

# INCUBAÇÃO ANAERÓBICA PARA ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE DE N EM SOLOS APTOS AO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO NO RS

Leandro Souza da Silva<sup>1</sup>; Gerson Laerson Drescher<sup>2</sup>; Natalia Tobin Aita<sup>3</sup>; Laila Garcia Marques<sup>3</sup>; Alexssandro de Freitas de Moraes<sup>3</sup>; Rafael Lago Busanello<sup>3</sup>

Palavras-chave: mineralização, nitrogênio, solos de várzea.

## INTRODUÇÃO

O teor de matéria orgânica do solo (MOS) é a base para as indicações de manejo da adubação nitrogenada nos estados do RS e de SC (CQFS-RS/SC, 2004), pelo fato de grande parte do N (cerca de 95%) estar no solo na forma orgânica. No entanto, para uma mesma expectativa de produtividade de arroz, as doses de N a serem adicionadas ao solo são muito próximas para as diferentes faixas de interpretação de MOS. Este fato pode ser explicado, em parte, pela variação da produtividade de arroz tanto em solos com baixos como com altos teores de MOS, prejudicando a predição da recomendação de adubação nitrogenada (SCIVITTARO & MACHADO, 2004). Além disso, a produtividade e a resposta do arroz irrigado à adubação nitrogenada são muito dependentes do clima, principalmente com relação à temperatura e à radiação solar, o que pode superestimar ou subestimar a resposta da cultura ao nutriente.

Diante da problemática da falta de correlação entre o teor de MOS e a produtividade do arroz irrigado, estudos foram conduzidos visando desenvolver métodos e parâmetros de solo mais eficientes em estimar a disponibilidade de N. Entre esses estudos, métodos de incubação de solo para a estimativa da mineralização de N podem ser realizados. O método original de incubação aeróbica de 30 semanas foi desenvolvido por STANFORD & SMITH (1972) e possui boa correlação com o N mineralizado em campo (CURTIN & McCALLUM, 2004); entretanto, é pouco prático em função do tempo necessário para obtenção dos resultados e não foi destinado para avaliar solos que sofrem alagamento. Outros métodos foram desenvolvidos em condições anaeróbicas e com redução no tempo de incubação, mas com diferentes valores de correlação com o N absorvido pelas plantas em função do grupo de solos utilizados.

Neste sentido, esse trabalho objetiva verificar a correlação entre o N disponível com a incubação anaeróbica em laboratório e a quantidade de N absorvida por plantas de arroz irrigado em solos de várzea do RS.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os solos utilizados foram coletados em áreas representativas de cultivo de arroz irrigado no estado do RS, apresentando amplitude em características químicas, físicas e mineralógicas, fatores que influenciam a taxa de mineralização de N. As coletas abrangeram todas as regiões produtoras de arroz irrigado do estado de RS: Fronteira Oeste (seis amostras), Campanha (oito amostras), Depressão Central (12 amostras), Planície Costeira Interna (uma amostra), Planície Costeira Externa (duas amostras) e Zona Sul (três amostras), totalizando 32 amostras de solos em 17 municípios, sendo estes solos pertencentes a seis diferentes ordens: Chernossolo, Gleissolo, Planossolo, Plintossolo, Neossolo e Vertissolo.

---

<sup>1</sup> Doutor, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900 - Santa Maria - RS, [leandrosoles@ufsm.br](mailto:leandrosoles@ufsm.br)

<sup>2</sup> Doutorado, Universidade Federal de Santa Maria.

<sup>3</sup> Graduado, Universidade Federal de Santa Maria.

Para estimar o potencial de mineralização de N dos solos, foi realizado um experimento de incubação anaeróbica. 5 g de solo foram acondicionados em tubos de vidro com capacidade de 35 mL, sendo posteriormente adicionados 12,5 mL de água destilada, conforme metodologia proposta por BUNDY & MEISINGER (1994). Posteriormente, os tubos de vidro foram cobertos por filme plástico para evitar trocas gasosas com o ambiente externo, acondicionados em séries e armazenados em incubadora do tipo DBO a 40 °C. Os diferentes solos foram incubados com quatro repetições, sendo que cada tubo de vidro constituiu uma unidade experimental. O teor de N mineral ( $\text{N-NH}_4^+$  +  $\text{N-NO}_3^-$ ) obtido pela análise prévia dos solos após extração com KCl 2 mol L<sup>-1</sup> foi considerado como tempo zero (antes da incubação). As demais avaliações do teor de N foram realizadas a cada sete dias durante quatro semanas, e posteriormente aos 42 e 77 dias após o início da incubação. Para a determinação do N mineral, a amostra (solo + água) contida nos tubos de vidro foi colocada em um frasco snap-cap, onde foi adicionado 12,5 mL de KCl 4 mol L<sup>-1</sup>, agitando-se a amostra por 1 hora em agitador horizontal. Após, os frascos foram deixados para decantar durante 30 minutos, quando foi retirada uma alíquota de 10 mL, a qual foi filtrada à 2 µm para posterior determinação do teor de N mineral no aparelho Skalar SAN<sup>++</sup>.

