

Cultivo de soja em solos de várzea reduz as emissões de gases de efeito estufa?⁽¹⁾

Estefânia Silva Camargo⁽²⁾; **Carla Machado da Rosa**⁽³⁾; **Daiane Carvalho dos Santos**⁽³⁾; **Cimélio Bayer**⁽⁴⁾; **Madalena Boeni**⁽⁵⁾; **Anderson Vedelago**⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Instituto Rio Grandense do Arroz Irrigado (IRGA).

⁽²⁾ Estudante de doutorado; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS; tefaem@yahoo.com.br

⁽³⁾ Pós doutoranda; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS.

⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS.

⁽⁵⁾ Pesquisador; Instituto Rio Grandense do Arroz; Cachoeirinha, RS.

RESUMO: O cultivo de soja em rotação com o arroz irrigado vem se consolidando em solos de várzea no RS. Porém ainda existem poucas informações acerca das exigências agrônômicas e dos impactos econômicos e ambientais às regiões orizícolas, cujas condições edáficas são distintas das que tradicionalmente cultivam soja no RS (solos bem drenados). A inserção da soja em rotação com o arroz tem se mostrado uma importante estratégia de manejo com vistas à redução do banco de sementes de arroz vermelho, incremento da produtividade do arroz cultivado em sucessão e melhoria na qualidade dos solos. No que se refere à emissão de gases de efeito estufa (GEE), ainda não existem resultados de pesquisa no estado mostrando o efeito da inserção da soja em áreas de arroz irrigado sobre essas emissões. O objetivo desta ação de pesquisa foi avaliar as emissões de GEE em um solo de várzea cultivado com soja sob dois sistemas de cultivo (plantio direto – PD e preparo convencional - PC), comparando esse resultado com a emissões de uma área contínua cultivada com arroz irrigado. Comparativamente a lavoura de arroz, a inserção da cultura de soja reduziu em aproximadamente 95% as emissões de metano do solo. Os resultados deste estudo indicam que ações de pesquisa como a inserção de culturas de sequeiro em rotação com arroz irrigado, em solos de várzea, devem ser priorizadas vislumbrando a mitigação de GEE.

Termos de indexação: metano, óxido nitroso e potencial de aquecimento global.

INTRODUÇÃO

Os solos de várzea ocupam extensas áreas no estado do Rio Grande do Sul, geralmente são classificados como Planossolos e Gleissolos e apresentam como principal característica a drenagem natural deficiente (Pauletto et al.; 1993). Essa condição combinada à baixa fertilidade e limitações físicas, características comuns nestes solos, dificultam a utilização de uma agricultura diversificada nestas áreas (Gomes et al.; 2002).

Desta forma, em tais condições, desenvolveu-se principalmente o cultivo de arroz irrigado, em função da adaptação desta cultura a estes tipos de solo.

Devido à intensificação do sistema de produção de arroz irrigado no RS, produtores e técnicos passaram a constatar aumento dos custos de produção, disseminação de sementes de plantas espontâneas e degradação destes solos. Diante do exposto, surgiu o interesse pela utilização de novas alternativas de cultivo nas lavouras em áreas de várzea, capazes de manter ou mesmo recuperar a qualidade destes solos. Dentre estas alternativas, destacam-se os sistemas conservacionistas de cultivo e a rotação de culturas. No entanto, a utilização de culturas de sequeiro em solos de várzea, ainda está limitada a poucas informações da adaptação, as exigências agrônômicas e aos impactos econômicos e ambientais oriundos destes sistemas de produção.

Em outros momentos, as restrições agrônômicas de cultivo nestas áreas, aliada as dificuldades de comercialização, impediam a expansão de culturas de sequeiro nos solos de várzea. Entretanto, o cenário econômico recente da cultura da soja tem motivado a produção e consolidado no estado o cultivo desta cultura em rotação com o arroz irrigado em solos de várzea.

Estudos com soja em rotação com arroz irrigado em solos de várzea têm sido realizados no RS em diversos aspectos agrônômicos (Gomes et al., 2002; Verneti Jr. et al., 2009; Schoenfeld, 2010). Informações ambientais nestes ecossistemas também despertam interesse, entretanto, ainda não existem resultados de pesquisa no RS, como por exemplo, sobre o efeito da inserção da soja na várzea nas emissões de GEE. Normalmente estas áreas, quando cultivadas com arroz irrigado são fonte potencial de emissão de metano, devido às condições de anaerobiose. Contudo, a soja entra como opção de rotação, e por se tratar de um ambiente oposto à lavoura de arroz irrigado, espera-se que haja mitigação das emissões desse gás.

