

Estudo das Relações entre Carbono e Nitrogênio Microbianos e C orgânico e N total em Cultivo de Cevada Fertirrigada com Diferentes Doses de Uréia.

Fabiana Fonseca do Carmo⁽¹⁾, Elenice A. Barbosa⁽²⁾, Juliane C. P. Calça⁽²⁾, Lídia T. Diniz⁽³⁾, Ana Paula Reis⁽²⁾, Bruno T. Diniz⁽⁴⁾, Leonice V. França⁽⁵⁾, Maria Lucrecia Ramos⁽⁶⁾, Walter Quadros⁽⁷⁾.

RESUMO – Hipótese: Não há efeito da adição de fertilizante nitrogenado e diferentes épocas de coleta de solo sobre as relações entre o carbono e o nitrogênio microbianos ($C_{MIC}:N_{MIC}$) e entre o carbono orgânico e nitrogênio total do solo ($C_{ORG}:N_T$) em cultivo de cevada cervejeira. O objetivo do trabalho foi estudar o efeito de doses de nitrogênio e de épocas de coleta de solo, nas relações entre o carbono e nitrogênio da biomassa microbiana e do C orgânico e N total em um solo cultivado com cevada. O experimento foi instalado em junho de 2005, em um Latossolo Vermelho, na Embrapa Cerrados (CPAC), no Distrito Federal. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições; as parcelas receberam as doses de nitrogênio: 20 – 40 – 80 kg ha⁻¹ N e uma testemunha; as subparcelas representaram as épocas de coleta de solo. Realizaram-se três aplicações de N, na forma de uréia: 10 kg ha⁻¹ no 5º dia (14/06) após o plantio; o restante foi parcelado em duas aplicações via fertirrigação, no perfilhamento, realizadas no 27º (08/07) DAP, e no 43º (22/07) DAP. As coletas de solo foram feitas na camada de 0 - 10 cm, para as determinações do carbono e nitrogênio microbianos (C_{MIC} e N_{MIC}); carbono orgânico (C_{ORG}) e nitrogênio total (N_T) do solo e cálculo de suas relações ($C_{MIC}:N_{MIC}$) e ($C_{ORG}:N_T$) em seis épocas de coleta de solos. Houve efeito das doses de N e das épocas de coletas de solo nas relações $C_{MIC}:N_{MIC}$ e $C_{ORG}:N_T$.

Introdução

A biomassa microbiana catalisa transformações bioquímicas essenciais à qualidade do solo e funcionalidade do ecossistema com reflexos nos processos globais, portanto é importante conhecer,

tanto a quantidade da biomassa, quanto a sua fração ativa, Moreira & Siqueira [1].

Nos agroecossistemas, a biomassa microbiana imobiliza entre 100 e 600 kg ha⁻¹ de N e 50 e 300 kg ha⁻¹ de P no perfil do solo, até a profundidade de 30 cm e essas quantidades excedem a aplicação anual de fertilizantes; os nutrientes N, P e K são disponibilizados principalmente pela decomposição da matéria orgânica do solo. Durante esse processo, os materiais são convertidos pelos microrganismos que liberam energia e produzem metabólitos celulares dando suporte e manutenção ao desenvolvimento das plantas, Martens [2]. A liberação ou imobilização desses nutrientes depende da dinâmica dos microrganismos, da qualidade de resíduos vegetais, do rápido retorno e da eficiência de utilização de carbono pela microbiota, Baudoin et al. [3]. O rápido retorno de N ao solo pelos microrganismos contribui com o processo de mineralização e é considerado relevante para a manutenção de ecossistemas naturais, Jenkinson et al. [4].

Os parâmetros biológicos e bioquímicos do solo, tais como: a biomassa microbiana, a atividade enzimática, a taxa de respiração, a diversidade, são indicadores sensíveis que podem ser utilizados no monitoramento de alterações ambientais decorrentes do uso agrícola, sendo ferramentas para orientar o planejamento e a avaliação das práticas de manejo utilizadas, Matsuoko et al. [5]. Por estarem relacionadas aos microrganismos do solo que representam a parte viva e mais ativa da matéria orgânica, estas variáveis respondem mais rapidamente às alterações ocorridas nele, Powlson & Jenkinson [6].

