

ISSN 1678-2518

Setembro, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 124***

**Monitoramento da Liberação  
de CO<sub>2</sub> de Solo Sob Diferentes  
Sistemas de Cultivo e Manejos  
de Arroz Irrigado**

*Maria Laura Turino Mattos  
Ieda Baade dos Santos*

Pelotas, RS  
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado  
Endereço: BR 392 Km 78  
Caixa Postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275-8199  
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221  
Home page: [www.cpact.embrapa.br](http://www.cpact.embrapa.br)  
E-mail: [sac@cpact.embrapa.br](mailto:sac@cpact.embrapa.br)

Comitê de Publicações da Unidade  
Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior  
Secretária-Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia  
Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovanni Theisen, Luis Antônio  
Suíta de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi,  
Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.  
Suplentes: Isabel Helena Verneti Azambuja, Beatriz Marti Emygdio

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlê  
Revisão de texto: Antônio Luiz Oliveira Heberlê  
Normalização bibliográfica: Fábio Lima Cordeiro  
Editoração eletrônica e capa: Manuela Doerr (estagiária)  
Foto da capa: Maria Laura Turino Mattos

1ª edição

1ª impressão (2010): 100 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação  
dos direitos autorais (Lei no 9.610).

---

Monitoramento da Liberação de CO<sub>2</sub> de Solo sob Diferentes Sistemas de  
Cultivo e Manejos de Arroz Irrigado / Maria Laura Turino Mattos e Ieda  
Baade dos Santos – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.  
16p. – (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento,  
124). ISSN 1678-2518  
Atividade microbiana – Rotação de culturas – Solo – Gás carbônico – Siste-  
mas de cultivo – Arroz irrigado – *Oryza sativa* L. I. Mattos, Maria Laura  
Turino. II. Santos, Ieda Baade. III. Série.

CDD 631.582

---

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução .....	9
Material e Métodos .....	10
Resultados e Discussão .....	11
Conclusões .....	13
Referências .....	15

# Monitoramento da Liberação de CO<sub>2</sub> de Solo Sob Diferentes Sistemas de Cultivo e Manejos de Arroz Irrigado

---

*Maria Laura Turino Mattos<sup>1</sup>*

*Ieda Baade dos Santos<sup>2</sup>*

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi diagnosticar a liberação de carbono de solo sob diferentes manejos de arroz irrigado, visando estimar a contribuição dos sistemas de plantio direto e convencional de arroz irrigado, a rotação de culturas e a integração lavoura de arroz irrigado-pecuária na liberação de CO<sub>2</sub>. O experimento foi conduzido durante os anos de 1999 e 2000, em granja orizícola, localizada no município de Jaguarão, Rio Grande do Sul. As avaliações ocorreram em quatro talhões de lavouras com diferentes sistemas de cultivo e rotações. Os tratamentos foram: plantio direto com rotação arroz irrigado-soja (T1); plantio direto com rotação arroz-milho (T2); plantio direto com arroz-arroz (T3), e sistema de plantio convencional de arroz irrigado integrado com pecuária (T4). Coletaram-se amostras de solo compostas de cinco sub-amostras em pontos equidistantes, na profundidade de 0-10 cm, de cada um dos quatro talhões, nos meses de julho (pousio), setembro (antes do plantio e dessecação no sistema plantio direto) e novembro (após a semeadura das culturas) de 1999 e julho (pousio) e novembro de 2000 (após a semeadura). Determinou-se a atividade microbiana por meio da medida de liberação de CO<sub>2</sub>. Os resultados obtidos permitem concluir que o sistema plantio direto foi o mais eficiente na seleção de microrganismos que apresentam maior capacidade de incorporação de carbono microbiano no solo e menor liberação de CO<sub>2</sub> via respiração microbiana, em solo de várzea subtropical.