O objetivo desta ação de pesquisa foi avaliar as emissões de GEE em um solo de várzea cultivado com soja sob dois sistemas de cultivo, preparo

convencional (PC) e plantio direto (PD) e contrastar o comportamento dessas emissões com solos de várzea cultivados com arroz irrigado, nos mesmos sistemas de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em março de 2011 e as avaliações realizadas no final do mesmo ano, correspondente a safra 2011/12. Os estudos foram conduzidos sob um Gleissolo Háplico (Embrapa 2006) localizado na Estação Experimental do Instituto Rio Grandense do Arroz Irrigado - IRGA, em Cachoeirinha - RS. Para o manejo da área experimental, após a colheita do arroz em março de 2011, a resteva da cultura e as plantas espontâneas foram dessecadas e a área foi mantida drenada. O experimento foi composto por dois sistemas de cultivo, conforme os manejos descritos: preparo convencional (PC)- palha de arroz incorporada no outono com duas gradagens, seguido novamente por duas gradagens na primavera antecedendo a semeadura; e plantio direto (PD)- palha de arroz mantida na superfície do solo e plantio da soja em semeadura direta.

A cultivar de soja utilizada foi a Fundacep 57, na densidade de 15 sementes por metro linear e espaçamento entrelinhas de 0,45 m. A inoculação foi realizada antes da semeadura, sendo utilizadas três doses de inoculante por hectare. A adubação foi procedida utilizando-se 270 kg de adubo com a fórmula 4-17-27. O manejo e tratamentos fitossanitários foram realizados conforme as indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina para a safra 2010/11. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com duas repetições.

No mesmo período avaliou-se uma área com cultivo de arroz irrigado a fim de contrastar os sistemas de cultivos na emissão de GEE. O cultivo do arroz irrigado também foi realizado nos dois sistemas, PC e PD. A cultivar utilizada foi a PUITÁ INTA-CL, semeada em outubro em uma densidade de 100 kg ha⁻¹. Para adubação de base, utilizou-se 400 kg de adubo da fórmula 4-17-27. Os tratamentos fitossanitários seguiram as recomendações para obtenção de elevados rendimentos (SOSBAI, 2010). A entrada da água ocorreu em V3-V4 e a área permaneceu alagada durante todo período de cultivo.

A coleta das amostras de gases foi realizada em câmaras de alumínio (64 x 64 cm), segundo o método da câmara estática fechada. As coletas foram feitas semanalmente, de novembro a março (safra) e as amostras de gás no interior da câmara

coletadas, aos 0, 5, 10 e 20 minutos após o fechamento da câmara. Utilizou-se seringas de polipropileno (20 mL) equipadas com válvulas de três vias conforme proposto por Gomes et al. (2009) para amostragem do ar. As coletas foram realizadas pela parte da manhã (entre 9 e 11 h), período no qual a emissão obtida corresponde, aproximadamente, à emissão média diária.

As concentrações de metano (CH₄) e de óxido nitroso (N₂O) nas amostras de ar foram analisadas por cromatografia gasosa em equipamento Shimadzu GC-2014 no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os fluxos de emissão dos gases foram obtidos pela relação linear entre a variação da concentração dos gases e o tempo de coleta. As emissões determinadas foram assumidas como emissões médias diárias e as emissões acumuladas foram calculadas a partir da integração da área sob a curva estabelecida pela interpolação dos fluxos diários de emissão do solo (Gomes et al., 2009) perfazendo o período da safra avaliada. O potencial de aquecimento global (PAG) foi calculado convertendo-se emissões de CH₄ e de N₂O para CO₂ equivalente (kg CO₂ equiv. ha⁻¹), segundo a equação: PAG = (CH₄ x 25) + (N₂O x 298). A emissão acumulada durante o período avaliado foi analisada por estatística descritiva (média ± desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emissão acumulada de CH₄ no solo cultivado com soja sob PC foi aproximadamente duas vezes superior à emissão de CH₄ no solo sob PD atingindo 20,32 e 9,35 kg ha⁻¹ safra⁻¹, respectivamente (Figura 1a). Por se tratar de um solo de várzea, cujas condições para a produção de CH₄ podem ser favorecidas mesmo sem o solo estar alagado, possivelmente a incorporação da palha de arroz (maior contato solo-resíduo) no solo sob PC tenha estimulado a produção de CH₄ pelas bactérias metanogênicas, em pequenos sítios anaeróbios, resultando na maior emissão de CH₄ em relação ao solo sob PD.

