

Biomassa microbiana, atividade e diversidade metabólica em um Argissolo sob diferentes manejos¹

**Bruno Brito Lisboa², Luciano Kayser Vargas³, André Dabdab Abichequer³,
Flávio Anastácio de Oliveira Camargo⁴, Pedro Alberto Selbach⁴.**

Resumo - Os sistemas de manejo com diferentes aportes de resíduos culturais e diferentes graus de mobilização do solo afetam a estrutura e a atividade da comunidade microbiana, com reflexos na produtividade das culturas e na qualidade do solo. No presente trabalho, foram avaliados os atributos microbianos de um Argissolo cultivado em três sistemas de culturas (pousio no inverno e duas rotações de culturas), implementados sob preparo convencional ou plantio direto, utilizando-se o campo nativo como referencial. Foram estimadas a biomassa microbiana, a atividade respiratória, as atividades das enzimas α -glicosidase, urease, arilsulfatase e fosfatase ácida, além da diversidade metabólica da microbiota. As análises de biomassa e de atividade respiratória, bem como o índice das atividades enzimáticas, indicaram comportamento semelhante entre solo sob plantio direto e campo nativo, os quais diferiram daquele sob preparo convencional, não havendo diferenças quanto aos sistemas de culturas. Em relação à diversidade metabólica, a determinação demonstrou um padrão distinto entre o preparo convencional e os demais tratamentos. De forma geral, para os indicadores empregados no presente trabalho, o plantio direto assemelhou-se ao campo nativo e os sistemas de culturas utilizados não promoveram impactos significativos sobre qualquer dos indicadores bioquímicos utilizados.

Palavras-chave: Preparos de solo. Rotação de culturas. Atividade enzimática.

Microbial biomass, activity and metabolic diversity in a Paleudult soil cultivated under different management systems

Abstract – Soil management systems with different crop residue inputs and different soil mobilization degrees, influence microbial community structure and activity, affecting crop productivity and soil quality. In the present study, we evaluated the microbial attributes of a Paleudult with three crop systems (winter fallow or two crop rotations) under conventional tillage or no-tillage, having a natural pasture as the reference system. Microbial biomass, respiratory activity, activity of β -glicosidase, urease, arylsulphatase and acid phosphatase, besides metabolic diversity, were evaluated. The analysis of microbial biomass and respiratory activity, as well as the index of enzymatic activities, revealed that no-till and natural pasture were quite similar, differing from soil under conventional tillage, with no influence of crop systems on these parameters. Regarding metabolic diversity, it was observed a distinct pattern between conventional tillage and the all other treatments. As a whole, considering the microbial indicators analyzed in this research, no-tillage resembled to natural pasture and the crop systems did not impact the biochemical indicators evaluated.

Key words: Soil tillage. Crop rotation. Enzyme activity.

¹ Manuscrito submetido em 24/09/12 e aceito para publicação em 08/01/2013.

² Eng. Agr. MSc. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, Porto Alegre, RS, CEP: 90130-060. *E-mail:* bruno@fepagro.rs.gov.br.

³ Eng. Agr. Dr. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, Porto Alegre, RS, CEP: 90130-060.

⁴ Professor Associado, Dr. Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio grande do Sul (UFRGS). Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, CEP, 91540-000.

Introdução

O solo é um recurso natural não renovável, suscetível a processos de degradação induzidos por práticas agrícolas inadequadas. Desse modo, a escolha de sistemas de culturas e de preparo são cruciais em relação à geração de impactos ao solo. Em função disto, estratégias têm sido desenvolvidas a fim de promover a manutenção da produtividade dos solos em longo prazo. A adoção do plantio direto (PD) em substituição ao preparo convencional (PC), bem como o emprego da rotação de culturas ao invés da sucessão e do pousio, são alternativas conservacionistas para a produção de grãos (CARTER, 1986; CATTELAN e VIDOR, 1990; GOVAERTS et al., 2007).

