

Propriedades físicas do solo após cultivos de arroz irrigado em sucessão à serradela nativa⁽¹⁾.

Francisco Alexandre de Morais⁽²⁾; Rafael Nunes dos Santos⁽³⁾; Paulo Régis Ferreira da Silva⁽⁴⁾; Michael Mazurana⁽⁵⁾; Tiago Viegas Cereza⁽⁶⁾; Rodrigo Schmitt Fernandes⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Instituto Rio Grandense do Arroz-IRGA e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS ⁽²⁾ Pesquisador; Instituto Rio Grandense do Arroz-IRGA; Cachoeirinha, RS; francisco-morais@irga.rs.gov.br; ⁽³⁾ Pesquisador; Instituto Rio Grandense do Arroz-IRGA; ⁽⁴⁾ Consultor; Instituto Rio Grandense do Arroz-IRGA; ⁽⁵⁾ Professor; Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS; ⁽⁶⁾ Estudante de Agronomia; Universidade Luterana do Brasil-ULBRA; ⁽⁷⁾ Estudante de Agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS.

RESUMO: O uso de plantas de cobertura é um dos pilares conceituais do sistema de plantio direto. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a resistência à penetração, densidade, macro e microporosidade do solo após cultivos de arroz irrigado em sucessão à serradela nativa como cobertura em relação ao pousio. O experimento foi implantado na safra de 2011/2012 e é mantido desde então em um Gleissolo Háptico Distrófico típico, na Estação Experimental do Arroz do Instituto Rio Grandense do Arroz-IRGA, localizada no município de Cachoeirinha, na região da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul. Os tratamentos resultaram da combinação entre dois tipos de planta de cobertura de outono-inverno em sucessão ao arroz irrigado (serradela nativa e pousio) e três doses de nitrogênio (0, 90 e 150 kg ha⁻¹ de N) aplicadas imediatamente antes da inundação da área nos cultivos do arroz irrigado. Após três anos de experimento, a presença de serradela nativa em relação ao pousio influenciou a parte mais superficial do solo, reduzindo a densidade e a resistência à penetração até 10 cm de profundidade, porém com magnitude pouco expressiva.

Termos de indexação: *Oryza sativa*, *Ornithopus micranthus*, plantas de cobertura, densidade, resistência à penetração.

INTRODUÇÃO

Historicamente, o cultivo de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul sempre esteve associado ao preparo intensivo do solo. Recentemente, o manejo conservacionista tem ganhado destaque entre os orizicultores, principalmente como alternativa para reduzir custos de produção. O "Projeto 10" do Instituto Rio Grandense do Arroz-IRGA introduziu esse enfoque nas lavouras gaúchas ao incentivar o preparo antecipado do solo (preparo reduzido após a colheita do arroz, entre o final do verão e o início do

outono, seguido pelo cultivo de plantas de cobertura e semeadura direta) (Menezes et al., 2004).

O conceito de manejo conservacionista do solo, que abrange o sistema de plantio direto, é baseado em aspectos fundamentais como mínimo revolvimento, rotação e sucessão de culturas, além de manutenção permanente de resíduos vegetais sobre o solo (Campos et al., 2013; Gomes Junior & Christoffoleti, 2008; Santos et al., 2008; Siqueira Neto et al., 2009; Tormena et al., 2004).

As propriedades físicas do solo são positivamente influenciadas pelo uso de plantas de cobertura em sucessão às culturais principais e a semeadura sem revolvimento. Solos descobertos estão suscetíveis ao impacto direto das gotas da chuva, o que causa desagregação e selamento superficial (Cardoso et al., 2012), enquanto o preparo convencional destrói mecanicamente os agregados do solo por meio dos implementos agrícolas (Corrêa, 2002), o que aumenta a vulnerabilidade à erosão e reduz a proteção física da matéria orgânica (Costa et al., 2004).

Entre as principais plantas de cobertura de outono-inverno utilizadas no extremo sul do Brasil estão algumas gramíneas como o azevém (*Lolium multiflorum*) e a aveia-preta (*Avena strigosa*), além de leguminosas como o cornichão (*Lotus corniculatus*) e o trevo branco (*Trifolium repens*) (Carvalho et al., 2010), todavia, existem espécies mais adequadas aos ambientes hidromórficos que são pouco exploradas.

A serradela nativa (*Ornithopus micranthus*) pertence a família Fabaceae, é originária da América do Sul (oriente da Argentina, Uruguai e sul do Brasil) e desenvolve-se nas estações do outono e do inverno em áreas úmidas ao longo de rios ou pântanos. É uma planta herbácea anual com porte ereto ou decumbente, hastes delgadas e ramificadas. Apesar de produzir forragem de boa qualidade (opção para fenação), é suscetível ao pisoteio (Artucio, 2015; Degtjareva et al., 2003; Visnevschi-Necrasov et al., 2012). Apresenta elevada nodulação e aporta nitrogênio ao solo (Menezes et al., 2001).