Para quantificar o N disponível às plantas de arroz, um experimento foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Solos da UFSM, onde foram montados vasos com capacidade de 3L, utilizando-se 3 kg dos mesmos solos utilizados na incubação anaeróbica. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Inicialmente, sementes de arroz irrigado da cultivar Puitá Inta CL foram colocadas para germinar. Posteriormente, foi realizado o transplante de 10 plântulas em cada vaso. Após o estabelecimento das mesmas, foram mantidas apenas sete plantas por vaso, selecionando-se as mais desenvolvidas. Dois dias após o transplante, foi aplicada uma lâmina de água de aproximadamente 1 cm, simulando o sistema pré-germinado, de modo que a mineralização da MOS ocorresse anaerobicamente como no experimento de incubação. Após o desenvolvimento das plantas, aumentou-se a lâmina de água para 6 cm. Aos 45 dias de cultivo, a parte aérea das plantas foi coletada e seca em estufa a 65 °C até massa constante. Posteriormente realizou-se a pesagem do material seco para determinação da produção de matéria seca por vaso. A parte aérea das plantas secas foi moída para determinação do teor de N total no tecido em autoanalisador elementar (modelo FlashEA 1112, Thermo Finnigan, Milan, Itália). O N acumulado pelas plantas foi obtido a partir do teor de N no tecido das plantas e a produção de matéria seca de cada um dos tratamentos.

O teor de N disponível após a incubação anaeróbica em cada período de avaliação foi correlacionado com o conteúdo de N acumulado pela parte aérea das plantas de arroz por meio do coeficiente de correlação (r) linear de Pearson ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de N mineral acumulado em quatro semanas (28 dias) de incubação anaeróbica apresentou a maior associação ( $r=0,89$ ) com o teor de N acumulado na parte aérea das plantas de arroz irrigado (Tabela 1), demonstrando que este pode ser um bom indicativo da disponibilidade de N às plantas. Entretanto, a partir da primeira semana de incubação as associações já são elevadas. Cabe salientar também que a escala dos valores observados destas duas variáveis não são exatamente iguais, ou seja, um determinado solo teve valor maior de N mineral disponível aos 28 dias do que a quantidade de N acumulado no tecido da parte aérea considerando uma mesma massa de solo. Essa diferença observada pode ser atribuída ao fato que, nas condições de cultivo a campo ou mesmo em casa de vegetação, a mineralização do N apresenta um padrão diferenciado com relação ao obtido na incubação em laboratório. A presença de plantas pode alterar as condições de aeração da rizosfera, que por sua vez afeta a atividade microbiana, resultando em efeito direto sobre a mineralização e disponibilidade do N. O aporte de material orgânico, via exsudação ou senescência de raízes das plantas de arroz, também pode

proporcionar um aumento da biomassa microbiana que, ao degradar a MOS e os compostos orgânicos liberados pelas raízes, pode utilizar tanto o N orgânico presente no resíduo como o N mineral presente no solo para manter a relação C:N de equilíbrio (AOYAMA & NOZAWA, 1993), diminuindo sua disponibilidade às plantas. Outro fator associado nesta diferença é que, no presente estudo, não foi contabilizada a massa radicular das plantas, que provavelmente assimilou e acumulou quantia considerável de N, devido ao grande volume de raízes produzido pela cultura do arroz. Além disso, pode ter ocorrido perda de  $N-NO_3^-$  devido ao processo de desnitrificação após o alagamento do solo, onde o  $NO_3^-$  é reduzido pelos microrganismos anaeróbios após o consumo do  $O_2$  pelos aeróbios, passando a  $N_2O$  e  $N_2$  voláteis, os quais são perdidos para a atmosfera, desaparecendo do solo com poucos dias de alagamento. Assim, reduz o teor de N disponível às plantas, influenciando no menor acúmulo de N em relação ao mineralizado no experimento de incubação.

Tabela 1. N acumulado na parte aérea (NacPA) das plantas de arroz, N mineral ( $N-NH_4^+ + NO_3^-$ ) ao longo de 77 dias de incubação anaeróbica e a correlação linear de Pearson (r) entre essas variáveis.