Os preparos de solo diferem essencialmente quanto ao grau de mobilização e à forma de disposição dos resíduos vegetais no solo. O PC tem como característica principal o revolvimento do solo com a incorporação homogênea do resíduo vegetal da cultura anterior por meio de operações de aração e gradagem. Esse sistema apresenta problemas, como a redução dos teores de matéria orgânica do solo, erosão superficial e compactação abaixo da camada arável. O PD surgiu como uma alternativa para reduzir estes processos de degradação, por meio da eliminação das operações de revolvimento do solo, o que proporciona a redução da erosão e o aumento dos teores de carbono orgânico do solo (ALVAREZ, 1995; BAYER e MIELNICZUK, 1997). Porém, alguns problemas podem estar associados ao PD, como a compactação da camada superficial do solo, capaz de reduzir o crescimento radicular das culturas (COLLARES, REINERT, KAISER, 2006). Já os sistemas de culturas podem influenciar o solo no que se refere à disponibilidade de nutrientes, profundidade de exploração radicular, quantidade e qualidade dos resíduos vegetais aportados (BALOTA et al., 2004), às condições físicas (ALBUQUERQUE et al., 1995) e químicas (BAYER e MIELNICZUK, 1997).

Assim, torna-se oportuno o desenvolvimento de parâmetros para diagnosticar e prever os efeitos desses manejos sobre o solo. Porém, indicadores definitivos de qualidade do solo, diferentemente da água e do ar, ainda não são uma realidade, em função da complexidade proveniente da elevada diversidade de solos, bem como das interações entre os seus atributos físicos, químicos e biológicos. Nesse contexto, a matéria orgânica do solo (MO) associa tais

aspectos, visto que possui influência direta na estrutura e densidade do solo, capacidade de infiltração e retenção de água, resistência à erosão, disponibilidade de nutrientes e atividade microbiana (MIELNICZUK, 1999; REEVES, 1997). Contudo, alterações significativas na MO induzidas por sistemas de manejo somente podem ser detectadas após alguns anos (BAYER e MIELNICZUK, 1997). Por outro lado, a dinâmica da MO é controlada pela comunidade microbiana do solo, sendo que esta, por sua vez, responde rapidamente a alterações no seu ambiente (FRIEDEL, MUNCH, FISCHER, 1996). Sendo assim, parâmetros ligados à atividade da microbiota do solo podem fornecer informações rápidas e precisas. Dessa forma, indicadores bioquímicos têm sido extensivamente aplicados pela pesquisa na busca de uma melhor compreensão das consequências produzidas pela adoção de práticas de manejo do solo (ROLDÁN et al., 2003; ROLDÁN et al., 2007; IZQUIERDO et al., 2003).

Alterações no balanço do carbono orgânico do solo podem ser percebidas de maneira antecipada por meio da determinação da biomassa e da atividade microbianas do solo, em função do papel da microbiota como precursora na formação de frações mais estáveis da MO (CARTER, 1991). A análise da atividade de enzimas microbianas também fornece informações quanto à dinâmica da ciclagem de nutrientes a partir da MO, possuindo sensibilidade para responder rapidamente a distúrbios no solo (DICK, BREACKWELL e TURCO, 1996). Da mesma maneira, a determinação da diversidade metabólica mediante o padrão de consumo de diferentes fontes de carbono pela porção cultivável da comunidade microbiana vem sendo utilizada para a avaliação de impactos de manejos sobre o solo (LUPWAYI et al., 2001).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi comparar, por meio do emprego de indicadores bioquímicos, o impacto de diferentes sistemas de culturas e preparos na qualidade do solo, em relação a um sistema referencial.

Material e Métodos

Amostragens e tratamentos:

O experimento do qual foram coletadas as amostras para a realização deste trabalho caracteriza-se por ser de longa duração, tendo sido instalado no ano de 2000, em área de campo nativo, sem histórico de cultivos anteriores, sobre

solo classificado como um Argissolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2006). A área está localizada na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, no município de Eldorado do Sul (RS), na região fisiográfica da Depressão Central (30°05'25" S, 51°40'33" W). O clima regional é classificado como subtropical de verão úmido quente do tipo fundamental Cfa, conforme a classificação de Köppen.

