

## Mineralização de nitrogênio em Cambissolo e Gleissolo sob espécies nativas da Mata Atlântica em restauração florestal<sup>(1)</sup>.

Francihele Cardoso Müller<sup>(2)</sup>; Renato Marques<sup>(3)</sup>;

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Capes

<sup>(2)</sup> Doutoranda em Engenharia Florestal; Universidade Federal do Paraná; Curitiba, Paraná; francihelecm@gmail.com;

<sup>(3)</sup> Professor Associado II do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, UFPR, Curitiba-PR.

**RESUMO:** Por meio de métodos de incubação em laboratório pode-se obter uma estimativa das reservas de N mineralizável nos solos, desta forma objetivou-se determinar e comparar a dinâmica de mineralização de N e as quantidades acumuladas de N mineral em Cambissolo e Gleissolo, sob *Senna multijuga* e *Citharexylum myrianthum* em áreas de restauração florestal. As amostras de solo foram coletadas em Antonina-PR. O ensaio foi conduzido sob incubação anaeróbica com extrações aos 14, 28, 42, 56, 70, 84 e 98 dias. Os dados foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias asseguradas pelo teste de Tukey. A mineralização de N foi maior entre 28 e 42 dias de incubação com decréscimo após este período. No Cambissolo os picos de mineralização foram mais prematuros e a produção de N mineral foi maior ao longo do ensaio quando comparado ao Gleissolo. No Cambissolo foi observado efeito positivo da presença da espécie *C. myrianthum*, expresso por maior mineralização de N ao final do ensaio.

**Termos de indexação:** *Senna multijuga*, *Cytharexylum myrianthum*, Nitrogênio inorgânico.

### INTRODUÇÃO

Os microrganismos presentes no solo são responsáveis pelos processos de mineralização de uma quantidade considerável de nutrientes, entre eles o N, potencialmente disponíveis às plantas (Jenkinson, 1988).

A mineralização é o processo onde o N de origem orgânica é transformado em formas inorgânicas, como  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ . Tal processo é conduzido por organismos heterotróficos do solo que utilizam substâncias orgânicas nitrogenadas como fonte de C, N e energia. Em contraponto, a imobilização de N é a transformação do N inorgânico para formas orgânicas. Os processos de mineralização e imobilização são simultâneos e opostos, no solo, onde a dinâmica e intensidade relativa destes depende da quantidade de N mineral no solo. Desta forma, a avaliação destes processos pode prever a disponibilidade de N às plantas em um determinado período de tempo (Camargo et al., 1997).

Considerando que a mineralização de N é influenciada, entre outros fatores, pela temperatura, metabolismo dos microrganismos (Serrano, 1997), umidade, aeração, quantidade e natureza do material orgânico presente no solo, objetivou-se determinar e comparar a dinâmica de mineralização de N e as quantidades acumuladas de N mineral em ensaios de incubação com amostras coletadas em Cambissolo e Gleissolo, sob *Senna multijuga* e *Citharexylum myrianthum*, plantadas em áreas de recuperação florestal no litoral do Paraná.

### MATERIAL E MÉTODOS

As parcelas de estudo estão localizadas na Reserva Natural do Rio Cachoeira, em áreas degradadas da Floresta Atlântica, situada no município de Antonina, Paraná. Os ambientes avaliados foram plantados com espécies de árvores nativas da Floresta Atlântica no ano de 2000, em áreas que foram anteriormente pastagem, onde predominavam capins do gênero *Brachiaria*. Entre as espécies plantadas, foram selecionadas *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby e *Citharexylum myrianthum* Cham., por serem predominantes na área e apresentarem capacidade distinta de absorção de N e uma delas apresentar potencial de fixação biológica de nitrogênio. Os sítios de estudo localizavam-se sobre Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico e o outro sobre Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico/flúvico (SPVS, 2002).

As amostras foram coletadas no final do outono. Sob a projeção das copas das árvores selecionadas, foram definidos dois pontos de coleta (1-2 m do tronco), de onde foi retirada a serapilheira depositada e com auxílio de pá cortadeira abriu-se pequena trincheira da qual foram extraídas as amostras de solo nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm. As duas amostras de solo, de cada camada, foram agrupadas em uma única amostra composta por profundidade e por árvore.

Para a avaliação das taxas de mineralização de N sob condições anaeróbicas, utilizou-se o método descrito por Waring & Bremner (1964). A coleta e preparo das amostras para o ensaio de mineralização, entretanto, foram uma adaptação

do procedimento realizado por Jussy (1998). As amostras compostas de solo, ainda a campo, foram passadas em peneiras de 4 mm de malha. Com auxílio de um cachimbo metálico ( $10 \text{ cm}^{-3}$ ), foram retiradas duas sub-amostras, uma para determinação da umidade de campo e outra para o ensaio de mineralização. Esta última foi colocada em tubo de centrifuga contendo 30 mL de solução extratora de KCl  $2 \text{ mol L}^{-1}$  e encaminhadas ao laboratório, ao final do período de coletas.