O potencial dessa espécie como planta de cobertura de outono-inverno em áreas de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul ainda é pouco conhecido. Assim, nesse contexto, objetivou-se avaliar algumas propriedades físicas do solo (resistência à penetração, densidade, macro e microporosidade do solo) após cultivos de arroz irrigado em sucessão à serradela nativa como planta de cobertura em relação ao pousio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na safra de 2011/2012 e é mantido desde então em um Gleissolo Háplico Distrófico típico (EMBRAPA, 2013), na Estação Experimental do Arroz do Instituto Rio Grandense do Arroz-IRGA, localizada no município de Cachoeirinha, na região da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 6, dois tipos de planta de cobertura de outono-inverno em sucessão ao arroz irrigado (parcelas principais: serradela nativa e pousio) e seis doses de nitrogênio (subparcelas: 0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de N) aplicadas imediatamente antes da inundação da área nos cultivos do arroz irrigado. Nesse resumo, foram avaliadas apenas as doses de 0, 90 e 150 kg ha⁻¹ de N.

A implantação da serradela nativa sempre ocorreu entre o verão e o outono após a colheita do arroz, utilizando-se densidade de sementes em torno de 10 kg ha⁻¹ sem qualquer aplicação de fertilizantes minerais ou orgânicos. A implantação do arroz irrigado sempre ocorreu com semeadura direta no início da primavera após a dessecação da serradela nativa ou da vegetação espontânea (pousio) com aplicação de herbicida não seletivo (glifosato).

O manejo da cultura do arroz irrigado (estabelecimento, adubação, calagem, irrigação, drenagem etc.) sempre foi realizado em concordância ao que é preconizado pela Comissão Técnica do Arroz Irrigado (CTAR, 2014). Sistematização da área com planos horizontais (cota zero). Utilização de cultivares produtivas (IRGA 424 ou IRGA 424RI). Semeadura na época preferencial. Densidade de sementes de 100 kg ha⁻¹. Adubação para alta expectativa de resposta. Entrada da água na lavoura por ocasião do estágio V3-V4 do arroz (Counce et al., 2000). Colheita após a drenagem da área para evitar a formação de rastros. Manejo fitossanitário (controle químico de

plantas daninhas, insetos-pragas e doenças) recomendado.

A resistência do solo à penetração, avaliada em junho de 2015 após o cultivo do arroz irrigado, foi determinada com o penetrógrafo "penetroLOG®" da empresa Falker, cujo princípio é baseado na resistência à penetração de um cone metálico na extremidade do aparelho, com posterior coleta dos dados a partir de software próprio; foram realizadas 30 medições por parcela. A densidade do solo, a macro e a microporosidade, avaliadas em outubro de 2014 antes da inundação da área no cultivo do arroz irrigado, foram determinadas conforme EMBRAPA (2011) a partir de amostras com estrutura indeformada coletadas por meio de um anel de aço com bordas cortantes e volume interno conhecido.

A avaliação da resistência à penetração foi realizada nas profundidades de 0, 5, 10, 15 e 20 cm, enquanto as demais propriedades foram feitas nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando necessário (efeito significativo) ao teste de Tukey para comparação múltipla entre médias ao nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença de serradela reduziu a densidade do solo ($p < 0,05$) em relação ao pousio nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. Também reduziu a resistência à penetração nas camadas de 0, 5 e 10 cm. As plantas de cobertura do solo não influenciaram a macro e a microporosidade ($p > 0,05$). As doses de nitrogênio e a interação entre tipos de plantas de cobertura e doses de nitrogênio não influenciaram as propriedades físicas do solo avaliadas ($p > 0,05$) (**Tabelas 1 e 2**).

Tabela 1 - Médias de resistência do solo à penetração (kPa) para serradela nativa e pousio, ambos na média das três doses de nitrogênio (efeito significativo apenas para o fator tipos de planta de cobertura).

Profundidade (cm)	Serradela	Pousio
0	82 b	128 a
5	382 b	560 a
10	1089 b	1223 a
15	1344 ^{NS}	1363
20	1475 ^{NS}	1439

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro; NS = não significativo ($p > 0,05$)



Acredita-se que essa melhoria é um processo incipiente devido ao maior aporte de carbono orgânico (Souza & Alves, 2003) pela serradela nativa na parte mais superficial do solo em relação ao pousio (dados não mostrados), além da criação de bioporos pela ação mecânica do sistema radicular das plantas (Lal & Vandoren Junior, 1990), apesar de não ter sido identificado efeito em relação à macroporosidade.