Os tratamentos foram dispostos em parcelas principais caracterizadas pelos sistemas de culturas (30x30m) e subparcelas para os preparos de solo (7,5x30m). Foram avaliados os sistemas de culturas rotação A, rotação B e pousio de inverno, nos sistemas de preparo de solo convencional (PC) e direto (PD), além do campo nativo (CN) no qual jamais foi realizado qualquer tipo de preparo (Tabela 1). Nesse tratamento foi executada semestralmente uma simulação de pastejo mediante operações de sega e coleta do resíduo vegetal, além de não ter sido praticada a reposição de nutrientes por meio de adubações.

A amostragem de solo para as determinações foi realizada em 18/03/2008, período em que todos os sistemas foram cultivados com soja. Para a coleta das amostras, as parcelas foram divididas em três pontos de amostragem. Cada amostra foi constituída por 15 subamostras coletadas de forma completamente casualizada, com auxílio de um trado calador, na profundidade de 0-7 cm, a fim de priorizar a região com maior atividade microbiana do solo, formando uma massa final de aproximadamente 500 g por amostra, armazenada em temperatura de 4 °C por no máximo quatro dias. As amostras foram enviadas para o Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para que fosse realizada a caracterização química do solo em cada tratamento (Tabela 2).

Análises bioquímicas e estatísticas:

As amostras foram avaliadas quanto aos seguintes parâmetros bioquímicos: biomassa microbiana (BM), atividade microbiana (AM) e atividade das enzimas β -glicosidase (ciclo do carbono), fosfatase ácida (ciclo do fósforo), arilsulfatase (ciclo do enxofre), urease (ciclo do nitrogênio) e diversidade metabólica. Para a avaliação da BM foi utilizado o método da fumigação-incubação (JENKINSON e POWLSON, 1976), empregando-se o fator de correção proposto por Horwath et al. (1996). As amostras não fumigadas foram mantidas em incubação por um período de 60 dias, ao longo do qual se avaliou a AM. A determinação da atividade enzimática do solo deu-se pelo

emprego das metodologias propostas por Dick, Breackwell e Turco (1996), adaptadas por Verchot e Borelli (2005). Os resultados referentes à atividade das quatro enzimas foram utilizados para a geração de um índice integralizador, empregando a expressão matemática proposta por Hinojosa et al. (2004), com a finalidade de fornecer um dado global da atividade das enzimas avaliadas.

Para a determinação da diversidade metabólica, diluições de solo foram incubadas em microplacas *ECOplate* (Biolog inc.) com 31 diferentes fontes de carbono em triplicata, conforme Li, Wu, e Chen (2007), as quais foram analisadas em leitor de microplacas, gerando uma matriz binária (fonte de carbono utilizada ou não), além do cálculo do índice de Shannon, segundo Derry, Staddon e Trevors (1998). Os dados obtidos nas diferentes avaliações foram analisados segundo um delineamento totalmente casualizado, com o emprego de três repetições. As médias das análises respirométricas (AM e BM), do índice integralizador das atividades enzimáticas e do índice de Shannon foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%. A matriz binária gerada nas leituras colorimétricas das placas *Biolog* foi submetida à análise multivariada através da determinação do componente principal, empregando-se para tal o programa computacional PAST versão 1.32 (HAMMER e HARPER, 2003).

Resultados e Discussão

Biomassa Microbiana:

A análise dos dados de BM (Tabela 3) indica nitidamente a separação de dois grupos em decorrência do sistema de preparo de solo utilizado, dos quais os tratamentos sob CN e PD (ausência de revolvimento de solo) apresentaram as maiores biomassas em relação aos submetidos ao PC. Estes resultados assemelham-se aos obtidos por Eekeren et al. (2008), que observaram valores de biomassa mais elevados em solo sob PD, em relação ao sistema que empregava a aração do solo. Conforme Roldán et al. (2003), o aumento da BM do solo está correlacionado com a adoção do PD e com o aumento da adição de resíduos culturais na superfície do solo. Também corroborando esses resultados, Balota et al. (1997) observaram, na comparação entre PD e PC em sucessões de trigo/milho e trigo/soja, que o sistema com menor revolvimento do solo apresentou maior BM. Os

autores concluíram, naquele trabalho, que a BM comportou-se como uma indicadora eficiente das alterações microbianas ocorridas no solo em função do manejo aplicado.

