



Influência do teor de argila sobre a mineralização de nitrogênio em solos aptos ao cultivo de arroz irrigado

GERSON LAERSON DRESCHER⁽¹⁾; LEANDRO SOUZA DA SILVA⁽²⁾; LAILA GARCIA MARQUES⁽³⁾; NATALIA TOBIN AITA⁽³⁾; ALEXSSANDRO DE FREITAS⁽³⁾; RAFAEL LAGO BUSANELLO⁽³⁾

⁽¹⁾ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo; Universidade Federal de Santa Maria - UFSM; Santa Maria, Rio Grande do Sul; gersondrescher@gmail.com;

⁽²⁾ Professor Associado do Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais; Universidade Federal de Santa Maria - UFSM;

⁽³⁾ Acadêmicos do curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM;

RESUMO: O nitrogênio (N) é um dos elementos requeridos em maior quantidade pela cultura do arroz, sendo a matéria orgânica do solo (MOS) a principal fonte deste elemento. Neste sentido, o teor de MOS é utilizado como critério para a recomendação nitrogenada nos estados do RS e SC. Contudo, existem mecanismos químicos e físicos que podem interferir na mineralização deste elemento, como a proteção física exercida pela argila, que confere uma barreira à ação dos microrganismos através da oclusão da MOS nos agregados. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a interferência dos teores de argila sobre a mineralização e disponibilidade de N em diferentes solos aptos ao cultivo de arroz do RS. Os solos utilizados no trabalho foram coletados em 17 municípios, totalizando 32 amostras de solos com aptidão para o cultivo de arroz irrigado. Os resultados demonstraram que os teores de N incubação e C orgânico apresentam alta correlação ($r = 0,84$) bem com os teores de argila e C orgânico ($r = 0,82$) demonstrando que a presença de argila favorece a permanência da MOS, ou seja, do N. Contudo, a relação N mineralizado/N total apresentou correlação negativa ($r = 0,69$) com os teores de argila, sendo possível observar que o teor de argila dificulta a mineralização do N. Deste modo, o atributo teor de argila pode ser incluído nos sistemas de recomendação pela sua interferência na disponibilidade de N às plantas.

Termos de indexação: matéria orgânica, análise de solo, adubação nitrogenada.

INTRODUÇÃO

O cultivo do arroz no estado do Rio Grande do Sul (RS) representa 68,7% da produção brasileira (Irga, 2013), apresentando uma das maiores produtividades do Brasil. A elevada produtividade da cultura é condicionada pelo uso de tecnologias de maneira racional, como os fertilizantes, que contribuem com uma significativa parcela dos custos de produção. Neste sentido, é fundamental que se tenha maiores conhecimentos sobre a dinâmica de disponibilidade de nutrientes pelos solos para que se tenha uma utilização cada vez mais eficiente dos fertilizantes.

A matéria orgânica do solo (MOS) é a principal fonte de nitrogênio (N) às plantas, sendo este um dos elementos mais requeridos pela cultura do arroz e liberado para a solução do solo após a mineralização da MOS realizada pela população microbiana. Por esse motivo, a recomendação da adubação nitrogenada para o arroz irrigado nos estados do RS e Santa Catarina (SC) é realizada com base em classes de MOS, as quais são utilizadas como índice de disponibilidade de N para a cultura (CQFS-RS/SC, 2004).

No entanto, existem mecanismos (químicos e físicos) que conferem proteção e estabilidade à MOS, dificultando a sua decomposição, como a recalcitrância molecular, inacessibilidade ou proteção física e interação química ou coloidal (Christensen, 1996). Alguns estudos apontam que a estabilidade da MOS é mais dependente dos mecanismos físicos de proteção do que da recalcitrância (Skjemstad, 1993; Ladd et al., 1993). Neste sentido, a proteção física consiste na formação de uma barreira que impede ou dificulta o acesso dos microrganismos decompositores à MOS.

A oclusão da MOS no interior dos agregados está relacionada com o grau de estabilização desses agregados. A argila interfere diretamente neste processo de estabilização, pois forma complexos organo-minerais, contribuindo para o aumento da estabilidade e, conseqüentemente da proteção física das MOS (Camargo et al., 1997). Deste modo, o teor de argila pode estar relacionado com a dinâmica da mineralização de N e, conseqüentemente, afetar a resposta da cultura do arroz à adubação nitrogenada, mesmo em solos com alto teor de MOS.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do teor de argila do solo sobre a mineralização de N em solos aptos ao cultivo de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

Os solos utilizados no presente trabalho foram coletados em locais representativos do cultivo do arroz no RS. Foram coletadas 32 amostras de solos de 17 municípios do RS, que abrangem as cinco regiões produtoras de arroz no estado (**Tabela 1**).



