

CAROLINE MIRANDA BIONDI

**FRAÇÕES ORGÂNICAS DE NITROGÊNIO EM SOLOS COM DIFERENTES
USOS AGRÍCOLAS E SUA DISPONIBILIDADE PARA PLANTAS**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Solos e Nutrição de
Plantas, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2006**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

B615f
2006

Biondi, Caroline Miranda, 1979-
Frações orgânicas de nitrogênio em solos com
diferentes usos agrícolas e sua disponibilidade para
plantas / Caroline Miranda Biondi – Viçosa : UFV, 2006.
xii, 43f. : Il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui apêndice.
Orientador: Reinaldo Bertola Cantarutti.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de
Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 34-36.

1. Fertilidade do solo. 2. Compostos orgânicos.
3. Solos – Teor de nitrogênio. I. Universidade Federal de
Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 631.42

CAROLINE MIRANDA BIONDI

FRAÇÕES ORGÂNICAS DE NITROGÊNIO EM SOLOS COM DIFERENTES
USOS AGRÍCOLAS E SUA DISPONIBILIDADE PARA PLANTAS

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Solos e Nutrição de
Plantas, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

APROVADA: 06 de março de 2006.

Prof. Ivo Ribeiro da Silva
(Conselheiro)

Prof. Júlio César Lima Neves
(Conselheiro)

Prof. Roberto Ferreira de Novais

Prof. Mauricio Dutra Costa

Prof. Reinaldo Bertola Cantarutti
(Orientador)

À Vovó Zeza, minha primeira mestra, exemplo de garra e determinação, e eterna fonte de admiração;

Aos meus queridos pais, pelo amor incondicional e certeza de um porto seguro;

A Michelle e Matheus, meus irmãos de sangue e alma, pela felicidade de tê-los como companheiros de caminhada.

Dedico.

Ao meu amado Clístenes, pelo prazer de encontrá-lo
neste universo, apesar de toda a improbabilidade que é a vida...

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar no comando de minha vida

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar o Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento dos meus estudos

Ao Professor Reinaldo Cantarutti, pela dedicação, empenho e confiança depositada no transcorrer da minha orientação, na parceria que foi a realização desta tese.

Ao Professor Ivo Ribeiro da Silva, pela valorosa contribuição com suas sugestões e críticas.

Aos Professores Júlio César Lima Neves, Ivo Jucksch e João Ker pela amizade em todos os momentos.

Aos Professores Roberto Ferreira de Novais, João Ker e Victor Hugo Alvarez V., pelo exemplo de ética e profissionalismo.

Ao Professor Maurício Dutra Costa, pela valiosa contribuição e sugestões.

A Carlos Fonseca, Cláudio e Geraldo Robésio, pela dedicação e eficiência que tornaram possível a execução deste trabalho.

Aos estagiários Bruna e Fabiano, pela dedicação ao trabalho e amizade.

Aos companheiros de laboratório: Jorge Orlando, Zélia, Sara, Fernanda, Bruno, Amanda, Renato, Ezequiel, Felipe, Raphael e Edson, pelo apoio e companherismo.

Aos amigos Gustavo, Patrícia, Christiana, Eulene, Paloma, Karina, Helga, Cristiane, Cíntia, Ilmalúcia, Carlos, Luiz, Guilherme e Edenilson, por todas as lágrimas e risos compartilhados.

À Leila, pela amizade e prazeroso convívio diário.

À Gina, Hebert, Jane, Míria, Marcela, Túlio, Anderson, Silvana, Jeane, Adelaide e Bruno, por todo o incentivo e presença constante em minha vida, mesmo quando fisicamente distantes.

Aos Professores Mauro Carneiro, Clístenes Nascimento e Paulo Klinger, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, por me conduzirem nos primeiros passos na Ciência do Solo e me ensinarem a amá-la como a amo.

BIOGRAFIA

CAROLINE MIRANDA BIONDI, filha de Jesuíno Albérico Biondi e Rosângela Maria Miranda Biondi, nasceu em Recife, PE, em 13 de julho de 1979.

Em dezembro de 1998, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal Rural de Pernambuco, durante o qual integrou o Programa PET-SESu, de dezembro de 1999 a fevereiro de 2004. Diplomou-se em fevereiro de 2004.

Em março de 2004, ingressou no curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, na UFV, submetendo-se à defesa de tese em março de 2006.

