

# BIOMASSA, ATIVIDADE MICROBIANA E TEORES DE CARBONO E NITROGÊNIO TOTAIS DE UM PLANOSSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

## BIOMASS, MICROBIAL ACTIVITY, CARBON AND NITROGEN TOTAL OF AN ALBAQUALF UNDER DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS

SANTOS, Valdinar B. dos<sup>1</sup>; CASTILHOS, Danilo D.<sup>2</sup>; CASTILHOS, Rosa M.V.<sup>2</sup>;  
PAULETTO, Eloy A.<sup>2</sup>; GOMES, Algenor da S.<sup>3</sup>; SILVA, Daniel G. da<sup>4</sup>

### RESUMO

Avaliaram-se a biomassa e a atividade microbiana em um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 4 repetições constando dos seguintes usos e manejos: ST- Sistema tradicional de cultivo: um ano com arroz, dois anos com pousio; APC- Sistema de cultivo contínuo de arroz com preparo convencional do solo e controle de invasoras com herbicidas; RC- Rotação arroz x soja x milho no sistema convencional; APD- Sucessão de Azevém x arroz no sistema de plantio direto e SN- solo em condições naturais. Na camada 0-5 cm, o sistema APD apresentou os teores de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) semelhante ao SN. Os sistemas ST, APC e RC reduziram os teores de COT e NT do solo em 39% e 40%, na média, respectivamente. O APD e o ST mantiveram a biomassa microbiana, na profundidade de 0-5 cm, semelhante ao SN. Sistemas de manejo que mantêm elevados os teores de carbono total no solo proporcionam uma maior atividade microbiana.

Palavra-chaves: solos de várzea, arroz irrigado, respiração basal, carbono microbiano.

### INTRODUÇÃO

Os sistemas de cultivo utilizados nas áreas de Planossolos situadas da região sul do estado do Rio Grande do Sul se diferenciam em razão da predominância da cultura do arroz irrigado. O preparo do solo, os métodos de semeadura e o manejo da água definem os sistemas: convencional, cultivo mínimo, plantio direto, rotação e sucessão de culturas, cultivo com sementes pré-germinadas e o sistemas de transplante de mudas.

Em função dos problemas decorrentes do sistema convencional, que imprime um intenso revolvimento ao solo, tem-se utilizado o cultivo mínimo, plantio direto e rotação e culturas com a finalidade de diluir os custos de produção e melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

A quantificação da biomassa microbiana pode ser utilizada como um indicador biológico da qualidade do solo (GRISI & GRAY, 1986; GAMA-RODRIGUES, 1999), compreendendo a fração ativa da matéria orgânica do solo. Esse parâmetro é considerado o mais sensível às mudanças iniciais no conteúdo total de matéria orgânica do solo, podendo ser utilizada para indicar o seu nível de degradação, em função do sistema de manejo utilizado (POWLSON et al.,

1987). Os dados de biomassa microbiana do solo, expressos pelo teor de carbono e de nitrogênio microbianos e a taxa de respiração do solo, podem fornecer índices que permitem avaliar a dinâmica da matéria orgânica do solo (GAMA-RODRIGUES et al., 1994). O carbono da biomassa microbiana, apesar de ser influenciado pelo clima e adições de resíduos, é considerado um possível indicador de qualidade do solo, porque representa a fração ativa e biodegradável da MO e reflete tendências de mudanças que estão ocorrendo na mesma a médio e a longo prazo, nas frações de ciclagem mais lenta (FEIGL et al., 1998).

Os estudos relacionados com alterações da matéria orgânica e com o comportamento da biomassa microbiana são escassos em solos de várzeas (Hidromórficos) do Rio Grande do Sul, onde normalmente extensas áreas são cultivadas com arroz irrigado. Trabalhos recentes tem demonstrado o aumento da biomassa e atividade biológica em solos sujeitos ao sistema de plantio direto e/ou sob cultivo com culturas leguminosas ou pastagens (BALOTA et al., 1998; MARCHIORI JR & MELO, 1999; D'ANDRÉA et al., 2002). Em solos de várzea, as referências existentes tratam de trabalhos relacionados à dinâmica da água, à fertilidade, às propriedades físicas e à compactação desses solos (PALMEIRA, 1997; BORGES, 2000; LIMA, 2001). Neste contexto, justifica-se o presente trabalho de pesquisa que teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes sistemas de manejo em um Planossolo hidromórfico sobre os teores de carbono orgânico total e nitrogênio total, como também sobre a atividade microbiana.

### MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi baseado em um experimento de longa duração, implantado, em 1985, na Estação experimental de Terras Baixas- EETB, do Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado- CPACT-EMBRAPA, localizado no município do Capão do Leão, RS. O solo onde está implantado o experimento foi classificado como PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO Eutrófico solódico, com argila de atividade alta e relevo plano, tendo como substrato sedimentos derivados de granito (EMBRAPA, 1999). Os sistemas de manejo estudados foram: **ST**= Sistema tradicional de cultivo: um ano arroz com preparo convencional do solo seguido de dois anos com pousio da área; **APC** = Sistema de

<sup>1</sup> Eng. Agr., MSc. Professor da UESPI. Campus de Parnaíba. CEP 64202-220. Parnaíba – PI. E-mail santosvb@bol.com.br

<sup>3</sup> Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. do PPGA/FAEM/UFPel - Caixa Postal 354, CEP 96010-900 Pelotas - RS

<sup>3</sup> Eng. Agr. MSc. Pesquisador da Embrapa Clima Temperado. Caixa Postal 403. Pelotas - RS

<sup>4</sup> Aluno de graduação em Agronomia. Bolsista de Iniciação Científica– CNPq.

cultivo contínuo de arroz com preparo convencional do solo e controle de invasoras com herbicidas; **RC**= Rotação arroz x soja x milho com preparo convencional do solo; **APD**= Sucessão de azevém no inverno x arroz no verão sob plantio direto; **SN**= Testemunha: solo mantido em condições naturais. Os sistemas manejo estão distribuídos em parcelas de 20 x 30 m, obedecendo a um delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. No ano agrícola anterior ao presente trabalho (verão de 2000) os tratamentos **ST**, **APC**, **RC**, e **APD** foram mantidos em pousio, cultivo de arroz, cultivo de soja e cultivo de arroz, respectivamente. A aplicação de N, P e K, nos tratamentos com cultivo, foram realizadas com base na análise do solo e recomendação segundo da COMISSÃO... (1995). No tratamento **APC** foi utilizado o herbicida glifosato. As amostragens de solo nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm foram feitas antes do preparo do solo para o plantio de verão do ano agrícola de 2001 (setembro de 2000), sendo retirada, de cada parcela, uma amostra composta de vinte sub-amostras, usando trado do tipo "calador". As amostras foram conduzidas para o Laboratório de Microbiologia do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFPEL, onde foram tamisadas a 2 mm de abertura de malha, para os procedimentos de análise química e microbiológicas. As amostras para determinação da biomassa e atividade microbiana foram armazenadas em sacos de polietileno sob refrigeração ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ).

Determinou-se o teor de carbono orgânico total por combustão úmida e o teor de nitrogênio total pelo método de "Kjeldhal", conforme metodologias descritas em TEDESCO et al. (1995). A biomassa microbiana foi determinada pelo método descrito por VANCE et al. (1987), utilizando-se, em substituição ao clorofórmio, o forno de microondas marca LG, frequência de 2.450 MHz e concentração e energia 1,35KW por três (03) minutos para eliminar os microrganismos e provocar a liberação dos componentes celulares, conforme sugerido por FERREIRA et al. (1999). O carbono e o nitrogênio liberados da biomassa ( $C_{mic}$  e  $N_{mic}$ ) foram extraídos por uma solução de  $K_2SO_4$   $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  e determinados através de metodologia de combustão por via úmida e de "Kjeldhal", respectivamente, conforme descrito em TEDESCO et al. (1995). A respiração basal do solo foi determinada pela quantificação do dióxido de Carbono ( $CO_2$ ) liberado no processo de respiração microbiana, a partir de 100 g de solo, durante 53 dias de incubação, conforme metodologia de STOTZKY (1965). O quociente metabólico ( $qCO_2$ ) foi calculado pela razão entre a taxa de respiração basal e o carbono da biomassa microbiana, sendo expresso em  $\mu\text{gCO}_2 \mu\text{gC}_{mic}^{-1} \text{ h}^{-1}$ .

Os resultados dos parâmetros avaliados para os diferentes tratamentos foram submetidos à análise de variância e feitas as comparações das médias em cada camada, pelo teste de DMS de Fischer a 5%, utilizando-se o sistema de Análise Estatística- WINSTAT.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Carbono orgânico total e nitrogênio total

Na camada de 0-5 cm, os maiores valores encontrados de carbono orgânico total (COT) foram nos sistemas APD e SN, não diferindo entre si (Tabela 1). Esses valores foram, em média, 60% superiores aos valores observados nos outros tratamentos.