As amostras foram coletadas na camada de 0,0-0,2 m, conforme recomendação do Manual de Adubação e Calagem para os estados do RS e SC (CQFS RS/SC, 2004) para arroz irrigado. As amostras foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm. A análise granulométrica foi realizada através do método da pipeta, conforme Embrapa (1997). Para as análises dos teores de carbono (C) e N totais foram retiradas sub-amostras que foram submetidas a moagem em graal de ágata para serem analisadas posteriormente em analisador elementar (modelo Flash EA 1112, Thermo Finnigan, Milan, Itália).

Para avaliar a mineralização de N nos solos, foi realizada uma incubação anaeróbica, com quatro repetições, conforme metodologia proposta por Bundy & Meisinger (1994). A unidade experimental era representada por tubos de vidro (35 mL) onde foram adicionados 5 g de solo e 12,5 mL de água destilada. Os tubos de vidro foram vedados com filme plástico para evitar trocas gasosas com o meio externo. A incubação foi conduzida em incubadora do tipo DBO a 40 °C. O teor de N mineral referente ao tempo zero (antes da incubação) foi determinado por extração com KCl 2 mol L⁻¹, as avaliações durante a incubação foram realizadas a cada sete dias durante quatro semanas, e posteriormente aos 42 e 77 dias após a instalação do experimento. A extração de N foi realizada por adição de 12,5 mL de KCl 4 mol L⁻¹ na amostra retirada da incubadora e transferida para frascos snap-cap, os quais foram agitados durante 1 hora em agitador horizontal, e decantadas por 30 min. Posteriormente, foram retiradas alíquotas de 10 mL que foram filtradas a 2 µm. A determinação do teor de N mineralizado pela incubação do solo foi realizada pelo aparelho Skalar SAN⁺⁺.

Análise estatística

A correlação entre o teor de argila do solo e os teores de N disponibilizado após 28 dias de incubação anaeróbica (N incubação), carbono total e a relação N mineralizado/N total foram avaliados pelo coeficiente de correlação (r) linear de Pearson (P<0,05). Para análise de correlação com o teor de N incubação e o teor de argila, foram utilizados os valores de N disponível obtidos aos 28 dias de incubação, pelo fato desta avaliação apresentar o melhor coeficiente de correlação (r) com o N acumulado na parte aérea das plantas em outro experimento (dados não apresentados).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras dos solos apresentaram variação no teor de C total, ou seja, nos teores de MOS. Na **tabela 1** podemos observar que foram encontrados desde 8,3

até 61,2 g kg⁻¹ (solo 7 e 32); no entanto, a maioria dos solos (21 amostras) apresentaram baixos teores de MOS (≤ 2,5% MOS), de acordo com a classificação de Boeni et al. (2010). Assim como na MOS, a maioria (21 amostras) dos solos se enquadrou na classe de baixo teor de argila (11-25% de argila). Os teores de N disponível após 28 dias de incubação anaeróbica acompanharam a dinâmica dos teores de MOS, apresentando amplitude de 0,5 a 3,6 g kg⁻¹ (**Tabela 1**).

Houve alta correlação (r=0,84) entre o teor de N disponível em função do teor de C das amostras de solo (**Figura 1a**). Esses resultados corroboram com os encontrados por Rhoden (2006), onde solos com maior teores de C orgânico (MOS) apresentaram maior teor de N total no solo. Portanto solos com maior teor de MOS tendem a apresentar uma maior disponibilidade de N.

É possível observar também que há uma tendência de aumento do teor de C orgânico no solo conforme o aumento nos teores de argila (**Figura 1b**), demonstrado por uma alta correlação (r=0,82) que se aproxima dos valores encontrados por Rhoden (2006) (r=0,86). Esse comportamento pode ser explicado pela capacidade da argila formar complexos organo-minerais com a MOS, protegendo-a do ataque microbiano e promovendo a maior estabilização de agregados, fazendo com que a MOS presente no interior destes não seja decomposta pelos microrganismos, portanto pode permanecer no solo em maiores teores.

Na **figura 1c** podemos observar que existe uma tendência de redução na relação N mineralizado/N total à medida que aumenta o teor de argila no solo, demonstrando que há uma correlação negativa entre essas variáveis (r=0,69). Estes resultados estão de acordo com os estudos de Camargo et al. (1997) que observaram que a presença de maior teor de argila em solos com alto teor de MOS reduziu os teores de N mineralizado, demonstrando a influência da argila na dinâmica da mineralização do N no solo. Esse mineral tem capacidade de formar complexos organo-minerais e de adsorver determinadas enzimas, o que pode alterar a dinâmica da mineralização do N no solo. Deste modo, os teores totais de C estão relacionados com a presença de argila, a qual contribui com a estabilização dos agregados, dificultando a decomposição da MOS refletindo negativamente na mineralização e disponibilidade do N para as culturas.