De forma geral, os valores de BM no solo sob PD não diferem do referencial (CN), indicando um menor impacto desse sistema de preparo de solo em relação ao PC, no que se refere a esse parâmetro. Mijangos et al. (2006) observaram que os valores de BM do solo sob PC foram inferiores em relação ao PD e ao CN, enquanto esses dois sistemas não apresentaram diferenças entre eles, semelhantemente aos resultados do presente trabalho. Sabe-se que as modificações na BM possuem relação com as variações do carbono orgânico no solo (ALVAREZ, 1995), indicando que os sistemas que contribuem para o aumento da MO do solo, como o PD e o CN, são os que obtêm os maiores valores nesses parâmetros. De forma inversa, as operações mecânicas do PC incorporam os resíduos culturais ao solo, rompendo agregados, acelerando a decomposição da MO, além de manter o solo descoberto, favorecendo também as perdas desta por erosão superficial (LEE, PHILLIPS, LIU, 1993). Essa conclusão é corroborada pelos teores de MO encontrados no solo do presente trabalho, os quais foram claramente influenciados pelo sistema de preparo.

Os resultados deste trabalho indicaram baixo impacto dos sistemas de cultura sobre a BM.

Atividade microbiana:

A avaliação de AM apresentou resultado semelhante ao da BM, pois se observa na Tabela 4 uma ordenação semelhante dos tratamentos nos dois parâmetros. Porém, a sensibilidade da AM para diferenciar os tratamentos foi superior, tendo em vista o número maior de classes geradas na análise estatística. O sistema referencial assemelhou-se aos tratamentos com PD, sendo também sugerida por esse parâmetro uma menor perturbação do solo quando comparado ao sob PC.

Segundo Bradford e Peterson (2000), sistemas agrícolas nos quais o solo não é revolvido tendem a apresentar maior AM, tendo em vista o aporte gradual de carbono, menores amplitudes térmicas em função da cobertura do solo e manutenção da umidade na camada superficial. Da mesma forma, Vargas e Scholles (2000) observaram que a AM do solo foi favorecida pelo emprego do PD. Naquele trabalho, os autores concluem que a maior disponibilidade de carbono na camada

superficial do solo, proporcionada pelo sistema conservacionista de preparo, favorece a atividade dos microrganismos, pois a determinação da AM é uma leitura indireta do carbono prontamente mineralizável do solo, o que, portanto, indica que quanto mais positivo for o balanço do carbono no sistema, maior será o potencial da AM no solo.

A AM, de modo similar ao verificado na análise de BM, foi pouco influenciada pelo sistema de cultura aplicado, sobressaindo-se o efeito de preparo de solo. Além disso, nota-se que a ordenação dos sistemas de cultura no preparo convencional do solo foi idêntica à obtida na avaliação da BM. Resultados semelhantes foram obtidos por Meriles et al. (2008), que também não identificaram de forma clara, por meio da AM, diferenças entre sistemas de culturas. Da mesma forma, Balota et al. (1997), avaliando parâmetros microbiológicos entre os sistemas trigo/soja e trigo/milho em PC e PD, observaram poucas diferenças entre essas sucessões.

Atividade Enzimática:

Verificando-se o resultado da análise estatística do índice gerado pelos dados das atividades das enzimas β -glicosidase, fosfatase ácida, urease e arilsulfatase (Tabela 5), observa-se que a ordenação dos tratamentos é semelhante à obtida na avaliação AM, sendo que os agrupamentos estatísticos são idênticos aos obtidos nesta análise. Tal comportamento, que determina semelhança na sensibilidade desses parâmetros, pode derivar do fato de que ambos os indicadores refletem potencialmente a atividade da comunidade microbiana do solo, sendo que a AM, obtida de forma direta, indica a parcela MO que está prontamente disponível para ser degradada, enquanto o conjunto das atividades enzimáticas indica indiretamente a atividade dos microrganismos, em função da capacidade de mineralizar substâncias orgânicas do solo constituídas por C, P, N e S. O CN, em relação à atividade de enzimas, diferentemente para as avaliações de BM e AM, é numericamente inferior aos tratamentos sob PD, porém sem diferença estatística entre esses sistemas. Por outro lado, o tratamento que envolveu o PC com utilização do pousio, assemelhou-se com os sistemas não utilizam revolvimento do solo (CN e PD), o que também foi verificado nos parâmetros anteriores. Todavia, novamente não foi identificado um efeito de sistema de cultura, prevalecendo o efeito de preparo de solo. De forma semelhante, García-Ruiz et al. (2008),