Na área com cultivo de arroz irrigado, a emissão acumulada de CH₄ foi maior no sistema de PD (419 kg CH₄ ha⁻¹ safra⁻¹) do que no PC (375 kg CH₄ ha⁻¹ safra⁻¹), conforme observado na Figura 1b. O resultado encontrado nesta condição pode estar associado à adição e manutenção de resíduos vegetais durante a entressafra, os quais servem de substrato para a produção de CH₄ durante o período de cultivo do arroz, quando o solo permanece alagado. Comparativamente, pode-se observar que

a introdução do cultivo da soja em rotação com arroz irrigado, reduziu as emissões de CH_4 em aproximadamente 95% em virtude das condições de não alagamento do solo, mesmo em área de várzea. Dessa forma, além dos benefícios conhecidos pela rotação de culturas, pode-se constatar neste estudo que o cultivo de soja nestas áreas também pode contribuir para a redução das emissões de CH_4 do solo.

Similarmente ao CH_4 , as maiores emissões de N_2O no cultivo de soja na várzea, ocorreram no solo sob PC, cujo acumulado atingiu $1,9 \text{ kg de N}_2\text{O ha}^{-1} \text{ safra}^{-1}$ (Figura 2a). Pesquisas conduzidas com soja em solos bem drenados apontam para um incremento nas emissões de N_2O quando não há revolvimento do solo (PD), pois a manutenção da palha sobre a superfície do solo propicia condições de umidade e temperatura favoráveis aos processos de nitrificação e desnitrificação (Rochette, 2008). Entretanto, neste estudo estes resultados não foram encontrados.

As maiores emissões de N_2O , na área com arroz irrigado, foram constatadas no solo sob PC ($6,1 \text{ kg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{ safra}^{-1}$), seguido do PD ($1,1 \text{ kg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{ safra}^{-1}$), conforme observado na Figura 2b. Essa menor taxa de emissão de N_2O no solo sob PD em relação ao PC pode estar associada à imobilização do nitrogênio pela microbiota do solo, em virtude do processo de decomposição da palhada presente na superfície do solo, além da maior aeração do sistema com preparos, que favorece os processos de nitrificação e desnitrificação.

Ao se converter as emissões de CH_4 e de N_2O para CO_2 equivalente, observa-se que o cultivo de soja em solo de várzea proporcionou um PAG consideravelmente menor em comparação à área de várzea com arroz irrigado. Tal fato se deve principalmente à redução significativa da contribuição do CH_4 para o PAG (Figura 3). No solo com soja sob PC, cujo PAG foi de $1055 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1} \text{ safra}^{-1}$, 52% da composição do PAG foi devido às emissões de N_2O do solo ($552 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1} \text{ safra}^{-1}$), enquanto que no PD esse valor foi de 45% ($236 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1} \text{ safra}^{-1}$), para um PAG de $524 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1} \text{ safra}^{-1}$. Observando-se o PAG da área de várzea com cultivo de arroz irrigado, percebe-se que a participação do CH_4 no PAG foi superior a 80% considerando ambos os preparos. Portanto, o cultivo de soja em área anteriormente cultivada com arroz irrigado reduziu em aproximadamente 10 vezes o PAG, comparativamente ao arroz irrigado.

Esses resultados indicam que as ações de pesquisa com inserção de culturas de sequeiro em rotação com arroz irrigado devem ser priorizadas

visando à mitigação das emissões de GEE em solos de várzea.

CONCLUSÕES

O preparo convencional do solo em áreas de várzea cultivadas com soja potencializa as emissões de CH_4 e de N_2O . Com o cultivo de arroz irrigado este comportamento é distinto, sendo maior a emissão de CH_4 em PD e de N_2O em PC.

A produção de soja em terras baixas, alternada ao arroz irrigado, promove a mitigação das emissões de CH_4 e independente do sistema de cultivo.

Comparativamente à produção de arroz irrigado, o cultivo de soja em áreas de várzea drenada reduz sensivelmente o PAG, especialmente pela redução das emissões de CH_4 .