Dentre as várias justificativas para o uso de microrganismos, processos e relações microbiológicos como indicadores da qualidade do solo, destaca-se a capacidade de responder rapidamente a mudanças no solo derivadas de alterações no manejo e ao fato da atividade microbiana do solo refletir a influência conjunta de todos os fatores que regulam a degradação da matéria orgânica e

⁽¹⁾ Mestranda em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – FAV/UnB, Brasília – DF, e-mail: biagrounb@hotmail.com.

⁽²⁾ Graduanda em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – FAV/UnB, Brasília – DF, e-mail: eleniceba@hotmail.com; julianecalaca@hotmail.com; reyspaula@hotmail.com.

⁽³⁾ Doutoranda em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – FAV/UnB, Brasília – DF, e-mail: larcetti@yahoo.com.br.

⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo, e-mail: bruno_unb2004@yahoo.com.br.

⁽⁵⁾ Mestre em Gestão de Solo e Água da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – FAV/UnB, Brasília – DF, e-mail: leonicefranca@yahoo.com.br.

⁽⁶⁾ Professora da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – FAV/UnB, e-mail: lucrecia@unb.br.

⁽⁷⁾ Pesquisador da Embrapa Cerrados/Trigo, e-mail: walter@cpac.embrapa.br.

a transformação dos nutrientes. Os microrganismos além de constituir reservatório dinâmico de nutrientes em todos os ecossistemas, participam ativamente dos processos benéficos como estruturação do solo, fixação biológica de N, solubilização de nutriente; redução de patógenos e pragas de plantas, e degradação de compostos persistentes aplicados ao solo; em associações micorrízicas e em outras propriedades do solo que afetam o crescimento vegetal, Tótola & Chaer [7].

O manejo adequado dos solos, que contribua para aumentar ou conservar a sua qualidade, além de aumentar a produtividade das culturas, contribuirá para manter a boa qualidade ambiental.

O monitoramento da biota do solo e suas relações permitem avaliar não só a sua qualidade, mas o próprio funcionamento de um sistema de produção, pois esta se encontra intimamente associada aos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, na interface solo-planta.

Palavras-chave: Manejo do solo e adubação nitrogenada.

Material e métodos

O ensaio de campo foi conduzido entre junho e setembro de 2005, na Estação Experimental da Embrapa Cerrados (CPAC), localizada em Planaltina, Distrito Federal em um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso (LVd), cultivado há cerca de 15 anos. A área de estudo teve como histórico de cultivo o plantio de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) nos três anos antecedentes ao plantio da cevada, que foi incorporado à área antes da semeadura.

Conforme propriedades químicas do solo da área experimental as seguintes quantidades de fertilizantes foram aplicadas antes do plantio: 165,2 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, e 138,8 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo, distribuindo-se manualmente a lanço e em seguida realizou-se uma gradagem.

O ensaio foi conduzido no sistema de plantio convencional, em um delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições; as parcelas receberam as doses de nitrogênio: 20 – 40 – 80 kg ha⁻¹ N e uma testemunha, e as subparcelas representaram as épocas de coleta de solo. Utilizou-se uréia ((NH₂)₂CO₂) como fonte de nitrogênio, que foi aplicada via fertirrigação.

A fertirrigação ocorreu por meio de um sistema de microaspersão com padrão de molhamento circular, parcelada em duas aplicações: uma aos 27 dias (aparecimento da terceira folha) e a outra aos 43 dias (aparecimento da quinta folha), após o plantio.

O plantio da cultura foi realizado em 09 de junho de 2005, e cada parcela tinha as dimensões de 2 x 4 m, totalizando 8 m², com espaçamento de 0,20 metros, perfazendo 10 linhas de plantas. A área útil da

parcela foi definida por cinco linhas para avaliar os parâmetros químicos e biológicos do solo.

