

MINERALIZAÇÃO DO NITROGÊNIO EM SOLOS SOB CONDIÇÕES AERÓBICAS E ANAERÓBICAS

Gerson Laerson Drescher¹; Elisandra Pocojeski²; Leandro Souza da Silva³; Juliana Lorensi⁴; Eduardo Augusto Müller⁵; Renato Luis Fagundes⁶

Palavras-chave: arroz irrigado, matéria orgânica, N mineral, solos de várzea.

INTRODUÇÃO

A matéria orgânica do solo (MOS) é utilizada como parâmetro para a recomendação de nitrogênio (N), pelo fato de grande parte do N estar no solo na forma orgânica. É através da decomposição da MOS que o N é liberado sob a forma mineral em diferentes velocidades, dependendo da sua recalcitrância e resistência ao ataque microbiano (CAMARGO et al., 1997). Entretanto, apesar disso, o teor de MOS não é considerado um bom indicador da disponibilidade de N para o arroz irrigado por alagamento (SCIVITTARO & MACHADO, 2004). Esta limitação pode estar, teoricamente, relacionada aos ciclos de oxidação e redução que os solos sofrem para o cultivo de arroz irrigado (SOUSA, 2001), à presença de microrganismos fixadores de N que poderiam estar contribuindo com fornecimento de N às plantas (HÜBNER, 2004), à composição da MOS em função dos diferentes sistemas de manejo do solo (SANTOS, 2003), ao tipo de população microbiana presente nestes ambientes e sua capacidade de decompor a MOS (VAZOLLER et al., 2008), entre outros, afetando a real contribuição da MOS na quantidade de N mineral acessada pelas plantas durante o cultivo do arroz irrigado por alagamento.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do alagamento do solo na disponibilidade de N mineral e absorção de N pelas plantas de arroz irrigado, em comparação com condições não alagadas.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir de mapas de agricultura de precisão, foram selecionados solos de várzea e de sequeiro com variação nos teores de MOS, coletados no município de Cachoeira do Sul, RS, nas propriedades do Sr. Edson Milbradt e do Sr. Udo Strobel, respectivamente. As amostras de solos foram coletadas na camada de 0-10 cm, secas ao ar, moídas e passadas em peneira de 2 mm de malha. Após, foi realizada a caracterização química dos solos no laboratório de análises de solos da UFSM. Os solos de várzea, denominados 224, 332 e 442, apresentaram os seguintes resultados, respectivamente: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}(1:1)}$: 4,9; 5,1 e 5,2; índice SMP: 5,5; 5,6 e 5,6; argila: 420, 190 e 250 g kg^{-1} ; MOS: 35, 14 e 20 g kg^{-1} ; P: 11,8; 22,8 e 6,0 mg dm^{-3} ; K: 164, 100 e 100 mg dm^{-3} . Os solos de sequeiro, denominados 2, 3 e 4, apresentaram os seguintes resultados, respectivamente: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}(1:1)}$: 6,4; 5,6 e 6,5; índice SMP: 6,6; 6,4 e 6,6; argila: 440, 170 e 160 g kg^{-1} ; MOS: 44, 21 e 31 g kg^{-1} ; P: 18,9, 20,8 e 35,8 mg dm^{-3} ; K: 196, 48 e 116 mg dm^{-3} .

Incubação dos solos em condições aeróbicas e anaeróbicas

Para realização do experimento de incubação utilizou-se aproximadamente 130 g de solo, acondicionados em frascos de acrílico de 5 cm de diâmetro. O volume de solo utilizado foi calculado em função da umidade, adicionando-se água destilada, quando necessário,

¹ Acadêmico do curso de Agronomia, UFSM, gersondrescher@gmail.com. Bolsista PIBIC/CNPq.

² MSc, Eng. Agrônoma, UFSM, epocojeski@gmail.com

³ Dr, Eng. Agrônomo, UFSM, leandro@mail.ufsm.br. Bolsista produtividade em pesquisa CNPq.