REFERÊNCIAS

- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p., 2006.
- GOMES A. da S.; et al. Influência de sistemas de cultivo da soja sobre alguns atributos químicos da fertilidade de um solo de várzea. In: Reunião técnica diversificação do uso de várzeas de clima temperado. Anais: EMBRAPA-CPACT, p.94-98, 2002.
- GOMES J., et al. Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate. Soil Till. Res., 106:36-44, 2009.
- PAULETTO et al. Produtividade do arroz irrigado num Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo durante sete anos. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 20. 1993, Pelotas. Anais: EMBRAPA-CPACT, p.132-134, 1993.
- ROCHETTE, P. No-till only increases N_2O emissions in poorly-aerated soils. Soil & Tillage Research, v.101, p.97-100, 2008.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO – SOSBAI. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Bento Gonçalves, 188 p. 2010.
- SCHOENFELD, R. Sistemas de rotação arroz e soja em sucessão a plantas de cobertura em Planossolo Háplico. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 69p., 2010. (Dissertação de Mestrado).
- VERNETTI Jr et al.; Sucessão de culturas em solos de várzea implantadas nos sistemas plantio direto e convencional Revista. Brasileira. Agrobiologia, Pelotas, v15, n.1-4, p.37-42, jan-dez, 2009.

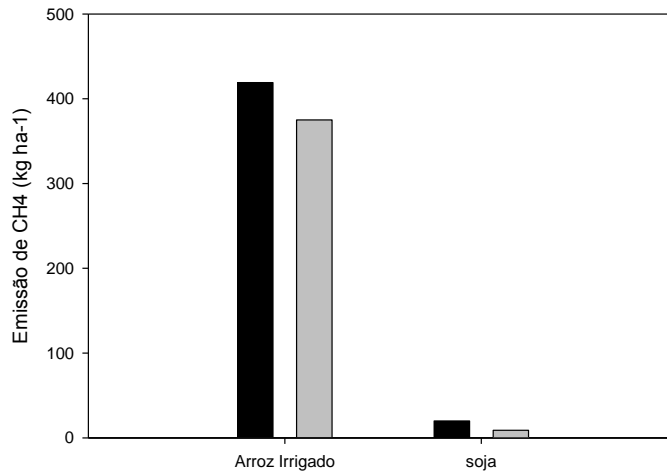


Figura 1. Emissão acumulada de metano (CH₄) em um Gleissolo Háplico cultivado com soja e arroz irrigado sob diferentes sistemas de cultivo.

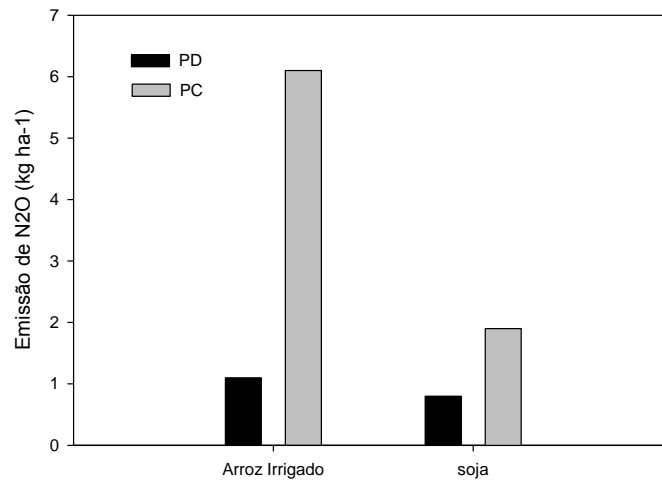


Figura 2. Emissão total de óxido nitroso (N₂O) em um Gleissolo Háplico cultivado com soja e arroz irrigado sob diferentes sistemas de cultivo.

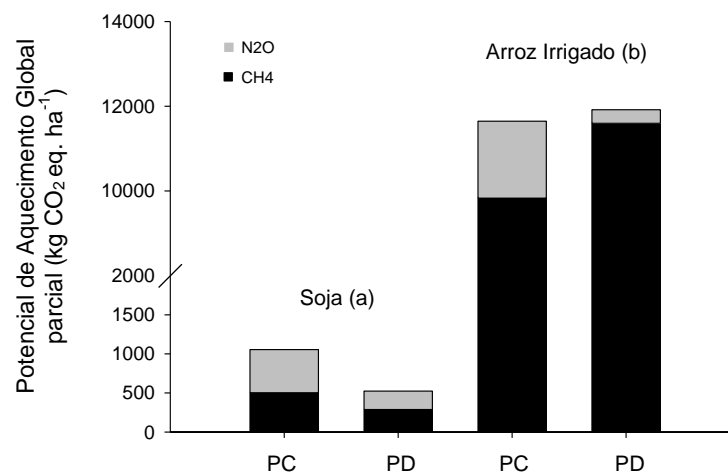


Figura 3. Potencial de aquecimento global parcial pela produção de soja em várzea (a) e arroz irrigado (b) sob diferentes sistemas de cultivo (PC – Preparo Convencional; PD – Plantio Direto).