utilizando o mesmo índice em trabalho que comparava sistemas orgânico e convencional de produção de olivas na Espanha, utilizando a determinação da atividade de enzimas do solo, observou que a expressão matemática foi eficiente em distinguir os dois manejos, que se diferiam principalmente pela menor movimentação do solo no cultivo orgânico durante a condução dos olivais.

Diversidade Metabólica:

O índice de diversidade de Shannon, obtido a partir da leitura de absorvância para cada fonte de carbono em relação ao total das fontes, não identificou diferenças significativas para os sistemas de manejo, como mostra a Tabela 6.

Embora o índice de diversidade de Shannon não tenha revelado distinções entre fontes de carbono, foram constatadas diferenças nos tipos de fontes utilizadas a partir da análise de componentes principais (Figura 1). Nesta análise, nota-se que o componente principal 2 destacou o preparo convencional dos demais tratamentos sem revolvimento de solo. Observa-se, ainda, a formação de dois grupos com comportamentos metabólicos distintos. O primeiro reúne o campo nativo (condição preservada do solo) juntamente com o plantio direto nos sistemas Rotação B e pousio. Por esse resultado, o PD apresenta tendência a assemelhar-se com o CN, exceto quando cultivado sob Rotação A, que nesse caso, juntamente com o sistema convencional, formou o segundo grupo, indicando uma influência mais intensa do sistema de cultivo sobre o tipo de preparo de solo nesta rotação. De um modo geral, os resultados obtidos no presente trabalho assemelham-se aos obtidos por Gomez, Garland e Conti (2004), que observaram uma acentuada separação de grupos entre tratamentos com campo nativo e PC com o uso de microplacas *Biolog GN*.

Os resultados indicam que os sistemas que propiciaram maior acúmulo de carbono (PD) se aproximaram mais do CN, enquanto os tratamentos que envolveram PC com os sistemas pousio e Rotação B foram os mais distantes do campo nativo em termos de utilização de fontes de carbono.

Conclusões

Os resultados obtidos a partir dos parâmetros bioquímicos (biomassa microbiana, atividade respiratória, atividade enzimática e diversidade metabólica) utilizados neste trabalho indicam que

o PD assemelhou-se ao sistema referencial (CN), portanto, mantendo a qualidade original do solo, enquanto o PC foi o que mais se diferenciou, demonstrando que este sistema de preparo levou à redução da qualidade do solo, nas condições do experimento.

Os sistemas de culturas utilizados no presente trabalho, considerando o período de oito anos do experimento, não promoveram impactos significativos sobre qualquer dos indicadores bioquímicos utilizados.

Referências

ALBUQUERQUE, J. A. et al. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 19, p. 275-280, 1995.

ALVAREZ, R. Soil organic carbon, microbial biomass and CO₂-C production from tree tillage systems. **Soil and Tillage Research**, New York, v. 31, n.1, p. 17-28, 1995.

BALOTA, E. L. et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 641-649, 1997.

_____. Soil enzyme activities under long-term tillage and crop rotation systems in subtropical agro-ecosystems. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 35, p. 300-306, 2004.

BAYER, C; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 105-112, 1997.

BRADFORD, J. M.; PETERSON, G. A. Conservation Tillage. In: SUMNER, M. E. (Ed). **Handbook of Soil Science**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 247-266.

CARTER, M. R. Microbial biomass as an index for tillage-induced changes in soil biological properties. **Soil and Tillage Research**, New York, v. 7, p. 29-40, 1986.