As coletas de solo foram realizadas na profundidade de 0 - 10 cm e em seis épocas: aos 25 (dois dias antes da primeira fertirrigação), 29 (dois dias após da primeira fertirrigação), 39 (quatro dias antes da segunda fertirrigação), 47 (quatro dias após da segunda fertirrigação), 67 (floração) e 113 (após a colheita) dias após o plantio.

A quantificação do carbono (C_{MIC}) e nitrogênio microbianos (N_{MIC}) foi realizada segundo o método clorofórmio-fumigação-extração (CFE), Vance & Brookes et al. [8]. O carbono orgânico do solo foi determinado segundo Embrapa [9] e o nitrogênio total no solo (N total) foi determinado de acordo com Bremner & Mulvaney [10].

Após as determinações citadas acima calculou-se as relações entre o carbono e o nitrogênio microbianos (C_{MIC}:N_{MIC}) e entre o carbono orgânico e o nitrogênio total do solo (C_{ORG}:N_T).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e para os testes de comparação das médias dos tratamentos, foi utilizado o teste de Tukey a 5%, no programa Sisvar.

Resultados

Os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2 mostram que houve interação entre as doses de N aplicadas e as épocas de coleta de solo para as relações entre o carbono microbiano e o nitrogênio microbiano (C_{MIC}:N_{MIC}) e entre o carbono orgânico e nitrogênio total do solo (C_{ORG}:N_T).

Entre as doses de N para as primeira, segunda e quinta coletas não houve diferença significativa. Na terceira época de coleta, a dose 40 kg ha⁻¹ N apresentou o maior valor médio para a relação C_{MIC}:N_{MIC} e o tratamento testemunha apresentou o menor valor. Na quarta época de coleta a dose 40 kg ha⁻¹ N apresentou o maior valor para a relação C_{MIC}:N_{MIC}. Os tratamentos com a dose 20 kg ha⁻¹ N e com a dose 80 kg ha⁻¹ N foram semelhantes à testemunha que teve o menor valor médio da C_{MIC}:N_{MIC}. Na sexta época de coleta, a dose 20 kg ha⁻¹ N apresentou o maior valor e a dose 40 kg ha⁻¹ N o menor.

Comparando-se as épocas de coleta dentro das doses, o tratamento testemunha na sexta época apresentou maior valor para a relação C_{MIC}:N_{MIC}, em relação às primeira, segunda e quinta épocas de coleta e o valor observado variou entre 4,10 e 7,55.

Para o tratamento com 20 kg ha⁻¹ N a sexta época de coleta apresentou o maior valor e a quinta época o menor. Na dose 40 kg ha⁻¹ N, a quarta época de coleta apresentou o maior valor e a primeira, segunda e quinta épocas os menores. Na dose 80 kg ha⁻¹ N, a sexta época de coleta apresentou o maior valor da C_{MIC}:N_{MIC} e a primeira e segunda época apresentaram os menores valores.

A comparação da relação entre o carbono orgânico e o nitrogênio total do solo (C_{ORG}:N_T), entre as doses aplicadas, mostrou que na primeira coleta o tratamento com a dose 20 kg ha⁻¹ N teve o maior valor médio para a relação C_{ORG}:N_T e o tratamento testemunha apresentou o menor valor médio. Na segunda coleta não houve diferença entre os tratamentos. Na terceira coleta o tratamento testemunha apresentou menor valor médio e os tratamentos que

receberam fertilizante não diferiram entre si. Na quarta coleta a dose 40 kg ha⁻¹ N apresentou o maior valor médio da C_{ORG}:N_T e a testemunha o menor valor. Na quinta época de coleta o tratamento testemunha e as doses 20 e 40 kg ha⁻¹ N não diferiram entre si e foram maiores que o tratamento com a dose 80 kg ha⁻¹ N.

Na sexta época o tratamento com a dose 40 kg ha⁻¹ N apresentou o maior valor para a C_{ORG}:N_T, e a testemunha o menor.

Comparando-se as épocas de coleta de solos dentro de cada tratamento observou-se, para a testemunha, que a quinta época de coleta apresentou a maior relação C_{ORG}:N_T em relação às demais épocas de coleta de solos. No tratamento com 20 e 40 kg ha⁻¹ N não houve diferença significativa entre as épocas de coleta de solo. Para a dose 80 kg ha⁻¹ N, a terceira época de coleta, apresentou o maior valor médio para a relação C_{ORG}:N_T (15,82) e a quinta coleta o menor valor (12,96).