No laboratório, 24 horas após as coletas no campo, realizou-se a extração das alíquotas, posteriormente à agitação das amostras por 45 minutos e centrifugação por 10 minutos a uma velocidade de 2000 rpm. As amostras foram filtradas com filtro de filtragem rápida. Esta extração inicial foi denominada de ponto zero. Consecutivamente iniciou-se o processo de incubação anaeróbica das amostras, adaptado de Gonçalves et al. (2001). Em cada tubo, foram adicionados 30 mL de solução nutritiva contendo  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  ( $0,005 \text{ mol L}^{-1}$ ),  $\text{MgSO}_4$  ( $0,002 \text{ mol L}^{-1}$ ) e  $\text{CaCl}_2$  ( $0,005 \text{ mol L}^{-1}$ ), agitados manualmente para dispersão do solo e levados para incubadora, onde permaneceram à temperatura de  $30^\circ\text{C}$ . Passados 14 dias de incubação, realizou-se a primeira extração, e assim prosseguiram-se as demais extrações em intervalos de 14 dias entre as mesmas, totalizando oito extrações e 98 dias de incubação. Previamente a cada nova extração, a solução nutritiva era retirada, após centrifugação dos frascos; em seguida eram adicionados 30 mL da solução de KCl  $2 \text{ mol L}^{-1}$ . Após extração era adicionada nova solução nutritiva aos tubos, com as especificações acima descritas, para novo período de incubação.

A determinação do N mineral ( $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$ ) foi feita na solução sobrenadante filtrada. Para as leituras de nitrato utilizou-se o método de determinação por UV a 210 nm, com redução química do nitrato utilizando-se zinco metálico, adaptado de Heinzmann et al. (1988). Para determinação do  $\text{NH}_4^+$  foi utilizada metodologia baseada no método de determinação do amônio em extrato aquoso, descrito em Apha (2005). A leitura das amostras para avaliação das concentrações de nitrato e amônio foram realizadas a um comprimento de onda de 210 nm e 640 nm, respectivamente, em espectrofotômetro Shimadzu UV Mini 1240.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As diferenças entre as médias foram asseguradas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

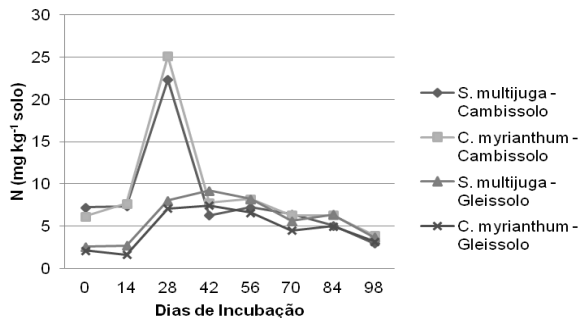
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar as curvas de mineralização não se observa diferenças expressivas no processo de

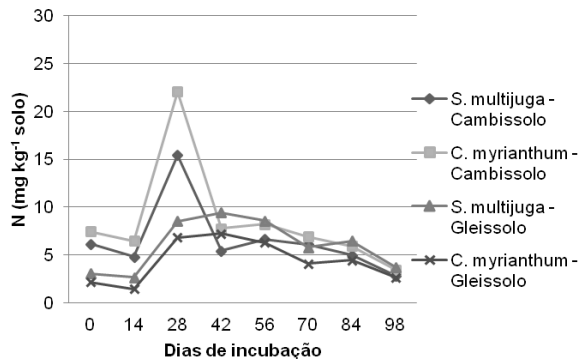
mineralização em função das espécies sobre o solo; provavelmente por serem plantios ainda jovens e matéria orgânica mineralizável ser originária de uso anterior do solo. Ao analisar os resultados em função das profundidades de coleta, observa-se, somente no Cambissolo, pico ligeiramente superior de N mineral na camada de 0-5 cm de profundidade, aos 28 dias de incubação. Mais nitidamente, foi possível observar a distinção dos resultados entre as duas classes de solos, onde o Cambissolo apresentou maiores valores de N mineralizado (Figuras 1 e 2). Em ambas as classes de solos a transformação em N mineral foi maior durante o período inicial de incubação (Figura 1 e 2). Isto ocorre devido ao consumo, pelos microrganismos do solo, de compostos de mais fácil decomposição (Gupta & Reuszer, 1967; Chew et al., 1976).