Termos para indexação: atividade microbiana, rotação de culturas, sistemas de cultivo

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., Dra. em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, mattos@cpact.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., MSc. em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, bolsista da Fapeg, Pelotas, RS, ieda@hotmail.com.br

# Monitoring of Soil Carbon Liberation under Different Cultivation Systems of Irrigated Rice

---

## ABSTRACT

The objective of this work was to diagnose the liberation of carbon from soil under different irrigated rice methods, aiming to estimate the contributions of direct and conventional irrigated rice planting systems, rotation of rice cultures, and integration of irrigated rice farming with cattle farming on the emission of CO<sub>2</sub>. The experimental work was conducted during the years of 1999 and 2000, in rice-paddy farms, located in the municipality of Jaguarão, Rio Grande do Sul, Brazil. The evaluation took place in four sections of plantation under different systems of harvesting and rotation. The four treatment methods were: direct planting with irrigated rice/soy rotation (T1); direct planting with rice/corn rotation (T2); direct planting with rice/rice (T3); and conventional planting system of irrigated rice integrated with cattle farming (T4). Soil samples were collected, composed of five subsamples at equidistant points in the depth range of 0-10 cm, from each of the four plantation sections, in the months of July (pousio), September (before plantation and desiccation in the case of the direct planting system) and November (after planting the rice cultures) during 1999, and in July (pousio) and November (after planting) during 2000. The microbial activity levels were determined based on measured CO<sub>2</sub> emissions. The results obtained indicated that the direct planting system was the most efficient at selecting microorganisms that have the largest capacity to incorporate microbial carbon and liberate the least amount of CO<sub>2</sub> via microbial respiration, in subtropical soil.

Index terms: microbial activity, cultures rotation, cultivation system.

## INTRODUÇÃO

Os manejos diferenciados no sistema de produção de arroz irrigado, como: incorporação ou manutenção da restava no solo, têm provocado modificações na fertilidade natural desses solos. As mudanças nas práticas de manejo do solo influenciam tanto a quantidade como a qualidade da matéria orgânica (TIESSEN; STEWART, 1983, citados por GLASER et al., 2000). Em várzeas subtropicais, a utilização de outros cultivos e criações, associados ao arroz irrigado, se justifica por três aspectos principais: técnico, econômico e ambiental.

Os diferentes sistemas de manejo alteram a concentração de carbono orgânico no solo, e o conhecimento dessas mudanças é importante para predizer os efeitos sobre o ecossistema e para estabelecer estratégias de manejo que permitam a obtenção de uma produção sustentável.

A taxa de respiração e a diversidade da biomassa microbiana são indicadores sensíveis que podem ser utilizados no monitoramento de alterações ambientais decorrentes do uso agrícola, sendo ferramentas de orientação para o planejamento e a avaliação das práticas de manejo utilizadas. A decomposição e a mineralização dos resíduos vegetais dependem da atividade e da biomassa microbiana fornecendo informações importantes para o entendimento da ciclagem de nutrientes (PAUL; CLARK, 1989; MONTEIRO; RODRIGUES, 2004). Estes atributos microbiológicos são influenciados pelas condições do clima e edáficos locais, respondendo intensamente às flutuações sazonais de umidade, temperatura, disponibilidade e manejo de resíduo, sendo o indicador mais sensível das mudanças dos níveis de matéria orgânica do que o teor de carbono orgânico (ANDERSOM; DOMSCH, 1989; SPARLING, 1997).

O objetivo deste trabalho foi monitorar a liberação de carbono de solo sob diferentes manejos, visando estimar a contribuição dos sistemas de

## 10 Monitoramento da Liberação de CO<sub>2</sub> de Solo sob Diferentes Sistemas de Cultivo e Manejos de Arroz Irrigado

plantio direto e convencional de arroz irrigado, a rotação de culturas e a integração lavoura de arroz irrigado e pecuária na liberação de CO<sub>2</sub>.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos anos de 1999 e 2000, em granja orizícola, localizada no município de Jaguarão, Rio Grande do Sul. O solo onde foi instalado o experimento foi classificado como Planossolo Háptico (SANTOS et al., 2006). As avaliações ocorreram em quatro talhões de lavoura com diferentes sistemas de cultivo e rotações como tratamentos: plantio direto com rotação arroz irrigado-soja (T1); plantio direto com rotação arroz-milho (T2); plantio direto com arroz-arroz (T3), e sistema de plantio convencional de arroz irrigado integrado com pecuária (T4).