O maior teor no sistema sem utilização agrícola (SN), pode ser explicado pelo ambiente estável deste sistema, o que

implica em um balanço entre as taxas médias de entrada de carbono no solo, via resíduo vegetal e conseqüente decomposição pela microbiota, e as taxas médias de mineralização do material orgânico do solo. No APD, o maior teor de COT é resultado do não revolvimento do solo e da maior preservação dos resíduos orgânicos, em função do cultivo do arroz em plantio direto sobre a resteva do azevém. Conforme observado por NASCIMENTO (1993), o azevém é uma gramínea que contribui para o aporte de carbono ao solo, oriundo do seu sistema radicular fasciculado e da sua parte aérea. BAYER & MIELNICZUK (1997), avaliando as características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistema de culturas, observaram que a aproximação do conteúdo de COT do solo à situação natural somente foi possível associando-se os sistemas de cultivos de culturas, que adicionaram grandes quantidades de resíduos vegetais ao solo com métodos de preparo sem revolvimento, ou revolvimento reduzido.

Tabela 1 – Teores de carbono orgânico e nitrogênio total no solo.

| Sistemas de cultivo | Carbono orgânico    |         | Nitrogênio total |        |
|---------------------|---------------------|---------|------------------|--------|
|                     | Profundidade (cm)   |         |                  |        |
|                     | 0 - 5               | 5 - 10  | 0 - 5            | 5 - 10 |
|                     | $g \text{ kg}^{-1}$ |         |                  |        |
| ST                  | 13,86 b             | 9,67 b  | 1,07 b           | 0,86   |
| APC                 | 13,85 b             | 11,01 a | 1,03 b           | 0,85   |
| RC                  | 12,11 b             | 9,43 b  | 0,95 b           | 0,77   |
| APD                 | 20,35 a             | 9,29 b  | 1,56 a           | 0,82   |
| SN                  | 21,85 a             | 9,85 ab | 1,69 a           | 0,98   |
| CV (%)              | 9,8                 | 8,3     | 11,6             | 17,9   |

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferiram significativamente pelo teste DMS de Fisher ( $\alpha = 0,05$ ).

**ST**= Sistema tradicional: arroz com preparo convencional do solo seguido de dois anos com pousio; **APC**= Cultivo contínuo de arroz com preparo convencional do solo e controle de invasoras com herbicidas; **RC**= Rotação arroz x soja x milho com preparo convencional do solo; **APD**= Azevém x arroz sob plantio direto; **SN**= Solo em condições naturais.

A redução do teor COT em APD, comparado com o solo sob condições naturais (SN) após de 17 anos de cultivo, foi de 5%. Esse comportamento corrobora os resultados encontrados por PALMEIRA (1997), após um período de 10 anos de cultivo, ao avaliar neste mesmo experimento a agregação do solo, onde a redução de COT foi de 5%. LIMA et al. (1994) verificaram uma redução de apenas 6% de COT ao comparar o manejo do solo no sistema plantio direto por 20 anos com o campo nativo de um solo na região de Ponta Grossa no Paraná.

Na camada de 0-5 cm, houve uma redução do teor COT nos sistemas ST, APC e RC de 37, 36 e 45%, respectivamente, quando comparado ao SN. O manejo convencional de solo, utilizado nesses tratamentos, proporcionou menor aporte de carbono e aumento nas taxas médias de mineralização da matéria orgânica, em função do revolvimento do solo, pulverizando a camada superficial, facilitando com isso a quebra de agregados, com entrada de oxigênio e como conseqüência a perda de carbono na forma de  $CO_2$ . MARCHIORI JR & MELO (1999) observaram em um Nitossolo Vermelho uma redução do teor de carbono orgânico de 18% com o cultivo de pastagem e 34% com o cultivo do

algodão no sistema de preparo convencional em relação a uma área sob condição natural.

O tempo de pousio de dois anos sem o cultivo do arroz (ST) e a rotação da cultura do arroz com soja e milho (RC), não foram suficientes para recompor ou manter o teor de COT no solo nos níveis do SN. No RC, a incorporação de resíduos no solo com baixa relação C/N e a utilização da soja e o milho como cultivo de sequeiro, com preparo convencional do solo nos anos subsequentes ao cultivo do arroz, contribuiu para a perda de COT no solo, conforme observado em dados anteriores na mesma área experimental por PALMEIRA et al. (1999).