No Cambissolo, independente das demais variáveis, o pico de mineralização ocorreu aos 28 dias de incubação, com posterior tendência de decréscimo gradual. Para as amostras da área de Gleissolo, a maior produção de N mineral foi entre os 28 e 56 dias de incubação diferenciando-se do Cambissolo na velocidade do processo de mineralização, retardando sua disponibilidade no solo; e com valores mais baixos na quantidade de N mineralizado (Figuras 1, 2, 3 e 4). Sugere-se que, durante a mineralização do N-orgânico do solo, os seus distintos componentes foram transformados a velocidades variáveis, diretamente relacionadas com o caráter lábil ou recalcitrante das frações e com a atividade dos grupos microbianos que as utilizam; podendo ter ocorrido acumulação de alguns compostos orgânicos em função do seu elevado grau de recalcitrância e resistência ao ataque microbiano (Janssen, 1996).

A característica hidromórfica do Gleissolo, que dificulta a oxidação da matéria orgânica, explicaria os valores de mineralização mais baixos neste, uma vez que solos que permanecem úmidos durante a maior parte do ano apresentam camada de matéria orgânica mais espessa que os bem drenados, resultando em decomposição mais lenta dos restos vegetais (Haridasan, 1998). Fato observado nas análises químicas (Müller, 2013), onde no Gleissolo foram encontrados maiores teores C, provavelmente decorrentes de uma menor taxa de mineralização da matéria orgânica ao longo dos anos. Portanto, cada solo possui capacidade intrínseca de fornecer N às plantas a partir da decomposição da matéria orgânica do solo (MOS), em quantidades e taxas diferentes, que dependem do tipo de solo, da atividade microbiana e das condições ambientais (Camargo et al., 1997).

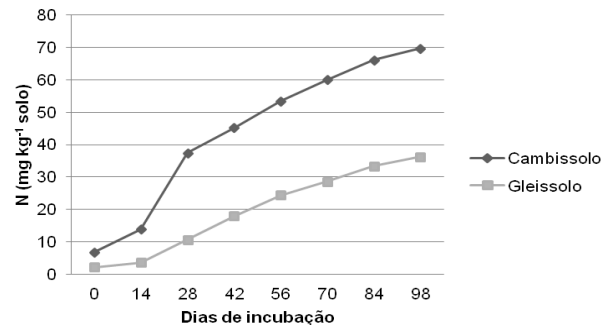


**Figura 1.** Mineralização *S. multijuga* e *C. myrianthum* em duas classes de solo na profundidade de 0-5 cm.

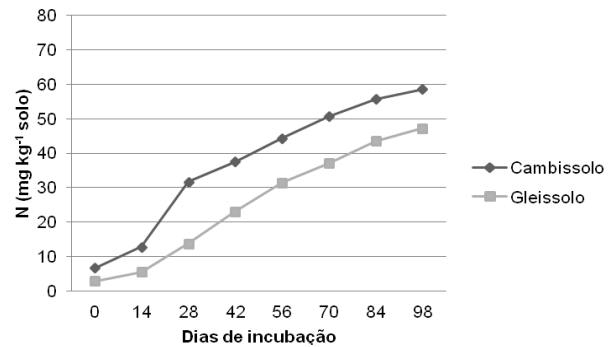


**Figura 2.** Mineralização *S. multijuga* e *C. myrianthum* em duas classes de solo na profundidade de 5-10 cm.

A quantidade de N mineralizado, acumulado aos 98 dias de incubação, sob *C. myrianthum* foi da ordem de 35 mg N kg<sup>-1</sup> solo (Gleissolo) a 70 mg N kg solo<sup>-1</sup> (Cambissolo), enquanto que para *S. multijuga* os valores ficaram entre 50 mg N kg solo<sup>-1</sup> (Gleissolo) e 60 mg N kg solo<sup>-1</sup> (Cambissolo) (Figuras 3 e 4; Tabela 1). Quando ambos os solos são considerados para comparar a mineralização acumulada sob as duas espécies em estudo, não são identificadas diferenças significativas entre as espécies para os valores de N mineral acumulado após 98 dias de incubação. Entretanto diferenças entre as duas classes de solos são observadas (Tabela 1). Por outro lado, se apenas o Cambissolo é considerado, diferenças entre as espécies para os valores de N acumulado são significativas (Tabela 2). Nesta classe de solo, o efeito da espécie sobre a mineralização acumulada se torna expressivo, sugerindo que neste solo o tamponamento quanto às variações na atividade microbiológica é menos efetivo; provavelmente por suas melhores condições ao desenvolvimento microbiano. Mas investigações adicionais são necessárias para melhor compreensão do processo.