Coletaram-se amostras de solo compostas de cinco subamostras na profundidade de 0-10 cm, em pontos equidistantes de cada um dos quatro talhões, nos meses de julho (pousio), setembro (antes do plantio e dessecação no sistema plantio direto) e novembro (após o plantio das culturas) de 1999 e julho (pousio) e novembro de 2000 (após o plantio). Após a coleta, as amostras foram transportadas, em caixas de isopor com gelo, para o Laboratório de Microbiologia Agrícola e Ambiental da Embrapa Clima Temperado, onde foram armazenadas sob refrigeração a +4°C, até o momento da análise.

Determinou-se a atividade microbiana segundo Stotzky (1965) (Figura 1). Uma amostra de 200g de solo (base úmida) foi acondicionada em frascos de vidro transparente de 1,5 L, hermeticamente fechados. Cada frasco recebeu um tripé que sustentou um copo de polietileno de 50 mL contendo 20 mL de NaOH 0,5 molC L<sup>-1</sup>. A atividade microbiana foi determinada pela quantificação do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) liberado durante 168h de incubação em microcosmos. O CO<sub>2</sub> liberado pela atividade microbiana foi captado pela solução de NaOH, e medido por titulação com uma solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1,5 molC L<sup>-1</sup>, após a adição

de 1 mL de BaCl<sub>2</sub> 3,75 %, usando-se 3 gotas de fenolftaleína como indicador. Como testemunha, utilizou-se um frasco com o mesmo tratamento em ausência de solo. Os frascos foram dispostos sobre bancadas em um delineamento experimental totalmente casualizado em casa de vegetação com sombrite.