_____. The influence of tillage on the proportion of organic carbon and nitrogen in the

- microbial biomass of médium-textured soils in a humid climate. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 11, p. 135-139, 1991.
- CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 14, p. 133-142, 1990.
- COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; KAISER, D. R. Qualidade física do solo na produtividade da cultura do feijoeiro num Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 1663-1674, 2006.
- DERRY, A. M.; STADDON, W. J.; TREVORS, J. T. Functional diversity and community structure of microorganisms in uncontaminated and creosote-contaminated soils as determined by sole-carbon-source-utilization. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Oxford, v. 14, p. 571-578, 1998.
- DICK, R. P.; BREACKWELL, D. P.; TURCO, R. F. Soil enzyme activities and biodiversity measurements as integrative microbiological indicators. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Eds.) **Methods for Assessing Soil Quality**. Madison: SSSA, 1996. p. 247-271. (SSSA Special Publication, 49).
- EEKEREN, N. V. et al Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping. **Applied Soil Ecology**, New York, v. 40, p. 432-446, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2006. 306 p.
- FRIEDEL, J. K.; MUNCH, J. C.; FISCHER, W. R. Soil microbial properties and the assessment of available soil organic matter in a haplic luvisol after several years of different cultivation and crop rotation. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 28, p. 479-488, 1996.
- GARCÍA-RUIZ, R. et al. Suitability of enzyme activities for the monitoring of soil quality improvement in organic agricultural systems. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 40, p. 2137-2145, 2008.
- GOMEZ, E.; GARLAND, J.; CONTI, M. Reproducibility in the response of soil bacterial community-level physiological profiles from a land use intensification gradient. **Applied Soil Ecology**, v. 26, p. 21-30, 2004.
- GOVAERTS, B. et al. Influence of permanent raised bed planting and residue management on physical and chemical soil quality in rain fed maize/wheat systems. **Plant Soil**, v. 291, p. 39-54, 2007.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T. **Past**, versão 1.18. Copyright Hammer e Harper. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>. Acesso em: 2 out. 2012.
- HINOJOSA, M.B. et al. Microbiological rates and enzyme activities as indicators of functionality in soils affected by the Aznalcóllar toxic spill. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 36, p. 1637-1644, 2004.
- HORWATH, et al. Defining a realistic control for the chloroform fumigation-incubation method using microscopic counting and ¹⁴C-substrates. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 76, p. 459-467, 1996.
- IZQUIERDO, I. et al. Changes in physical and biological soil quality indicators in a tropical crop system (Havana, Cuba) in response to different agroecological management practices. **Environmental Management**, New York, v. 32, p. 639-645, 2003.
- JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil – V. A method for measuring soil biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 8, n. 3, p. 209-213, 1976.
- LEE, J. J.; PHILLIPS, D. L.; LIU, R. The effect of trends in tillage practices on erosion and carbon content of soils in the US corn belt. **Water, Air, and Soil Pollution**, Amsterdam, v. 70, p. 389-401, 1993.
- LI, Z.; WU, X.; CHEN, B. Changes in transformation of soil organic C and functional diversity of soil microbial community under different land uses. **Agricultural Sciences in China**, Beijing, v.6, p.1235-1245, 2007.

- LUPWAYI, N. Z. et al. Bacterial diversity in water-stable aggregates of soils under conventional and zero tillage management. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 16, p. 251–261, 2001.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica dos solos**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p 1-9.
- MIJANGOS, I. et al. Effects of fertilization and tillage on soil biological parameters. **Enzyme and Microbial Technology**, Amsterdam, v. 40, p. 100-106, 2006.
- MERILES, J. M. et al. Soil Microbial communities under different soybean cropping systems: characterization of microbial populations dynamics, soil microbial activity, microbial biomass, and fatty acids profiles. **Soil and Tillage Research**, New York, 2008. No prelo.
- REEVES, D.W. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. **Soil and Tillage Research**, New York, v. 43, p. 131-167, 1997.
- ROLDÁN, A. et al. No-tillage, crop residue additions, and legume cover cropping effects on soil quality characteristics under maize in Patzcuaro watershed (Mexico). **Soil and Tillage Research**, New York, v. 72, p. 65-73, 2003.
- ROLDÁN, A. et al. Soil sustainability indicators following conservation tillage practices under Subtropical maize and bean crops. **Soil and Tillage Research**, New York, v. 93, p. 273–282, 2007.
- VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico Vermelho Escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 35-42, 2000.
- VERCHOT, L.V.; BORELLI, T. Application of para-nitrophenol (pNP) enzyme assays in degraded tropical soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 37, p. 625–633, 2005.