⁴ Eng. Agrônoma, UFSM, julianalorensisolos@gmail.com

⁵ Acadêmico do curso de Agronomia, UFSM, eduardo-mila@hotmail.com. Bolsista ITI/CNPq

⁶ Acadêmico do curso de Agronomia, UFSM, renato_l_f@hotmail.com. Bolsista IC/CNPq

para atingir 80% do EPSA (espaço poroso saturado por ar), estabelecendo de 13 a 15% de umidade, sendo posteriormente compactado até atingir densidade final de $1,2 \text{ g cm}^{-3}$. Cada frasco de acrílico correspondia a uma unidade experimental, utilizando-se como tratamento as condições aeróbicas e anaeróbicas para cada um dos solos, tanto de várzea como de sequeiro. Nos frascos com os solos em condições anaeróbicas, após a compactação dos mesmos, foi adicionada água destilada, criando-se uma lâmina de água de 1,5 cm a qual foi mantida até o final do experimento. Posteriormente, os frascos foram armazenados em incubadora a 28°C . No momento da instalação determinou-se o teor de nitrogênio mineral (N-NH_4^+ e $\text{N-NO}_3^- + \text{NO}_2^-$) considerado o tempo zero e, posteriormente, as avaliações foram realizadas semanalmente, ao longo de 66 dias de incubação. Para a determinação do nitrogênio mineral utilizou-se metodologia descrita em Tedesco et al. (1995).

Absorção de N pelas plantas de arroz irrigado

Em casa de vegetação, foram montados vasos com capacidade de 3 L, utilizando-se 1,5 kg dos mesmos solos utilizados no experimento de incubação. O delineamento utilizando foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos aplicados aos solos foram às condições aeróbica e anaeróbica, ou seja, manteve-se a umidade próxima a capacidade de campo simulando uma situação de cultivo em solos de sequeiro e para a condição anaeróbica manteve-se uma lâmina de água de 3 cm, simulando-se o cultivo de arroz irrigado por alagamento. Foram cultivadas quatro plantas de arroz, por vaso, da cultivar Puitá CL. Ao final de 60 dias, as plantas foram coletadas para avaliação da matéria verde e seca, teor de N no tecido das plantas e N acumulado pelas plantas. O teor de N total no tecido vegetal foi determinado seguindo-se metodologia descrita em Tedesco et al. (1995). Os resultados foram avaliados pela análise de variância (fatorial 6×2) e, quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o software estatístico Assistat 7.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de N-NH_4^+ para os solos de várzea mantidos úmidos foram baixos, bem como houve pouca variação nos teores (Figura 1a). No momento da instalação, os solos já apresentavam baixos teores de NH_4^+ mantendo-se assim ao longo das avaliações. Já para os mesmos solos mantidos alagados, houve aumento nos teores de N-NH_4^+ ao longo do tempo, sendo que o solo 224-AL foi o que apresentou a maior quantidade desta forma de N (Figura 1a), o qual também apresenta o maior teor de MOS. Os solos 332 e 442 apresentaram teores de N-NH_4^+ semelhantes ao longo do tempo de incubação. Para os solos de sequeiro (Figura 1b), os teores iniciais de N-NH_4^+ foram mais elevados se comparados aos solos de várzea; porém, para os tratamentos com solo mantido úmido, os teores ao longo do tempo de avaliação diminuiram tendendo a zero. Para os solos em que foi mantida a lâmina de água houve aumento nos teores desta forma de N, porém houve pouca variação entre os diferentes solos. Os teores de NH_4^+ liberados pelos solos de sequeiro alagados foram semelhantes aos teores liberados pelos solos de várzea alagados, excetuando-se o solo de várzea 224.