No geral, a relação C_{ORG}:N_T do solo variou de 12,70, para a terceira época de coleta no tratamento sem adição de nitrogênio a 16,34, na quinta época de coleta, também no tratamento sem adição de fertilizante. O valor médio da relação C_{ORG}:N_T foi de 14,80.

Discussão

A relação C/N na biomassa microbiana do solo (C_{MIC}:N_{MIC}) está intimamente relacionada com a composição qualitativa da biomassa microbiana do solo, Dumontet et al. [11], como tal relação expressa a eficiência da biomassa em imobilizar C ou N, a mesma pode ser adequada para avaliar sistemas de manejo do solo uma vez que alterações nessa relação podem significar alterações qualitativas da biomassa microbiana. No presente estudo, observou-se que, no geral, a adubação nitrogenada promoveu um aumento da relação C_{MIC}:N_{MIC}. Entre as épocas de coleta, a sexta coleta, após a colheita, apresentou os maiores valores para a relação C_{MIC}:N_{MIC}, independentemente da dose de nitrogênio aplicada o que parece indicar que após a colheita pode ter ocorrido uma mudança qualitativa na biomassa microbiana do solo.

A comparação da relação entre o carbono orgânico e o nitrogênio total do solo (C_{ORG}:N_T), entre as doses aplicadas, mostrou que na primeira, terceira, quarta e sexta épocas de coleta os valores de (C_{ORG}:N_T) foram maiores para os tratamentos que receberam nitrogênio se comparados ao tratamento sem adição de fertilizante.

Comparando-se as épocas de coleta de solos dentro de cada tratamento observou-se, para a testemunha, que a quinta época de coleta apresentou a maior relação C_{ORG}:N_T em relação às demais épocas de coleta de solos. No tratamento com 20 e 40 kg ha⁻¹ N não houve diferença significativa entre as épocas de coleta de solo.

Os menores valores da relação C_{ORG}:N_T encontrados para o tratamento testemunha na primeira e segunda coletas e para os tratamentos testemunha e

dose 80 kg ha⁻¹ N na quarta e sexta coletas indicam um possível aumento na taxa de mineralização da matéria orgânica do solo.

Os valores encontrados variaram de 12,70% a 16,34% e foram compatíveis com resultados encontrados por Stevenson [12], em estudos sobre solos tropicais não revolvidos, na camada de solo de 0 – 20 cm, onde a relação C_{ORG}:N_T variou de 10 a 15/1.

Conclusão

Houve efeito das doses de N e das épocas de coletas de solo nas relações C_{MIC}:N_{MIC} e C_{ORG}:N_T.

Agradecimentos

À Embrapa Cerrados (CPAC) por ceder a área para a instalação do experimento e os préstimos de seus pesquisadores e funcionários. À PETROBRAS pelo financiamento do projeto e aos alunos da Universidade de Brasília que auxiliaram na condução do experimento em campo e nas análises laboratoriais.