Tabela 2 - Médias de densidade do solo (g cm^{-3}), macro ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) e microporosidade ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) para serradela nativa e pousio, ambos na média das três doses de nitrogênio (efeito significativo apenas para o fator tipos de planta de cobertura).

Camada (cm)	Serradela	Pousio
Densidade do solo (g cm^{-3})		
0-5	1,46 a	1,60 b
5-10	1,73 a	1,79 b
10-20	1,87 ^{NS}	1,84
Macroporosidade ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)		
0-5	0,09 ^{NS}	0,08
5-10	0,07 ^{NS}	0,06
10-20	0,04 ^{NS}	0,04
Microporosidade ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)		
0-5	0,35 ^{NS}	0,31
5-10	0,27 ^{NS}	0,27
10-20	0,27 ^{NS}	0,27

* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro; ^{NS} = não significativo ($p > 0,05$)

Apesar da diferença estatística constatada, é improvável que o arroz irrigado cultivado em sucessão seja influenciado de forma expressiva. É necessário continuar avaliando a evolução ao longo do tempo para observar os efeitos da serradela nativa sobre as propriedades físicas do solo em longo prazo.

CONCLUSÕES

Após três anos de experimento, a presença de serradela nativa em relação ao pousio influenciou a parte mais superficial do solo, reduzindo a densidade e a resistência à penetração até 10 cm de profundidade, porém com magnitude pouco expressiva.

REFERÊNCIAS

- ARTUCIO, P. I. *Ornithopus micranthus*. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/gbase/data/pf000529.htm>>. Acesso em 14 jun. 2015.
- CARDOSO, D. P. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16:632-638, 2012.
- CAMPOS, L. P. et al. Estoques e frações de carbono orgânico em latossolo amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48:304-312, 2013.
- CARVALHO, P. C. F. et al. Forrageiras de Clima Temperado. In: FONSECA, D. M. F. & MARTUSCELLO, J. A. (ed.). *Plantas Forrageiras*. Viçosa-MG: UFV, 2010. cap.16.
- CORRÊA, J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um latossolo vermelho-amarelo em Querência, MT. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37:203-209, 2002.
- COSTA, F. S. et al. Aumento de matéria orgânica num latossolo bruno em plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, 34:587-589, 2004.
- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. *Crop Science*, 40:436-443, 2000.
- CTAR - COMISSÃO TÉCNICA DO ARROZ IRRIGADO. *Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil*. Santa Maria-RS: Sociedade Sul-brasileira de Arroz irrigado, 2014. 192p.
- DEGTJAREVA, G. V. Taxonomic and phylogenetic relationships between Old World and New World members of the tribe Loteae (Leguminosae): new insights from molecular and morphological data, with special emphasis on *Ornithopus*, *Wulfenia*, 10:15-50, 2003
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Manual de métodos de análises de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2011. 230p.
- GOMES JUNIOR, F. G. & CHRISTOFFOLETI, P. J. *Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto*. Planta Daninha, 26:789-798, 2008.
- MENEZES, V. G. et al. Projeto 10: estratégias de manejo para o aumento de produtividade, competitividade e sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado no RS. Cachoeirinha: Instituto Rio Grandense do Arroz-IRGA, 2004. 32p.



FONSECA, J. A. & MEURER, E. J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 21:47-50, 1997.

LAL, R.; VANDOREN JUNIOR, D. M. Influence of 25 years of continuous corn production by three tillage methods on water infiltration for two soils in Ohio. *Soil and Tillage Research*, 16:71-84, 1990.

MENEZES, V. G. et al. Semeadura direta de genótipos de arroz irrigado em sucessão a espécies de cobertura de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36:1107-1115, 2001.

SANTOS, H. P. et al. Efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas na fertilidade do solo, após vinte anos. *Bragantia*, 67:441-454, 2008.

SIQUEIRA NETO, M. et al. Rotação de culturas no sistema plantio direto em Tibagi (PR). II - Emissões de CO₂ e N₂O. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1023-1029, 2009.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um latossolo vermelho de cerrado sob diferentes usos e manejos. *Acta Scientiarum: Agronomy*, 25:27-34, 2003.

TORMENA, C. A. et al. Propriedades físicas e taxa de estratificação de carbono orgânico num latossolo vermelho após dez anos sob dois sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:1023-1031, 2004.

VISNEVSCHI-NECRASOV, T. et al. Phylogeny and genetic diversity Iberian populations of *Ornithopus L.* and *Biserrula L.* estimated using ITS DNA sequences T. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10:149-154, 2012.