep+av+nb	Milho	Girassol	Soja	
Milho	Ep+av+nb	Soja	Av+ crotalária	Soja	Girassol	Milho	Av+crotalária	Soja	
Soja	Triticale	Milho	Feijão/milhet	Soja	Crotalária	Milho	Feijão/milhet	Soja	
Soja	Ervilhaca	Milho	<i>Sorgo</i>	Soja	<i>Ervilhaca</i>	Milho	<i>Sorgo</i>	Soja	

Av =aveia preta (*Avena strigosa* Sheib); Ep= ervilhaca peluda (*Vicia villosa*, Roth); Nb=nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. oleiferus (Stokes) Metzg.); Milhet.=milheto (*Pennisetum glaucum* L.); Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.); Girassol (*Helianthus annuus* L.); Crotalária (*Crotalaria juncea* L)

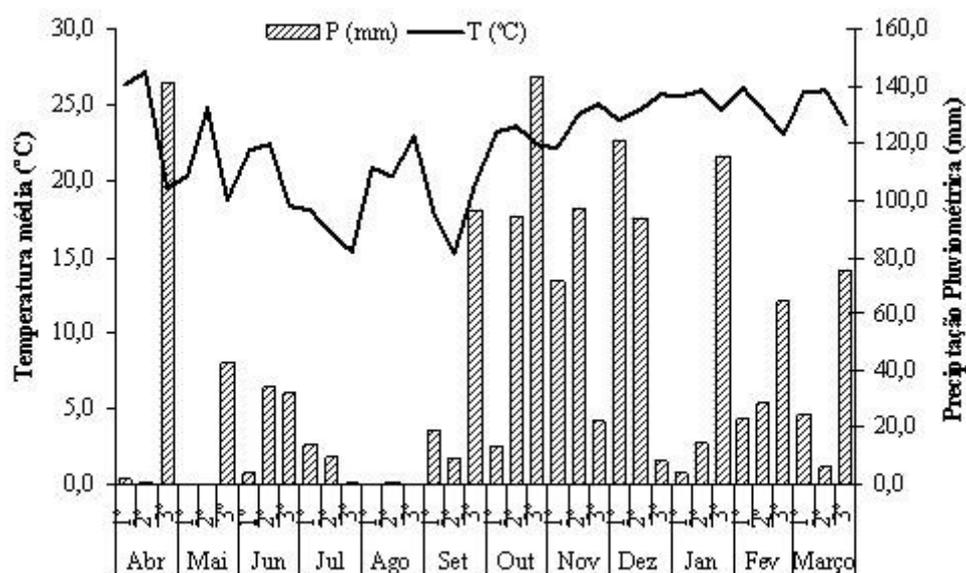


Figura 1 Precipitação pluviométrica acumulada e temperatura média, por descêndio, registradas na Estação Meteorológica da Fazenda Experimental da UFGD em Dourados, entre abril de 2005 e março de 2006. Dourados-MS 2005/6

Tabela 2 Atributos microbiológicos em função do manejo e uso do solo, no período do inverno e verão. Dourados-MS 2005/6

Manejo e uso do solo	C-BMS		CO ₂		qCO ₂		qMIC (%)	
	(µg C g ⁻¹ de solo)		(µg g ⁻¹ dia ⁻¹ de C-CO ₂ no solo)		(µg CO ₂ /µgC _{mic} h ⁻¹)			
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
VN	808,2 Ba	1548 Aa	24,9 Ba	68,2 Aa	12,9 Bbc	18,5 Aa	1,87 Ba	2,25 Aa
PC	215,8 Bb	387,8 Ab	4,2 Bb	15,1 Ab	8,0 Bd	16,1 Aab	1,16 Bab	2,08 Aa
A + C	240,5 Bb	425,1 Ab	8,2 Ab	11,6 Ab	13,9 Aabc	10,9 Abc	1,01 Bb	2,01 Aa
E.+ N + A	195,7 Bb	349,1 Ab	8,8 Ab	9,3 Ab	19,0 Aa	11,1 Bbc	1,28 Bab	2,57 Aa
Girassol	160,1 Bb	433,9 Ab	5,4 Ab	9,7 Ab	14,9 Aab	9,31 Bc	0,78 Bb	2,12 Aa
Crotalária	242,5 Bb	394,8 Ab	6,1 Bb	11,6 Ab	10,4 Acd	12,3 Abc	1,28 Bab	2,12 Aa
Ervilhaca	207,5 Bb	404,1 Ab	8,9 Ab	10,9 Ab	17,9 Aab	11,4 Bbc	1,01 Bb	2,07 Aa
Média	296	563	9,5	19,5	13,8	12,8	1,19	2,17