Solo	NacPA	Dias de incubação						
		0	7	14	21	28	42	77
		mg N kg <sup>-1</sup> de solo						
1	29,2	20,4	55,7	55,7	83,0	98,5	96,1	100,9
2	21,3	50,6	45,7	45,0	66,9	85,4	83,9	99,1
3	24,8	28,0	46,6	40,3	70,0	89,0	82,1	104,4
4	28,5	20,8	61,8	59,2	88,2	103,9	96,2	107,0
5	32,1	26,3	49,2	57,4	68,7	93,0	97,8	105,2
6	22,7	18,2	20,9	27,7	56,7	63,1	73,3	85,2
7	25,7	23,7	42,8	44,4	70,1	88,3	87,2	96,5
8	23,7	11,2	52,9	41,3	71,0	88,0	83,2	95,4
9	75,7	33,0	75,8	72,0	105,2	122,9	131,7	136,3
10	43,6	22,5	58,8	71,9	91,2	105,3	100,1	110,0
11	67,2	29,7	72,9	83,1	106,7	120,9	109,4	125,0
12	40,6	21,6	64,3	75,5	97,1	111,3	106,0	117,9
13	40,6	22,0	71,4	73,1	94,4	112,4	104,6	113,7
14	36,9	29,2	38,6	65,4	90,3	107,4	100,4	123,9
15	27,7	21,7	64,0	65,4	80,6	99,7	96,2	116,9
16	50,7	25,1	76,3	78,8	102,9	119,3	107,4	114,9
17	67,4	42,0	83,1	83,9	112,8	132,5	121,5	139,2
18	70,8	31,3	85,4	85,4	114,5	128,2	117,9	130,5
19	58,6	20,8	74,3	76,5	101,8	119,4	109,0	134,6
20	19,3	18,9	32,5	34,9	58,6	77,7	83,7	84,2
21	40,7	24,5	70,2	78,7	103,1	116,3	111,4	128,0
22	28,9	27,5	42,5	54,8	83,5	77,3	64,3	66,9
23	41,1	28,0	66,8	76,2	107,0	121,3	111,9	130,5
24	44,8	23,8	79,5	75,8	109,9	122,2	112,6	121,2
25	93,6	39,0	97,9	99,8	124,5	140,7	124,5	144,6
26	61,4	34,7	61,4	52,8	85,7	108,2	100,5	123,9
27	63,7	26,4	72,6	74,7	107,4	123,9	117,3	144,5
28	139,1	43,9	110,3	126,7	140,9	166,6	138,0	173,1
29	29,7	29,6	35,6	50,3	75,8	100,4	101,2	119,5
30	65,7	23,8	83,3	90,5	117,5	138,3	127,1	144,0
31	91,6	35,5	96,3	97,8	130,7	150,5	130,8	152,8
32	63,1	43,1	81,4	81,8	121,8	137,9	119,6	144,9
r	-	0,55	0,86	0,88	0,87	0,89	0,84	0,86

A diferença de temperatura entre os dois ambientes também é um fator que deve ser considerado, pois atua sobre a velocidade metabólica dos microrganismos, podendo acelerar ou retardar a atividade microbiana, com reflexos na decomposição da MOS e na

mineralização do N. INUBUSHI et al. (1985) observaram que a mineralização do N da fração lábil, que acontece no período inicial de incubação, é dependente da temperatura, sendo seguida de uma mineralização da fração lenta ou recalcitrante, a qual não é dependente da temperatura. Neste sentido, a temperatura utilizada neste trabalho foi de 40°C, conforme proposto por BUNDY & MEISINGER (1994), que favorece a mineralização de N em experimento de incubação anaeróbica de curta duração. Já LI et al. (2003) estudando a mineralização do N em solos chineses sob condições de alagamento, evidenciaram que houve aumento da mineralização de 4,0 a 7,7% do N total do solo para 6,3 a 9,4% quando a temperatura passou de 25°C para 35°C, ocorrendo diferenças expressivas no teor de N mineralizado acumulado entre os solos e as diferentes temperaturas após 120 dias de incubação anaeróbica. Deste modo, considera-se que no experimento de incubação foram fornecidas as condições ambientais que potencializam as taxas de mineralização, como temperatura controlada e elevada, o que não acontece no experimento de casa de vegetação, onde ocorrem oscilações entre as temperaturas diurnas e noturnas, mesmo sendo o experimento conduzido durante os meses de outubro, novembro e dezembro, quando as temperaturas foram elevadas.

## CONCLUSÃO

A incubação anaeróbica em laboratório por 28 dias proporciona uma elevada estimativa da disponibilidade de N em solos aptos ao cultivo de arroz irrigado do RS, mas as quantidades disponíveis no período são superestimadas em relação às quantidades absorvidas pelas plantas de arroz.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOYAMA, M.; NAZAWA, T. Microbial biomass nitrogen and mineralization-immobilization processes of nitrogen in soils incubated with various organic materials. **Soil Science and Plant Nutrition**. Tokyo, v. 39, n.1, p. 23-32, 1993.
- 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.
- CURTIN, D.; McCALLUM, F.M. Biological and chemical assays to estimate nitrogen supplying power of soils with contrasting management histories. **Australian Journal of Soil Research**. Collingwood, v. 42, p. 737-747, 2004.
- INUBUSHI, K.; WADA, H.; TAKAI, Y. Easily decomposable organic matter in paddy soil. VI. Kinetics of nitrogen mineralization in submerged soils. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v.4, p. 563-572, 1985.
- LI, H.; HAN, Y.; CAI, Z. Nitrogen mineralization in paddy soils of the Taihu Region of China under anaerobic conditions: dynamic and model fitting. **Geoderma**. Amsterdam, v.115, n. 3, p.161-175, 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**. Pelotas – RS: Sistemas de Produção 03, 2004.