A mineralização do N depende de vários fatores, como o tipo de solo, MOS, relação C/N, teor de N total, pH, temperatura, umidade e interações solo-planta. (Black, 1968; Pöttker & Tedesco, 1979). Neste sentido é possível verificar que a argila é um atributo do solo que exerce grande influência no processo e poderia ser incluído na calibração e recomendação da dose de fertilizante nitrogenado para a cultura do arroz irrigado.

CONCLUSÕES

Os teores de C orgânico, N total e N disponível possuem correlação positiva com o teor de argila do solo, entretanto a proporção de N mineralizado no solo apresenta tendência de redução com o aumento do teor de argila, evidenciando o papel desse atributo do solo na estabilização da MOS, sugerindo a possibilidade de se incluir esta variável nas recomendações de adubação nitrogenada no cultivo do arroz.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio concedido pela FAPERGS, CNPq, CAPES e IPNI-Brasil com auxílio financeiro e bolsas de Iniciação Científica, Mestrado, e Produtividade em Pesquisa aos autores.

REFERÊNCIAS

BLACK, C.A. Nitrogen: Mineralization and immobilization. In: BLACK, C. A. (ed) Soil-Plant Relationship, 2 ed. New York, John Wiley, 1968. P. 419-425.

BOENI, M. et al. Evolução da fertilidade dos solos cultivados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Cachoeirinha: IRGA/Estação experimental. Seção de Agronomia, 2010. 40p. (Boletim técnico n° 09).

BUNDY, L. G.; MEISINGER, J.J. Nitrogen availability indices. In: WEAVER, R.W. et al. (Eds). Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties. Soil Science Society of America. Madison, p.951-984, 1994.

CAMARGO, F.A. et al. Potencial de mineralização do nitrogênio em solos do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 21, p.575-579, 1997.

CHRISTENSEN, B.T. Carbon in primary and secondary organomineral complexes. In: Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils. Eds. M. R. Carter & B. A. Stewart. Pp 97-165. CRC Press, Inc, Boca Raton, FL, 1996.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10. Ed. Porto Alegre: NRS/SBCS, 2004. 400 p.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. Ed., Rio de Janeiro, 1997. 212p.

IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. Disponível em: <URL: http://www.irga.rs.gov.br/upload/20131024101611prod ucao_rs_e_brasil.pdf>. Acesso em: 10 Maio. 2015.

LADD, J.N.; FOSTER, R.C.; SKJEMSTAD, J.O. Soil Structure: carbon and nitrogen metabolism. Geoderma. Amsterdam, v. 56, p. 401-434, 1993.

PÖTTKER, D.; TEDESCO, M.J. Efeito do tipo e tempo de incubação sobre a mineralização da matéria orgânica e nitrogênio total em solos do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.3, n.1, p.20-24, 1979.

RHODEN, A.C. et al. Mineralização anaeróbica do nitrogênio em solos de várzea do Rio Grande do Sul. Ciência Rural. Santa Maria, 36:1780-1787, 2006.

SKJEMSTAD, J.O. et al. High-energy ultraviolet photo oxidation: a novel technique for studying physically protected organic matter in clay and silt-sized aggregates. Journal of Soil Science. London, v.44, p. 485-499, 1993.