Na camada de 5-10 cm, os maiores teores de COT foram encontrados nos sistemas APC e SN. Todos os sistemas estudados apresentaram COT semelhante ao solo sob condições naturais (SN). Comparando-se somente os sistemas de cultivo do solo, o APC apresentou maior COT, o que provavelmente se deve ao cultivo contínuo do arroz, onde há incorporação dos resíduos em profundidade pela aração periódica realizada neste sistema, aliado ainda, a decomposição dos resíduos orgânicos mais lenta, em função da menor atividade microbiana, ocasionado pelo ambiente alagado, proporcionando um maior acúmulo de material orgânico.

Os teores de nitrogênio total (NT) na camada 0-5 cm variaram de 0,95 a 1,65 g kg<sup>-1</sup> de solo e na camada de 5-10 cm de 0,77 a 0,98 g kg<sup>-1</sup> de solo. As diferenças significativas entre os sistemas restringiram-se à camada superficial (0-5 cm) e foram semelhantes às diferenças nos teores de COT, obtendo-se entre esses dois parâmetros uma correlação significativa ( $r=0,95$ ;  $p<0,01$ ). Isto indica que os efeitos dos sistemas de manejo do solo com maior ou menor adição de carbono tem efeito na disponibilidade do NT no solo.

Os maiores teores de NT foram encontrados no sistema mantido em condição natural (SN) e no sistema com o cultivo do arroz sobre a resteva do azevém (APD). A redução dos teores de NT nos sistemas ST, APC e RC, foram respectivamente, de 37%, 39% e 44%, quando comparado ao sistema sob condição naturais (SN). Em média, a diminuição nos teores de NT nos sistemas sob cultivo com preparo convencional do solo foi de 40%. SILVA et al. (2001) observaram também uma redução de 40% nas reservas de nitrogênio do solo, ao comparar áreas cultivadas no sistema convencional e com rotação de culturas, com áreas mantidas em condições naturais. No sistema onde se cultivou maior número de espécies vegetais (RC) ao longo dos 17 anos, principalmente, com a cultura da soja observou-se perdas de 44% do NT em relação ao solo mantido em condição natural (SN). A secagem do solo para o cultivo das culturas de sequeiro e o alagamento para plantio do arroz, aumenta a mineralização do nitrogênio (BITTENCOURT, 1999) e, conseqüentemente, aumenta as chances de perdas deste nutriente por lixiviação ou por desnitrificação, respectivamente. O sistema de cultivo do arroz que apresentou maior preservação dos teores de NT do solo foi a sucessão de azevém x arroz sob plantio direto (APD), com uma diferença de apenas 8% após os 17 anos de cultivos em relação ao sistema mantido em condição natural (SN).

#### Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana

O sistema sob condições naturais (SN), usado como referência nesse estudo, apresentou numericamente o maior teor de carbono microbiano (Cmic) na camada de 0-5 cm,

apesar de não diferir estatisticamente dos tratamentos ST e APD (Tabela 2).

Esse fato deve-se ao grande aporte de material orgânico incorporado ao solo via depósito de plantas, implicando em um maior acúmulo de carbono pela biomassa microbiana, e uma melhoria nas condições de desenvolvimento microbiano. Nestas condições, há um fornecimento constante de material orgânico mais susceptível a decomposição, permanecendo o solo coberto, com menor variação e níveis mais adequados de temperatura e umidade.

Tabela 2 - Carbono e Nitrogênio da biomassa microbiana do solo.

| Sistemas de manejo | C mic                                    |        | N mic   |         |
|--------------------|--|--------|---------|---------|
|                    | -----Profundidade( cm) -----             |        |         |         |
|                    | 0 - 5                                    | 5 - 10 | 0 - 5   | 5 - 10  |
|                    | ----- $\mu\text{g g}^{-1}$ de solo ----- |        |         |         |
| ST                 | 229,1 ab                                 | 148,3  | 34,8 a  | 19,5 a  |
| APC                | 128,1 b                                  | 160,2  | 6,5 d   | 6,5 b   |
| RC                 | 180,7 b                                  | 155,4  | 10,5 cd | 9,4 b   |
| APD                | 313,6 a                                  | 192,8  | 20,9 bc | 11,8 ab |
| SN                 | 368,9 a                                  | 162,8  | 34,0 ab | 9,7 b   |
| CV (%)             | 41,9                                     | 23,9   | 32,2    | 37,0    |

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferiram significativamente pelo teste DMS de Fisher ( $\alpha = 0,05$ ).