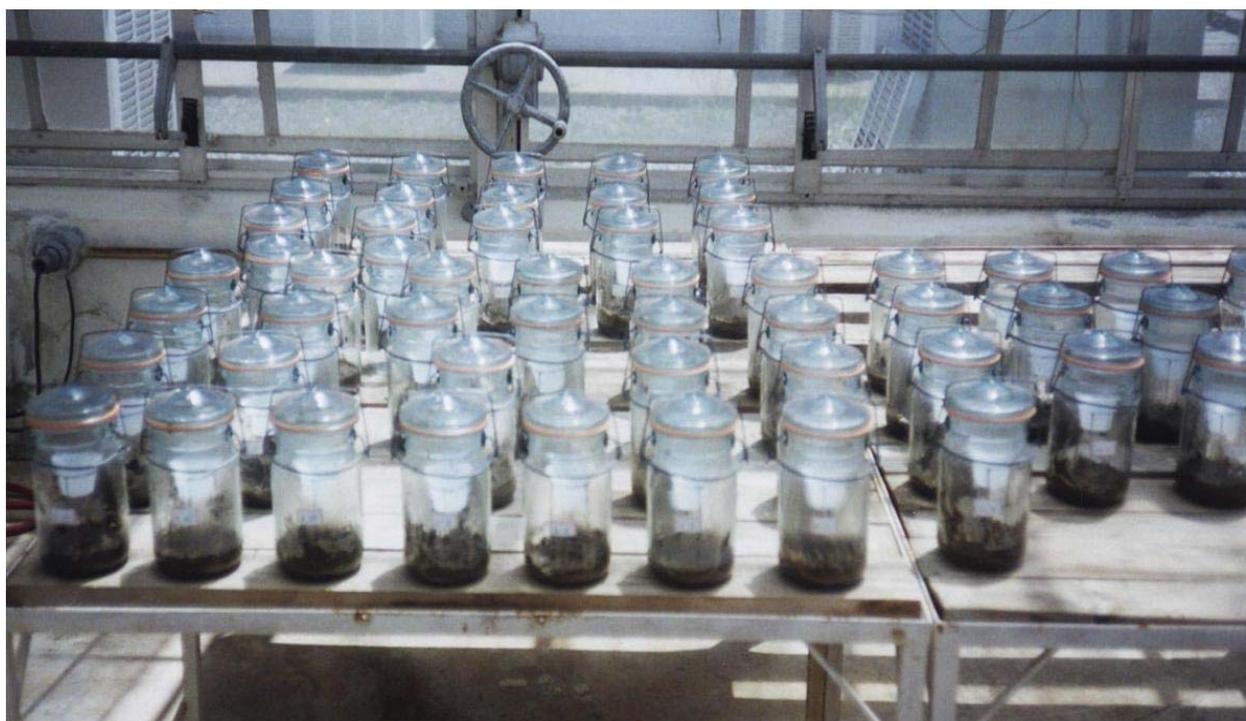


Foto: Maria Laura Turino Mattos

Figura 1. Ensaio de evolução de C-CO<sub>2</sub>, em microcosmos, segundo o método descrito por (STOTZKY, 1965). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. 2009.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizaram-se avaliações de julho de 1999 a julho de 2000 nos talhões com plantio direto e rotação arroz irrigado-soja, plantio direto e rotação arroz-milho, plantio direto de arroz sem rotação (arroz-arroz) e plantio de arroz em sistema convencional integrado com pecuária, as quais apresentaram diferenças significativas entre si nos meses de julho, setembro e novembro de 1999 (Figura 2: A, B, C). Entretanto, ao final de um ano de avaliação, observou-se que a taxa de respiração microbiana apresentou uma queda acentuada (julho de 2000) nos talhões mane-

## 12 Monitoramento da Liberação de CO<sub>2</sub> de Solo sob Diferentes Sistemas de Cultivo e Manejos de Arroz Irrigado

ados com plantio direto e rotação de cultura (T1, T2 e T3), não ocorrendo diferença significativa entre os mesmos (Figura 2: D), fato esse ocorrido, provavelmente, pela influência das temperaturas mais baixas e maior precipitação pluviométrica ocorridas no mês de julho de 2000 em relação a julho de 1999 (temperatura média 07/1999 = 12,5°C; 07/2000 = 10,7°C; precipitação média 07/1999 = 96 mm; 07/2000 = 144 mm), bem como pela manutenção permanente da cobertura do solo que contribui para a diminuição de oscilações térmicas e hídricas que afetam o metabolismo dos microrganismos. De acordo com PAUL e CLARK (1989), nas camadas superficiais, poucos solos mantêm a temperatura uniforme, sendo que as variações ocorridas podem sofrer influência da declividade, grau de sombreamento e cobertura do solo.