Houve aumento nos teores de N-NO_3^- para os solos de várzea mantidos úmidos, destacando-se novamente o solo 224, com os maiores teores em relação aos outros dois solos (Figura 2a). Para os solos mantidos alagados, apesar de apresentarem teores mais altos no momento da instalação do experimento, na primeira avaliação já é possível observar que os valores de NO_3^- tendem a zero e se mantêm até o final das avaliações. Isto se deve ao fato do NO_3^- presente em condições anaeróbicas ser convertido a formas gasosas de N pelo processo de desnitrificação (SOUZA, 2001). Para os solos de sequeiro houve a mesma tendência de comportamento, com o desaparecimento do NO_3^- nos solos em que foi mantida a lâmina de água e um acréscimo nas produções para os solos úmidos, destacando-se o solo 2, o qual apresentou maior disponibilidade de NO_3^- (Figura 2b). Assim como para o NH_4^+ , também é possível observar que os solos de várzea e os solos de sequeiro apresentaram teores de NO_3^- semelhantes, sendo que os solos que apresentaram

maiores teores de MOS, apresentaram também maiores teores de NO_3^- .

De maneira geral e considerando a soma dos teores de N-NO_3^- e N-NH_4^+ aos 66 dias de alagamento, para os solos de várzea houve maior disponibilidade de N mineral quando mantidos sob alagamento do que com o solo úmido. Já os solos de sequeiro houve maior disponibilidade de N mineral quando mantidos úmidos em relação aos alagados. Esses resultados devem estar associados à composição da MOS em função dos diferentes sistemas de manejo do solo (SANTOS, 2003) e ao tipo de população microbiana presente nestes ambientes e sua capacidade de decompor a MOS (VAZOLLER et al., 2008).

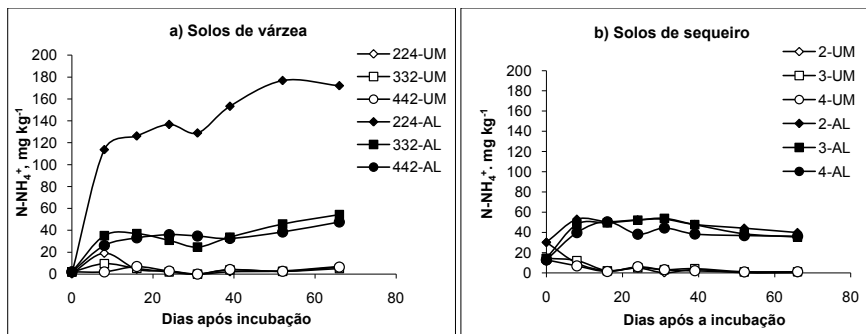


Figura 1. Teores de N-NH_4^+ , ao longo da avaliação do experimento de incubação, em solos de várzea (a) e de sequeiro (b). Santa Maria-RS. 2010-2011. UM= úmido; AL= alagado.

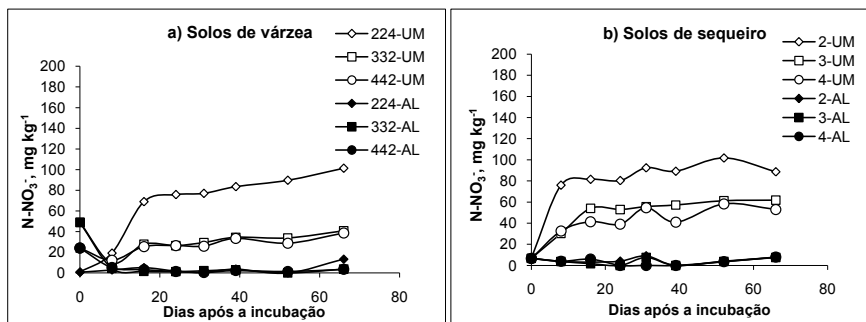


Figura 2. Teores de N-NO_3^- , ao longo da avaliação do experimento de incubação, em solos de várzea (a) e de sequeiro (b). Santa Maria-RS. 2010-2011. UM= úmido; AL= alagado.

Com relação à produção de matéria verde/seca, teor de N e N acumulado no tecido das plantas (Tabela 1), houve efeito de interação entre os solos e os ambientes de cultivo. Predominantemente, o arroz cultivado nos solos mantidos alagados produziram mais matéria verde que nos solos úmidos, o que se refletiu em maior quantidade de matéria seca e de N acumulado, embora em alguns solos as diferenças não tenham sido significativas. Estes resultados podem ser relacionados com a maior disponibilidade de N mineral com o alagamento (especialmente o NH_4^+), conforme resultados obtidos no experimento de incubação (Figuras 1 e 2). Já os solos de sequeiro, que apresentaram maior disponibilidade de N quando úmidos do que quando alagados, não se refletiu em maior quantidade de N acumulado pelas plantas.