**Figura 3.** Mineralização acumulada em Cambissolo e Gleissolo sob *C. myrianthum*.



**Figura 4.** Mineralização acumulada em Cambissolo e Gleissolo sob *S. multijuga*.

**Tabela 1.** N mineral médio acumulado após 98 dias de incubação em Cambissolo e Gleissolo e sob *S. multijuga* e *C. Myrianthum*.

Fatores	N (mg kg <sup>-1</sup> solo)
Cambissolo	64,37 a
Gleissolo	41,79 b
<i>S. multijuga</i>	52,94 A
<i>C. myrianthum</i>	53,22 A

Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas ou maiúsculas) não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** N mineral acumulado após 98 dias de incubação sob *S. multijuga* e *C. myrianthum*, em Cambissolo e Gleissolo.

Interações	N (mg kg <sup>-1</sup> solo)
<i>S. multijuga</i> em Cambissolo	58,62 b
<i>C. myrianthum</i> em Cambissolo	70,13 a
<i>S. multijuga</i> em Gleissolo	47,25 A
<i>C. myrianthum</i> em Gleissolo	36,32 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

Os picos de mineralização de N na fase inicial de incubação em ambos os solos confirmam este comportamento clássico da mineralização do N e sugerem que, neste período, os microrganismos do solo consomem os compostos mais lábeis da MOS.

Ambas espécies apresentaram maior mineralização em Cambissolo, relacionando tal resultado com a maior fertilidade observada nessas áreas se comparadas ao Gleissolo e também devido às condições de aeração do solo, superiores no Cambissolo.

A maior mineralização acumulada de N no Cambissolo sob *Citharexylum myrianthum* do que sob *Senna multijuga*, não observado sob Gleissolo, precisa ser melhor investigada para ser compreendida.

## AGRADECIMENTOS

À Capes pela concessão da bolsa de estudos.

## REFERÊNCIAS

- APHA, A. E. G.; AWWA, A. D. E.; WEF, L. S. C. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington D. C.; American Public Health Association, 1995.
- CAMARGO, F.A.O.; GIANELLO, C.; VIDOR, C. Potencial de mineralização de nitrogênio orgânico em solos do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 22: 575-580, 1997.
- CHEW, W.Y.; WILLIAMS, C.N.; JOSEPH, K.T.; RAMLI, K. Studies on the availability to plants of soil nitrogen in Malaysian tropical oligotrophic peat. I – Effect of liming and pH. Tropical Agriculture, 53: 69-78, 1976.
- GONÇALVES, J.L.M.; MENDES, K.C.F.S.; SASAKI, C.M. Mineralização de nitrogênio em ecossistemas florestais naturais e implantados do estado de São Paulo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 25: 601-616, 2001.
- GUPTA, U.C.; REUSZER, H.W. Effect of plant species on the amino acid content and nitrification of soil organic matter. Soil Science, 104: 395-400, 1967.
- HARIDASAN, M. Solos de Matas de Galeria e nutrição mineral de espécies arbóreas em condições naturais. In: RIBEIRO, J.F., ed. Cerrado: matas de galeria. Planaltina: Embrapa – CPAC, 1998. p. 17-28.
- HEINZMANN, F.X.; MIYAZAVA, M. & PAVAN, M.A. Determinação de nitrato por espectrofotometria de absorção ultravioleta. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 8: 159-163, 1984.
- JANSSEN, B.H. Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. Plant Soil, The Hague, 181:39-45, 1996.
- JENKINSON, D.S. Determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil. In: WILSON, J.B., ed. Advances in nitrogen cycling. Wallingford: CAB International, 1988. p.368-386.
- JUSSY, J-H. Minéralisation de l'azote, nitrification et prélèvement radicaire dans différents écosystèmes forestiers sur sol acide. Effet de l'essence, du stade de développement du peuplement et de l'usage ancien des sols. Nancy, Université Henri Poincaré, 1998. 156p (Tese de doutorado).
- MÜLLER, F.C. Parâmetros químicos e microbiológicos do solo em áreas de restauração florestal na Reserva Natural Rio Cachoeira, Antonina-PR. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, UFPR, 2012. (Dissertação de Mestrado).
- SERRANO, M. I. P. Mineralização, absorção e lixiviação de nitrogênio em povoamentos de *Eucalyptus grandis* sob cultivo mínimo e intensivo do solo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 1997.
- SOCIEDADE DE PESQUISA EM VISA SELVAGEM E DUCAÇÃO AMBIENTAL – SPVS. Levantamento de solos Reserva Natural do Rio Cachoeira. Curitiba, SPVS/TNC, 2002. 192p. (Relatório Técnico).
- WARING, S. A.; BREMNER, J. M. Ammonium production in soil under waterlogged conditions as an index of nitrogen availability. Nature, London, 201: 951-952, 1964.