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan (p ≤ 0,05). qCO₂= quociente metabólico (µ CO₂/µg C-BMS h⁻¹); C-CO₂= CO₂ respiração microbiana; qMIC= quociente microbiano ((C-BMS/Corg) x 100). VN= Vegetação Nativa; PC= Plantio convencional; A+C = Aveia + Crotalária; E + N + A= Ervilhaca + Nabo + Crotalária

Tabela 3 Atributos químicos do solo em função do manejo e uso do solo, no período do inverno e verão. Dourados-MS 2005/6

Manejo e uso do solo	pH (CaCl ₂)		P (mg dm ⁻³)		CTC -----cmol _c dm ⁻³ -----		Ca	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
VN	6,4 Aa	6,5 Aa	5,9 Ac	5,6 Ac	15,7 Aa	17,8 Aa	11,8 Aa	13,4 Aa
PC	5,1 Ab	4,7 Ab	21,9 Aab	17,1 Ab	6,5 Ab	5,2 Ab	3,9 Ab	3,4 Ab
A + C	5,0 Ab	5,0 Ab	34,4 Aa	28,1 Aab	6,7 Ab	7,1 Ab	3,9 Ab	4,2 Ab
E.+ N + A	4,9 Ab	4,8 Ab	22,2 Aab	32,7 Aa	6,8 Ab	6,5 Ab	4,0 Ab	3,9 Ab
Girassol	4,9 Ab	4,9 Ab	23,5 Aab	16,1 Abc	7,0 Ab	6,6 Ab	4,2 Ab	4,0 Ab
Crotalária	4,9 Ab	4,7 Ab	29,0 Aab	38,2 Aa	6,0 Ab	5,9 Ab	3,6 Ab	3,5 Ab
Ervilhaca	5,2 Ab	5,1 Ab	19,2 Ab	27,1 Aab	7,1 Ab	7,4 Ab	4,3 Ab	3,4 Ab
Média	5,2	5,1	22,3	23,6	8,0	8,1	5,1	5,1
	K -----cmol _c dm ⁻³ -----		Mg		MO (g kg ⁻¹)		V %	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
VN	0,83 Aa	0,65 Aab	3,0 Aa	3,7 Aa	75,2 Ba	118,4 Aa	87,5 Aa	88,0 Aa
PC	0,60 Aab	0,46 Ab	1,8 Ab	1,2 Ab	29,3 Ab	32,2 Abc	54,7 Ab	41,3 Ab
A + C	0,65 Aab	0,84 Aa	2,0 Ab	1,9 Ab	35,5 Ab	36,2 Ab	53,4 Ab	52,6 Ab
E.+ N + A	0,80 Aa	0,86 Aa	1,9 Ab	1,6 Ab	35,2 Ab	27,7 Bc	53,3 Ab	47,6 Ab
Girassol	0,57 Aab	0,77 Aab	2,0 Ab	1,7 Ab	35,7 Ab	35,3 Abc	50,5 Ab	47,6 Ab
Crotalária	0,57 Aab	0,72 Aab	1,7 Ab	1,5 Ab	32,4 Ab	32,2 Abc	45,0 Ab	44,7 Ab
Ervilhaca	0,48 Ab	0,66 Aab	2,3 Ab	2,2 Ab	35,8 Ab	33,9 Abc	59,5 Ab	57,2 Ab
Média	0,64	0,71	2,1	2,0	39,9	45,1	57,7	54,1

Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). VN= Vegetação Nativa; PC= Plantio convencional; A+C = Aveia + Crotalária; E + N + A= Ervilhaca + Nabo + Crotalária