**ST**= Sistema tradicional: arroz com preparo convencional do solo seguido de dois anos com pousio; **APC**= Cultivo contínuo de arroz com preparo convencional do solo e controle de invasoras com herbicidas; **RC**= Rotação arroz x soja x milho com preparo convencional do solo; **APD**= Azevém x arroz sob plantio direto; **SN**= Solo em condições naturais.

A incorporação de carbono pela biomassa microbiana (Cmic) no sistema tradicional de cultivo do arroz (ST) deve-se, provavelmente, ao período de dois anos em que o solo permanece sem cultivo (pousio), onde toda a palhada do arroz antecedente foi mantida na parcela experimental, proporcionando a assimilação microbiana do carbono desse material, mesmo com o manejo do solo no sistema convencional nos anos subsequentes. Segundo VASCONCELLOS et al. (1999), a biomassa microbiana promove uma imobilização do carbono quando resíduos vegetais ficam em superfície. No sistema contendo sucessão de azevém no inverno e arroz no verão sob plantio direto (APD), o não revolvimento do solo contribuiu para que este tratamento apresentasse o mesmo valor de Cmic em relação ao solo mantido em condições naturais (SN). Além disso, o próprio sistema radicular do azevém contribui para o efeito rizosférico, proporcionando uma maior disponibilidade de substrato orgânico para a microbiota do solo. As gramíneas apresentam um efeito rizosférico intenso em virtude do seu abundante sistema radicular, o qual geralmente apresenta elevada taxa de reciclagem (ROVIRA, 1978). A manutenção da produtividade a longo prazo nos agroecossistemas agrícola e florestal depende dos processos de transformação do material orgânico desses solos. Assim, o maior valor de Cmic encontrado no sistema APD, indica um manejo adequado do solo para cultivo do arroz irrigado, próximo das condições naturais.

O sistema APD apresentou um valor de Cmic 1,74 e 2,45 vezes superior aos valores dos sistemas APC e RC, respectivamente. Os sistemas APC e RC apresentaram os menores conteúdos de Cmic, o que demonstra forte influência do manejo do solo sobre este parâmetro. Para REGANOLD et al. (2000), o manejo do solo no sistema convencional reduz o

Cmic, por envolver baixa manutenção da cobertura vegetal, maior aplicação de agroquímicos e maior revolvimento do solo. Observou-se uma redução significativa de 65% nos valores de Cmic no sistema de cultivo contínuo de arroz (APC), e de 51% para o sistema de rotação arroz x soja x milho (RC), ambos com preparo convencional do solo, quando comparado ao sistema sob condições naturais (SN). Uma redução nos teores de carbono da biomassa microbiana também foram observadas por D'ANDRÉA et al. (2002) provocada pela mobilização do solo para implantação de pastagens e culturas anuais.

Na camada de 5-10 cm, os valores do Cmic diminuíram em relação à camada superficial, devido ao menor teor de COT e NT do solo nesta camada. Os menores valores de Cmic podem estar associados a menor disponibilidade de material orgânico biodegradável nesta camada.

Os valores de Cmic obtidos nesse estudo apresentaram correlação linear positiva com COT ( $r = 0,76$ ;  $p < 0,01$ ), NT ( $r = 0,61$ ;  $p < 0,01$ ), nitrogênio microbiano (Nmic) ( $r = 0,60$ ;  $p < 0,01$ ) e respiração basal (Resp.) ( $r = 0,68$ ;  $p < 0,01$ ), demonstrando que esse parâmetro relacionou-se, principalmente, com os teores de carbono orgânico total e com a atividade microbiana no solo.

Os valores de nitrogênio microbiano (Nmic) também foram maiores na camada de 0-5 cm. Os sistemas com os valores superiores foram aqueles com manejo tradicional de cultivo da cultura do arroz (ST) e aquele com o solo em condições naturais (SN). Tomando-se como referência o SN, observou-se uma redução no valor de Nmic de 81% para o sistema de cultivo contínuo de arroz com preparo convencional do solo (APC) e de 69% para a rotação arroz x soja x milho (RC).

A maior quantidade de Nmic pode indicar maior potencial de mineralização de nitrogênio conforme observado por VENZKE FILHO (1999).

Na camada 5-10 cm o sistema tradicional de cultivo (ST) e o plantio do arroz sobre a resteva do azevém apresentaram os maiores teores de Nmic. O sistema SN não apresentou o mesmo comportamento, conforme o observado na camada 0-5 cm, o que provavelmente se deva a maior concentração dos resíduos orgânicos na camada superficial do solo.