Tabela 1 - Histórico dos sistemas de culturas empregados nos últimos quatro anos, em Argissolo Vermelho da Depressão Central – RS (EEA-UFRGS, Eldorado do Sul/RS).

Ano	Sistema de Culturas		
	Rotação A	Rotação B	Pousio
2008	Soja	Soja	Soja
2007	Aveia+Ervilhaca	Aveia+Ervilhaca	Espontâneas
2006	Milho	Milho	Milho
2005	Trigo	Aveia+Ervilhaca	Espontâneas

Tabela 2 - Análise química de Argissolo Vermelho da Depressão Central – RS com campo natural ou manejado sob preparo convencional ou plantio direto e submetido a dois sistemas de rotação de culturas ou pousio no inverno na camada de 0-7 cm de profundidade (EEA-UFRGS, Eldorado do Sul/RS).

Sistema	P	K	MO	pH	SMP	Al	Ca	Mg	Argila
	-----mg dm ⁻³ -----		%			-----cmol _c /dm ⁻³ -----			%
PD/Rotação A	24,0	258	4,4	6,5	6,8	0,0	9,3	5,1	30
PD/Rotação B	35,0	232	4,2	6,3	6,7	0,0	8,9	5,1	31
PD/Pousio	15,0	219	3,8	6,7	6,9	0,0	7,4	3,7	28
PC/Rotação A	18,0	235	2,5	5,7	6,3	0,0	4,0	2,6	32
PC/Rotação B	19,0	237	2,7	5,7	6,3	0,0	4,2	2,6	33
PC/Pousio	9,6	204	2,7	5,9	6,3	0,0	4,0	2,2	29
Campo Nativo	7,7	167	4,6	5,2	6,1	0,3	3,1	2,2	32

Tabela 3 - Biomassa microbiana em Argissolo Vermelho da Depressão Central –RS (mgC g de solo⁻¹) nos diferentes sistemas de preparo e de culturas. (PD= plantio direto, PC= preparo convencional e CN= campo nativo).

Tratamento	Índice
CN	238,3 A*
Pousio/PD	231,0 a
Rotação B/PD	185,9 ab
Rotação A/PD	168,0 ab
Pousio/PC	152,8 ab
RotaçãoB/PC	130,4 b
Rotação A/PC	106,6 b
CV(%)	20,8

*Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey

Tabela 4 - Atividade microbiana Argissolo Vermelho da Depressão Central –RS (mgC g de solo⁻¹) nos diferentes sistemas de preparo e de culturas. (PD= plantio direto, PC= preparo convencional e CN= campo nativo).

Tratamento	CO₂
CN	588,7 a
Rotação A/PD	531,8 a
Pousio/PD	504,5 ab
Rotação B/PD	486,8 ab
Pousio/PC	330,8 bc
Rotação B/PC	291,7 c
Rotação A/PC	273,8 c
CV(%)	15,9

*Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Tabela 5 - Índice integralizador das atividades enzimáticas (glicosidase, fosfatase ácida, urease e arilsulfatase) nos diferentes sistemas de preparo e de culturas em Argissolo Vermelho da Depressão Central –RS. (PD= plantio direto, PC= preparo convencional e CN= campo nativo).