Referências

- [1] MOREIRA, F.M. de S. & SIQUEIRA, J.O. 2006. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: Editora UFLA. 729p.
- [2] MARTENS, R. 1995. *Current methods for measuring microbial biomass-C in soil: Potential and limitations*. Biol. Fertil. Soils, 19:87-99.
- [3] BAUDOIN, E.; BENIZRI, E.; GUCKERT, A. 2003. *Impact of artificial root exudates on the bacterial community structure in bulk soil and maize rhizosphere*. Soil Biol. Biochem., 35:1183-1192.
- [4] JENKINSON, D. S.; BROOKES, P.C.; POWLSON, D.S. 2004. *Measuring soil microbial biomass*. Soil Biol. Biochem., 36:5-367.
- [5] MATSUOKO, M.; MENDES, I.C. & LOUREIRO, M.F. 2003. *Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT)*. R. Bras. Ci. Solo, 27:425-433
- [6] POWLSON, D.S.; JENKINSON, D.S. 1981. *A comparison of the organic matter, biomass, adenosine triphosphate and mineralizable nitrogen contents of ploughed and direct drilled soils*. J. Agric. Sci., 97:713-721.
- [7] TÓTOLA, M.R. & CHAER, G.M. 2002. *Microorganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos*. In: ALVAREZ, V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V. & COSTA, L.M. (Eds.). *Tópicos Ci. Solo*. Viçosa: SBCS, 2:195-276.
- [8] VANCE, E.D., BROOKES, P.C., JENKINSON, D.S. 1987. *An extraction method for measuring soil microbial biomass C*. Soil Biol. Biochem., 19:703-707.
- [9] EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. *Manual de métodos de análises de solos*. 2ed. Rev. atual. Rio de Janeiro, 212p. (EMBRAPA).
- [10] BREMNER, J.M.; MULVANEY, C.S. 1982. Nitrogen total. In: *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison, Part 2: Chemical and Microbiological Properties. (Agronomy Monograph n° 9). USA. p.595-641.
- [11] DUMONTET, S.; DINEL, H.; SCOPA, A.; MAZZATURA, A.; SARACINO. 1996. *A. Post-fire soil microbial biomass and nutrient content of a pine forest soil from a dunal Mediterranean environment*. Soil Biol. Biochem., 28:1467-1475.
- [12] STEVENSON, F.J. 1994. *Humus chemistry: Genesis, composition, reactions*. 2.ed. New York, John Wiley & Sons. 496p.

Tabela 1. Relação entre o carbono e o nitrogênio microbianos do solo ($C_{BMS}:N_{BMS}$) em cultivo de cevada sob fertirrigação com diferentes doses de uréia, em seis épocas de coletas.

Época das coletas	Testemunha	Doses de N ($kg\ ha^{-1}$)		
		20	40	80
Época 1 ⁽²⁾	4,20aB ⁽¹⁾	5,17aBC	3,77aC	3,51aB
Época 2	4,15aB	4,14aBC	4,26aC	3,91aB
Época 3	5,00bAB	6,52abAB	7,76aAB	5,94abAB
Época 4	4,81bAB	3,69bBC	8,36aA	5,75abAB
Época 5	4,10aB	3,20aC	2,90aC	4,99aAB
Época 6	7,55abA	8,6aA	5,08bAB	7,03abA

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas (comparação entre as doses) e maiúscula nas colunas (comparação entre as épocas), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

⁽²⁾ 1^a (25 DAP): 2 dias antes da primeira fertirrigação; 2^a (29 DAP): 2 dias após a primeira fertirrigação; 3^a (39 DAP): 4 dias antes da segunda fertirrigação; 4^a (47 DAP): 4 dias após a segunda fertirrigação; 5^a (67 DAP): floração; 6^a (113 DAP): após colheita.

Tabela 2. Relação entre o carbono orgânico e nitrogênio total do solo ($C_{ORG}:N_T$), em cultivo de cevada sob fertirrigação com diferentes doses de uréia, em seis épocas de coletas.

Época de coleta	Testemunha	Dose de N ($kg\ ha^{-1}$)		
		20	40	80
Época 1 ⁽²⁾	13,63bB	15,81aA	14,83abA	14,90abAB
Época 2	14,05aB	14,50aA	14,73aA	14,66aAB
Época 3	12,70bB	14,76aA	15,01aA	15,82aA
Época 4	13,45bB	14,66abA	15,46aA	14,13abAB
Época 5	16,34aA	16,05aA	15,32aA	12,96bB
Época 6	14,18bB	15,94abA	16,32aA	15,06abAB

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas (comparação entre as doses) e maiúscula nas colunas (comparação entre as épocas), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

⁽²⁾ 1^a (25 DAP): 2 dias antes da primeira fertirrigação; 2^a (29 DAP): 2 dias após a primeira fertirrigação; 3^a (39 DAP): 4 dias antes da segunda fertirrigação; 4^a (47 DAP): 4 dias após a segunda fertirrigação; 5^a (67 DAP): floração; 6^a (113 DAP): após colheita.