#### Liberação de C-CO<sub>2</sub>, respiração basal e quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>)

O C-CO<sub>2</sub> liberado e a respiração basal na camada de 0-5 cm foram maiores no sistema em que o solo foi mantido em condições naturais (Tabelas 3 e 4, respectivamente). Na camada de 5-10 cm, não houve diferença significativa entre os sistemas de manejo. A maior liberação de CO<sub>2</sub> no SN pode ser função da constante incorporação de resíduos, com acúmulo de matéria orgânica em frações lábeis, promovendo uma alta biomassa e atividade biológica sobre esse material, liberando CO<sub>2</sub>. Para CATTELAN & VIDOR (1990) o maior teor de biomassa microbiana encontra-se positivamente relacionado com a liberação de CO<sub>2</sub>.

Excetuando-se o sistema utilizado como referência, a maior liberação de C-CO<sub>2</sub> foi observada no APD em contraposição ao sistema APC onde constatou-se os menores valores. Esses resultados estão relacionados diretamente com a quantidade de carbono orgânico do solo, seguindo a mesma tendência dos valores encontrados nos teores de COT (Tabela 1). Encontrou-se uma correlação positiva entre a Resp. e o Cmic ( $r = 0,75$ ;  $p < 0,01$ ), como também Resp. e Ctotal ( $r = 0,79$ ;  $p < 0,01$ ). Assim, a atividade microbiana no APD deve ter

sido estimulada pela maior disponibilidade de Cmic e COT. Mesmo constatando-se uma maior mineralização do carbono nos sistemas APD e SN, não foi observada uma diminuição nos teores de COT e Cmic, sugerindo que a entrada de carbono via resíduo vegetal seja maior do que as perdas via respiração microbiana.

Tabela 3 - Liberação acumulada de carbono (CO<sub>2</sub>) do solo após 53 dias de incubação.

| Sistemas de manejo | Profundidade ( cm )                                       |        |
|--------------------|---|--------|
|                    | 0 – 5   | 5 – 10 |
|                    | ----- mg C-CO <sub>2</sub> 100 g <sup>-1</sup> solo ----- |        |
| ST                 | 56,03 bc  | 26,48  |
| APC                | 32,33 c   | 23,55  |
| RC                 | 44,48 bc  | 27,45  |
| APD                | 62,33 b   | 30,08  |
| SN                 | 124,35 a  | 40,13  |
| CV (%)             | 30,26   | 20,92  |

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferiram significativamente pelo teste DMS de Fisher ( $\alpha = 0,05$ ).

**ST**= Sistema tradicional: arroz com preparo convencional do solo seguido de dois anos com pousio; **APC**= Cultivo contínuo de arroz com preparo convencional do solo e controle de invasoras com herbicidas; **RC**= Rotação arroz x soja x milho com preparo convencional do solo; **APD**= Azevém x arroz sob plantio direto; **SN**= Solo em condições naturais.

Tabela 4 - Respiração basal e quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) do solo sob diferentes sistemas de manejo após 53 dias de incubação.

| Sistemas de manejo | Respiração basal   |                                     |
|--------------------|--|-------------------------------------|
|                    | $\mu\text{g CO}_2 \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de solo | qCO <sub>2</sub> x 10 <sup>-3</sup> |
|                    | Camada de 0 – 5 cm                                       |                                     |
| ST                 | 0,4404 b   | 1,922 ab                            |
| APC                | 0,2223 bc  | 1,322 ab                            |
| RC                 | 0,3496 b   | 1,935 ab                            |
| APD                | 0,4900 b   | 1,056 b                             |
| SN                 | 0,9775 a   | 2,650 a                             |
| CV (%)             | 30,53  | 45,55                               |
|                    | Camada de 5 – 10 cm                                      |                                     |
| ST                 | 0,2081   | 1,404                               |
| APC                | 0,1852   | 1,156                               |
| RC                 | 0,2158   | 1,388                               |
| APD                | 0,2365   | 1,227                               |
| SN                 | 0,3155   | 1,938                               |
| CV (%)             | 30,93  | 48,23                               |

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferiram significativamente pelo teste DMS de Fisher ( $\alpha = 0,05$ ).

**ST**= Sistema tradicional: arroz com preparo convencional do solo seguido de dois anos com pousio; **APC**= Cultivo contínuo de arroz com preparo convencional do solo e controle de invasoras com herbicidas; **RC**= Rotação arroz x soja x milho com preparo convencional do solo; **APD**= Azevém x arroz sob plantio direto; **SN**= Solo em condições naturais.