Tratamento	Índice
Rotação A/PD	200,8 a
Pousio/PD	200,7 a
Rotação B/PD	194,9 ab
CN	185,9 ab
Pousio/PC	129,1 bc
Rotação B/PC	108,0 c
Rotação A/PC	98,1 c
CV (%)	16,1

*Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Tabela 6 - Índice de diversidade de Shannon para diversidade funcional da comunidade microbiana do solo em diferentes sistemas de manejo em Argissolo Vermelho da Depressão Central –RS (PD= plantio direto, PC= preparo convencional e CN= campo nativo).

Sistema	Índice de Shannon
Rotação B/PD	7.83 a
Rotação B/PC	7.82 a
CN	7.80 a
Rotação A/PC	7.79 a
Pousio/PD	7.76 a
Rotação A/PD	7.70 a
Pousio/PC	7.68 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.

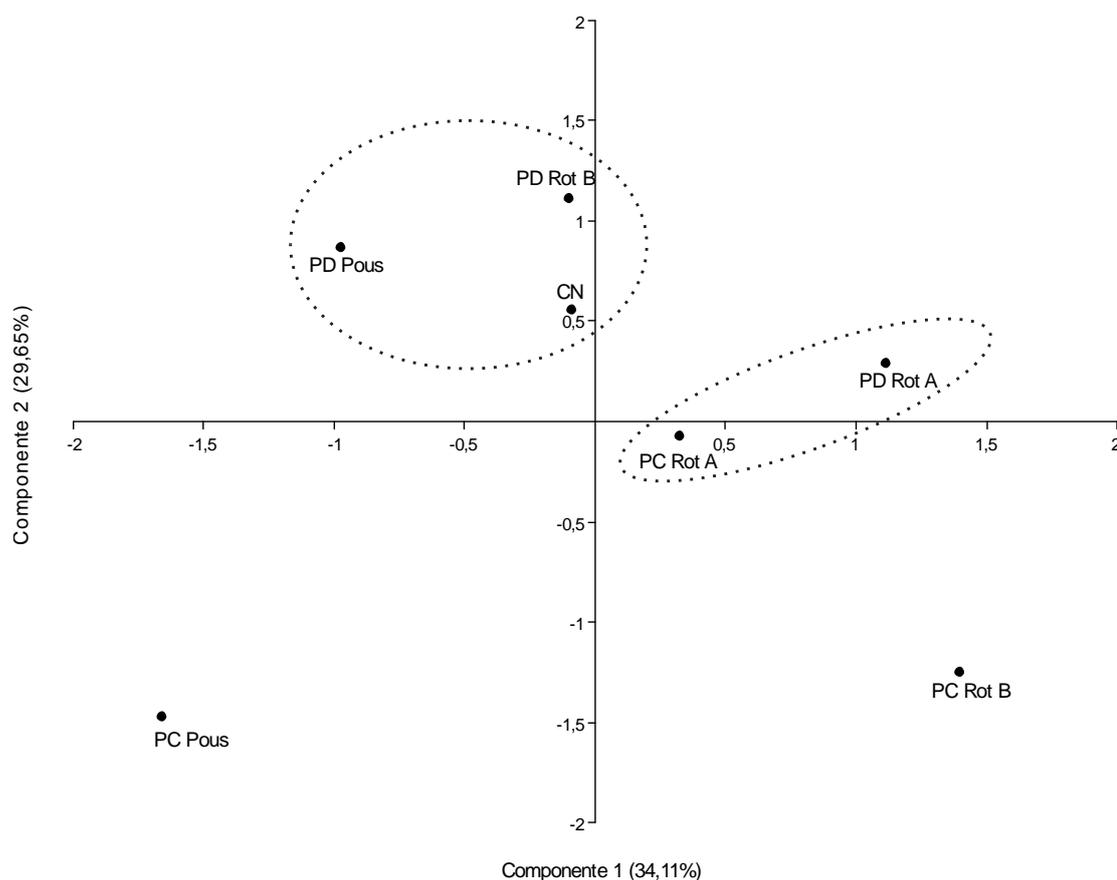


Figura 1 - Grupamentos relacionando manejos com o padrão de utilização de fontes de carbono em Argissolo Vermelho da Depressão Central-RS (PD = plantio direto, PC = preparo convencional, CN = campo nativo, Rot A = rotação A e Rot B = rotação B).