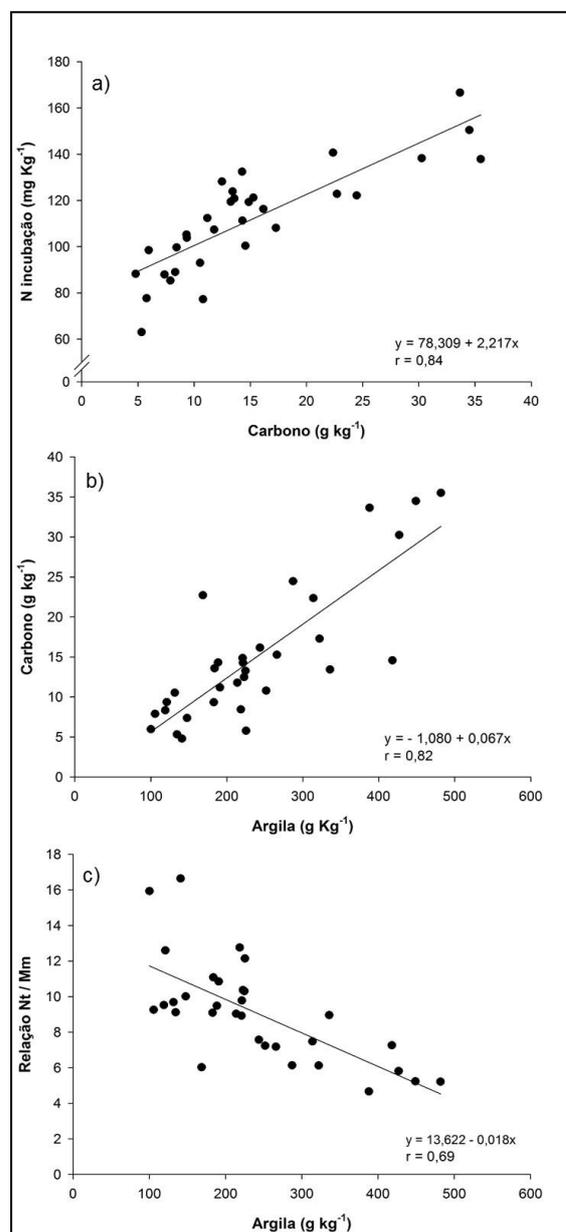


Figura 1 – Correlação entre os teores de N disponível após 28 dias de incubação anaeróbica (N incubação) e teor de C total (a); C total e argila (b); relação N total / N mineralizado (Nt / Nm) e argila (c).



Tabela 1 – Local de coleta, classificação, características químicas e físicas dos solos coletados na profundidade de 0-20 cm nas diferentes regiões produtoras de arroz irrigado por inundação do estado do Rio Grande do Sul.

Solo*	Local de Coleta	Classificação	Areia ¹	Argila ¹	Silte ¹	N ²	C ²	MOS ²
		 g kg ⁻¹					
1	Faxinal do Soturno	Planossolo Háplico	742	100	157	0,6	6,0	10,3
2	Rio Grande	Planossolo Háplico	679	106	215	0,9	7,9	13,6
3	Viamão	Planossolo Háplico	830	119	51	0,9	8,3	14,3
4	Paraíso do Sul	Planossolo Háplico	680	121	199	0,8	9,3	16,1
5	Pelotas	Planossolo Háplico	410	132	459	1,0	10,5	18,1
6	Cachoeira do Sul	Planossolo Háplico	664	135	201	0,7	5,3	9,2
7	Agudo	Planossolo Háplico	728	141	131	0,5	4,8	8,3
8	São Vicente	Planossolo Háplico	619	148	233	0,9	7,4	12,7
9	Viamão	Planossolo Háplico	629	169	203	2,0	22,7	39,2
10	Uruguaiana	Neossolo Regolítico	129	183	688	1,2	9,3	16,1
11	Santana do Livramento	Planossolo Háplico	699	184	118	1,1	13,6	23,4
12	Dom Pedrito	Planossolo Háplico	458	189	354	1,2	14,3	24,7
13	Dom Pedrito	Planossolo Háplico	184	191	625	1,0	11,2	19,3
14	Alegrete	Planossolo Háplico	583	214	203	1,2	11,8	20,3
15	Bagé	Gleissolo Háplico	473	219	309	0,8	8,4	14,6
16	Caçapava do Sul	Planossolo Háplico	216	221	563	1,3	14,9	25,6
17	Rio Pardo	Planossolo Háplico	313	221	466	1,4	14,3	24,6
18	Paraíso do Sul	Planossolo Háplico	409	223	368	1,2	12,5	21,5
19	Dom Pedrito	Planossolo Háplico	151	225	625	1,2	13,3	22,9
20	Agudo	Planossolo Háplico	468	225	307	0,6	5,8	9,9
21	Alegrete	Plintossolo Argilúvic	559	244	197	1,5	16,2	27,9
22	Agudo	Planossolo Háplico	365	252	383	1,1	10,8	18,6
23	Uruguaiana	Chernossolo Ebânico	470	266	264	1,7	15,3	26,3
24	Uruguaiana	Vertissolo Ebânico	226	287	487	2,0	24,5	42,2
25	Santa Maria	Gleissolo Háplico	238	314	448	1,9	22,4	38,6
26	São Vicente	Planossolo Háplico	454	322	223	1,8	17,3	29,8
27	Cachoeira do Sul	Gleissolo Háplico	283	336	381	1,4	13,4	23,1
28	Rio Grande	Chernossolo Argilúvico	95	388	517	3,6	33,7	58,0
29	Agudo	Planossolo Háplico	139	418	443	1,4	14,6	25,1
30	Dom Pedrito	Vertissolo Ebânico	111	427	462	2,4	30,3	52,2
31	Uruguaiana	Vertissolo Ebânico	37	449	514	2,9	34,5	59,5
32	Camaquã	Vertissolo Ebânico	178	482	340	2,6	35,5	61,2

* Organizados em ordem crescente com base no teor de argila.

¹ Teores de areia, silte e argila determinados pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997), ² MOS estimada pelo teor de C total determinado em analisador elementar, ² C e N totais determinados em analisador elementar.