A maior quantidade de N absorvida pelas plantas de arroz nos solos de várzea mantidos

alagados, em relação aos solos mantidos úmido, também justifica, em parte, o porquê nos solos de várzea do RS cultivados com arroz irrigado, que apresentam baixos teores de MOS (na maioria na classe $\leq 2,5\%$, conforme ANGHINONI et al., 2004), nem sempre apresentam resposta à adubação nitrogenada. Assim, o teor de MOS não se torna um bom indicador da disponibilidade de N para o arroz irrigado (SCIVITTARO & MACHADO, 2004).

Tabela 1. Produção de matéria verde e seca, teor de nitrogênio (N) e N acumulado no tecido das plantas de arroz irrigado, cultivar Puitá CL, em função dos tipos de solo e condições de umidade. Santa Maria - RS.

Solos	Matéria verde		Matéria seca		Teor N		N acumulado	
	alagado	úmido	alagado	úmido	alagado	úmido	alagado	úmido
	g vaso ⁻¹				 g kg ⁻¹		mg vaso ⁻¹	
224*	77,7 aA	31,3 aB	21,7 aA	7,7 abB	16 bB	34 aA	357,1 aA	252,6 abB
332*	24,3 dA	17,3 cB	3,7 dA	2,7 cA	25 aA	22 bcA	91,4 cA	58,7 dA
442*	28,0 dA	19,7 cB	4,3 cdA	3,7 cA	26 aA	19 cB	112,3 cA	68,0 dB
02**	51,7 bA	32,0 aB	12,3 dA	9,0 aB	26 aB	36 aA	320,2 aA	323,4 aA
03**	36,7 cA	28,7 abB	7,7 cA	6,3 abcA	28 aA	27 bA	213,4 bA	170,4 bcB
04**	29,0 cdA	23,3 bcB	5,3 cdA	4,7 bcA	26 aA	22 bcB	141,1 bcA	104,4 cdA

Valores médios de três repetições com quatro plantas por vaso. * solos de várzea; **solos de sequeiro. Médias na coluna, seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de erro. Médias na linha e mesma variável, seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de erro.

CONCLUSÃO

Os solos de várzea mantidos sob alagamento apresentaram maior disponibilidade de N mineral, especialmente o NH_4^+ , do que quando mantido apenas úmido, o que se refletiu em maior produção de matéria seca e maior quantidade de N acumulado pelas plantas de arroz irrigado.

AGRADECIMENTOS

À Capes pela concessão de bolsa de doutorado e a FAPERGS e ao CNPq pelas bolsas de Iniciação Científica (IC, ITI, PIBIC e PQ).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGHINONI, I. et al. **Fertilidade dos solos cultivados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul.** Cachoeirinha: IRGA. 2004. 51p. (Boletim Técnico).
- CAMARGO, F.A.O. 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.
- HÜBNER, A.P. **Identificação de bactérias diazotróficas endofíticas do grupo bacillus associadas a raízes de plantas de arroz irrigado.** 2004. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- SANTOS, V. B. **Matéria Orgânica e Biomassa Microbiana de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo.** 2003. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solos) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, 2003.
- SCIVITTARO, W. B.; MACHADO, M. O. Adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado. In: GOMES, A. da S., MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de (Org). **Arroz Irrigado no Sul do Brasil.** Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, cap. 9, p. 259-303.
- SOUSA, R.O. **Oxirredução em solos alagados afetada por resíduos vegetais.** 2001. 164f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2001.
- TEDESCO, J. M. et al. **Análise de solos, plantas e outros materiais.** Departamento de solos, Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1995. 174 p.
- VAZOLLER, R.F.; DAMIANOVIC, M.H.R.Z; ARAUJO, J.C. Biodegradação anaeróbia. In: MELLO, I.S.; AZEVEDO, J.L. (Eds.). **Microbiologia Ambiental.** Jaguariúna: Embrapa, 2008. p.217-260.