Nos trabalhos de FOLLET & SCHIMEL (1989), BALOTA et al. (1998) e VARGAS & SCHOLLES (2000), a respiração basal do solo foi maior no sistema plantio direto em relação aos sistemas convencionais. Para VARGAS & SCHOLLES (2000), o sistema plantio direto, ao longo dos anos, leva a um maior acúmulo de matéria orgânica rica em carboidratos, compostos nitrogenados, biomassa microbiana e seus metabólitos, em comparação ao preparo convencional, possibilitando maior atividade microbiana.

O quociente metabólico ( $qCO_2$ ), apresentou variação significativa, entre os sistemas, somente na camada de 0-5 cm, sendo que o maior valor foi observado nas amostras de solo mantidas em condições naturais. Esse resultado é consequência da maior atividade dos microrganismos neste sistema, com maior liberação de  $CO_2$  por unidade de Cmic, provocado pela presença de um substrato facilmente assimilável para o desenvolvimento e atividade microbiana, com menor resistência ao ataque dos microrganismos.

A incorporação dos resíduos ao solo mantido em condições naturais (SN), onde predomina uma composição de gramíneas e leguminosas nativas, resulta em maior atividade dos microrganismos e, conseqüente, aumento do quociente metabólico. Apesar da ausência de significância, o tratamento que compreende o cultivo do arroz sobre a resteva do Azevém no sistema plantio direto (APD), apresentou numericamente menor valor de quociente metabólico nas duas camadas. A não incorporação da resteva da cultura nesse tipo de manejo diminui a liberação de C- $CO_2$ , como também, em alguns casos, a incorporação de C na biomassa microbiana, resulta em um baixo quociente metabólico, pressupondo que a população microbiana esteja consumindo uma menor quantidade de carbono oxidável para o seu metabolismo.

Para INSAM & DOMSCH (1988), a respiração microbiana por unidade de biomassa microbiana diminui em sistemas mais estáveis. BALOTA et al. (1998), encontraram valores de  $qCO_2$  no sistema plantio direto 28% inferior ao sistema convencional. Um acréscimo de 60% no valor do  $qCO_2$  em solo submetido ao sistema de plantio direto quando comparado ao manejo convencional foi verificado por ALVAREZ et al. (1995), na profundidade de 0-5 cm.

## CONCLUSÕES

A sucessão arroz e azevém, em sistema plantio direto, bem como o cultivo do arroz irrigado seguido de dois anos em pousio proporciona uma biomassa microbiana, na camada 0-5 cm, semelhante à do solo na condição natural;

Sistemas de manejo que mantêm elevados os teores de carbono total no solo proporcionam uma maior atividade microbiana;

O sistema de plantio direto do arroz sobre a resteva do azevém mantêm os teores de carbono total (COT) e nitrogênio total (NT) do solo a valores semelhantes aos do solo em condições naturais;

Os sistemas com preparo convencional reduzem relevantemente os teores de COT e NT do solo.

## ABSTRACT

*The microbial biomass and activity of an Albaqualf under different soil management systems of 0-5 and 5-10 cm layer was evaluated. A completely randomized block design with 4 replications was used employing the following treatments of use and management: ST- traditional rice crop system (one year with rice crop under conventional tillage followed by two years of fallow), APC- continuous rice crop system (using conventional tillage and controlling weeds with herbicide), RC- crop rotation system (rice x soybean x maize using conventional tillage), APD- no tillage system (with ryegrass in the winter and rice in the summer) and SN- natural system (soil under natural conditions). No tillage system (APD) maintained total organic carbon and nitrogen on the 0-5 cm layer. The systems ST, APC and RC reduced 39% and 40% the contents of total soil organic carbon and nitrogen, respectively. The rice and ryegrass succession in no*

*tillage (APD) and in traditional crop system (ST) maintained the levels of microbial biomass of the soil surface layer. Soil management systems that increase COT also increase the microbial activity.*