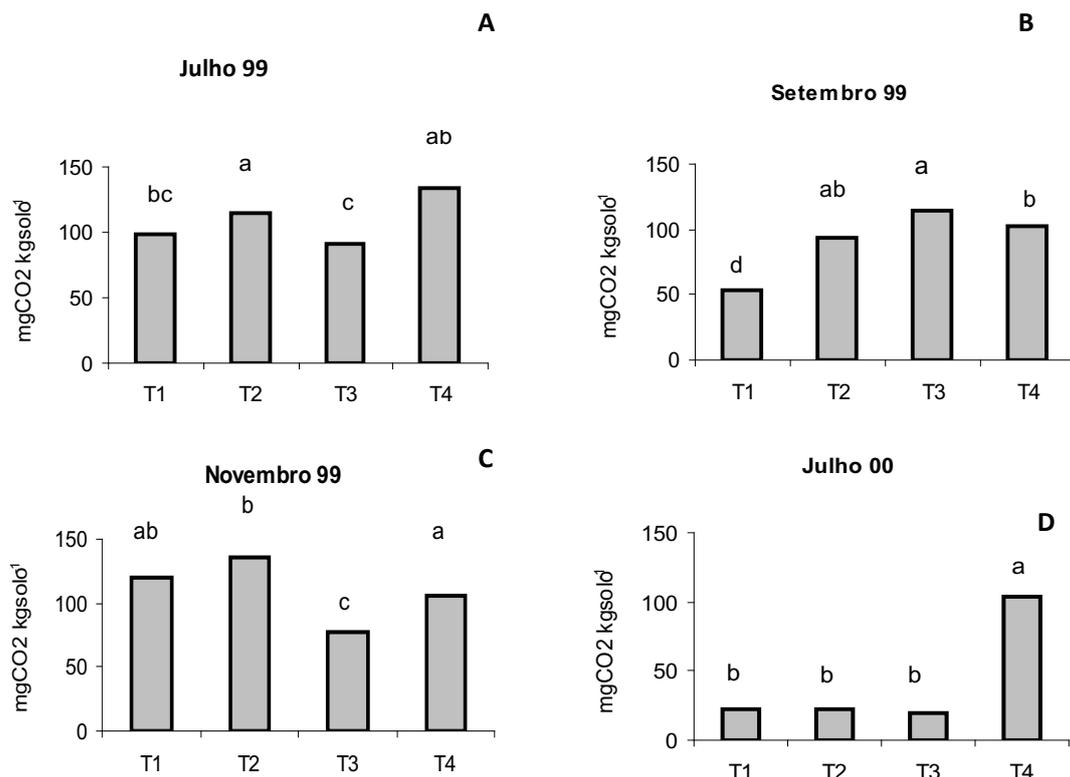


Figura 2. Liberação de CO<sub>2</sub> nos meses de julho e setembro de 1999 e julho e novembro de 2000 em sistema de produção de arroz irrigado. Plantio direto com rotação arroz irrigado-soja (T1); plantio direto com rotação arroz-milho (T2); plantio direto com arroz-arroz (T3), e sistema de plantio convencional de arroz irrigado integrado com pecuária (T4), Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5%. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS. 2009.

No tratamento em que foi utilizado o sistema convencional de cultivo de arroz irrigado integrado com a pecuária (T4), a taxa de respiração apresentou uma pequena queda de 150 mg kg<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> em julho 1999 para 130 mg kg<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> em julho de 2000, diferindo significativamente dos tratamentos em que se aplicou o sistema plantio direto onde a liberação de CO<sub>2</sub> foi menor. Esse comportamento pode estar associado à semeadura do solo em plantio direto provocar modificações na microbiota do solo, ocorrendo novas atividades metabólicas em resposta a mudanças nas condições ambientais. Segundo Balota et al. (1997) o tipo de manejo do solo pode selecionar uma população microbiana mais eficiente, que, por sua vez, apresente uma menor perda de carbono via respiração, sendo isto importante na manutenção do teor de carbono do solo.

O sistema plantio direto, bem como a rotação de culturas e a cobertura vegetal permanente e a proteção contínua da superfície do solo, estimulam a atividade microbiana e a sua atuação sobre os processos bioquímicos, conduzindo o agroecossistema a um novo equilíbrio, menos dependente de insumos químicos e mais próximos da sustentabilidade (MATTOS et al., 1999).

## Conclusões

O sistema plantio direto é o mais eficiente na seleção de microrganismos que apresentam maior capacidade de incorporação de carbono microbiano no solo e menor perdas de carbono via respiração microbiana, em solo de várzea subtropical.

# Referências

---

ANDERSON, T. H; DOMSCH, K. H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic in arable soils. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v. 21, p. 472-479, 1989.

BALOTA, E. L. Atividade microbiana do solo sob plantio direto. In: CONFERENCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 2., Pato Branco. 1997. **Anais...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1997, p. 35-50.

GLASER, B.; TURRIÓN, M. B.; SOLOMON, D.; NI, A.; ZECH, W. Soil organic matter quantity and quality in mountain soils of the Alay Range, Kyrgyzia, affected by land use change. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 31, p. 407-413, 2000.

MATTOS, M. L. T.; FLORES, C. A.; SANTOS, S. C. Atividade microbiana em solo sob sistema plantio direto em propriedade familiar no planalto sul-riograndense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, 1999. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. 1 CD Rom

MONTEIRO, M. T.; RODRIGUES-GAMA, E. F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 819-826, 2004.

16 Monitoramento da Liberação de CO<sub>2</sub> de Solo sob Diferentes Sistemas de Cultivo e Manejos de Arroz Irrigado

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. **Soil microbiology and biochemistry**. Califórnia: Academic Press, 1989. 275 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRE-RAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SPARLING, G. P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon on sensitive indicates of changes in soil organic matter. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v. 30, p. 195-207, 1992.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C. A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, v. 2, p. 1550-1572, 1965.