*Key words: wetland soil, flooded rice, basal respiration, microbial carbon.*

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R.; DÍAZ, R. A. BARBERO, N. et al. Soil organic carbon, microbial biomass and C- $CO_2$  production from three tillage systems. **Soil Tillage Research**, v. 33. p.17-28, 1995.
- BALOTA, E.L.; COLOZI-FILHO, A.; ANDRADE D.S. et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p. 641-649. 1998.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.105-112, 1997.
- BITTENCOURT, A. **Propriedades químicas de um Planossolo após doze anos de cultivo sob diferentes sistemas**. Pelotas. 1999. 40f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel.
- BORGES, J.R. **Avaliação atributos físicos de um Gleissolo submetido a diferentes sistemas de cultivo**. Pelotas, 2000. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel.
- 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**, v.14, p.133-142, 1990.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3 ed., Passo Fundo:SBSC- Núcleo Regional Sul, 1995, 233p.
- D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N. et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.26, p.913-923, 2002.
- EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – Brasília: Embrapa. Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- FEIGL, B.J.; SPARLING, G.P.; ROSS, D.J. et al. Soil microbial biomass in Amazonian soils: evaluation of methods and estimates of pool sizes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.27, n.11, p.1467-1472, 1998.
- FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O.; VIDOR, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p.991-996, 1999.
- FOLLET, R.F.; SCHIMMEL, D.S. Effect of tillage practices on microbial biomass dynamics. **Soil Science Society of America**, v.53, p. 1091-1096, 1989.
- GAMA-RODRIGUES, E.F.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. et al. Biomassa microbiana de carbono de solo de Itaguaí (RJ): Comparação entre métodos fumigação-incubação e fumigação-extração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21. p.361-365, 1994.

- GAMA-RODRIGUES, E.F. da Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. CAMARGO, F.A.O (Ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo, ecossistema tropicais e subtropicais**. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo e da serapilheira de povoamento de eucalipto. Porto Alegre: Genesis, 508p. 1999.
- GRISI, B.M.; GRAY, T.R.G. Comparação dos métodos de fumigação, taxa de respiração em resposta à adição de glicose e conteúdo de ATP para estimar a biomassa microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.109-115, 1986.
- INSAM, H.; DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. **Microbial Ecology**, v. 47, p.177-188, 1988.
- LIMA, C.L.R. **Influência de diferentes sistemas de manejo sobre atributos físicos de um Planossolo**. Pelotas, 2001. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel.
- LIMA, V.C.; LIMA, J.M.J.C.; EDUARDO, B.J.F.P. et al. Conteúdo de carbono e biomassa microbiana em agrossistemas: comparação entre métodos de preparo do solo. **Agrárias**, Curitiba. v.13, n. 1-2, p.297-302,1994;
- MARCHIORI JR. M.; MELO, W.J. Carbono, carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 257-263, 1999.
- NASCIMENTO, J.S. **Sistemas de cultivo na disponibilidade de nitrogênio e na atividade biológica de um solo de várzea**. Pelotas, 1993. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel.
- PALMEIRA, P.R.T. **Avaliação do estado de agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo**. Pelotas, 1999. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel.
- PALMEIRA, P.R.T.; PAULETTO, E.A.; TEIXEIRA C.F.A. et al. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.23, p.189-195,1999.
- POWLSON, D.S.; BROOKES, P.C.; CHRISTESEN, B.T. Measurement of soil microbial biomass provide an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 19, p. 159-164, 1987.
- REGANOLD, J.P.; GLOVER, J.D.; ANDREWS, P.K. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic and integrated apple orchards in Washington State. **Agricultural Ecosystem Environmental**, v. 80, p.29-45,2000.
- ROVIRA, A.D. Microbiology of pasture soil and some effects of microorganisms on pasture plants. In: WILSON, J.R. (ed). **Plant relations in pastures**. Melbourne: CSIRO, 1978. p.95-110.
- SILVA, C.A.; TORRES, E.; SOARES, R. et al.. Estoques de carbono e nitrogênio de Latossolo do Paraná sob diferentes sistemas de cultivo. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 4., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, 2001. p.68-70.
- STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C.A. , ed. **Methods of soil analysis**, Madison: American Society of Agronomy, 1965, v.2, n.1, p.1551-1572.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI C.A. et al. **Análises de Solos, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174p. 1995 (Boletim Técnico 5).
- VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology Biochemistry**, v.19, n.6, p.703-707, 1987.
- VASCONCELLOS, C.A.; CAMPOLINA, D.C. A.; SANTOS, F.G. et al. Resposta da soja e da biomassa de carbono do solo aos resíduos de cinco genótipos de sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.23, p.67-77, 1999.
- VARGAS, L.K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO<sub>2</sub> e N mineral de um Podzólico Vermelho – escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, Campinas, v.24, p.24-34, 2000.
- VENZKE FILHO, S. P. **Microbiota e sua atividade em uma cronossequência sob sistema de plantio direto**. Piracicaba,1999. 65 f. Dissertação (Mestrado Solos)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.