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| RESUMO | viii |
| ABSTRACT | xi |
| 1. INTRODUÇÃO | 01 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 05 |
| 2.1. Áreas de Coleta dos Solos | 05 |
| 2.2. Caracterização das Frações Orgânicas de N | 11 |
| 2.3. Disponibilidade de Nitrogênio | 13 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 15 |
| 3.1. Caracterização das Frações Orgânicas de N | 15 |
| 3.2. Biodisponibilidade de Nitrogênio | 27 |
| 4. CONCLUSÕES | 33 |
| 5. LITERATURA CITADA | 34 |
| APÊNDICE | 37 |

RESUMO

BIONDI, Caroline Miranda, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2006. **Frações orgânicas de nitrogênio em solos com diferentes usos agrícolas e sua disponibilidade para plantas.** Orientador: Reinaldo Bertola Cantarutti. Co-orientadores: Ivo Ribeiro da Silva e Júlio César Lima Neves.

Para subsidiar modelagens que possibilitem a predição da mineralização e a disponibilidade de N do solo é necessário um conhecimento mais amplo a respeito dos conteúdos e distribuição das formas orgânicas de N, que constituem cerca de 98% do N do solo, e suas alterações em resposta aos sistemas de manejo e qualidade dos resíduos adicionados. Com este propósito, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a distribuição das frações orgânicas de N e suas relações com a disponibilidade do N para plantas em solos com diferentes históricos de uso agrícola. Para tal, foram utilizadas amostras de solos cultivados com milho, por 20 anos, com integração agricultura-pecuária e com uso contínuo com pastagem. Um Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico cultivado com milho foi coletado em área experimental, no município de Coimbra, MG, onde se tem avaliado a produção sem adubação e com adubação anual de 250 e 500 kg ha⁻¹ de 4-14-8 ou de 10 t ha⁻¹ de composto orgânico. Um Argissolo Vermelho-Amarelo fase terraço utilizado com integração agricultura-pastagem foi amostrado na Fazenda Barra Mansa, município de Rio Casca, MG. As amostras foram coletadas em

pastagem de *Brachiaria decumbens* estabelecida há mais de dez anos; em pastagem de *B. brizantha* estabelecida em consórcio com milho em sistema de plantio direto (SPD) há quatro anos; em pastagem de *B. brizantha*, ainda em fase de estabelecimento, em consórcio com milho em SPD, após um cultivo com soja; em uma área com cultivo contínuo de milho em SPD após longo período com pastagem; em uma área com cultivo contínuo com milho para produção de grãos; em uma área cultivada com sorgo para silagem há, pelo menos, quatro anos, e em uma área de mata de eucalipto e espécies nativas regeneradas. Esses dois solos localizam-se em região típica do Bioma Mata Atlântica. Um Latossolo Vermelho-Amarelo textura média com pastagens de *B. brizantha* foi amostrado na Unidade de Bovinocultura da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba-CODEVASF, em Brasilândia de Minas, MG, sob influência do Bioma Cerrado. Nessa área, amostrou-se solo de uma pastagem de 15 anos caracterizada como produtiva; de uma pastagem de 18 anos, caracterizada como degradada, e de uma pastagem reformada há um ano com revolvimento do solo e ressemeio da forrageira. As amostras foram coletadas nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Fez-se a caracterização das formas orgânicas de N mediante dois processos de hidrólise ácida, utilizando-se 10g de solo (<0,149mm) e 20 mL de solução sendo realizadas a 110 °C sob refluxo. Em um dos processos de hidrólise utilizou-se HCl 6 mol L⁻¹, ficando sob refluxo durante 24 h. No outro utilizou-se HCl 1mol L⁻¹ sob refluxo durante 3 h. Em seguida, os hidrolisados foram obtidos por filtração a vácuo e o pH corrigido para 6,5 com NaOH. Procedeu-se também à extração do amônio com KCl 2 mol L⁻¹ (relação 1:10). Determinaram-se as frações orgânicas de N-não hidrolisado e o total do N orgânico hidrolisado, quantificando-se as frações N-α amino, N-hexosamina, N-amida e o N-não identificado. Vasos contendo 500 g de TFSA (dos cinco centímetros superficiais) de nove dos solos utilizados na caracterização das formas orgânicas foram utilizados para avaliação da disponibilidade de N para plantas. Foram realizados quatro cultivos com milheto e, um quinto cultivo, com milho, com duração média de 20 dias cada um. Após o quinto cultivo computou-se o N absorvido. As amostras dos solos foram submetidas aos mesmos processos de hidrólise ácida para determinar as formas orgânicas de N, como descrito anteriormente. Em termos gerais, observou-se redução nos

teores médios das formas menos recalcitrantes, e aumento das formas de mais difícil degradação nas camadas de 5-10 e 10-20cm. Na área com cultivo de milho constatou-se que a adubação orgânica incrementou, na camada de 0-5 cm, o teor de N total, N-não hidrolisado, N total hidrolisado, contudo, esse incremento foi significativo apenas na fração N-não identificado. O teor de N no solo sob pastagem produtiva foi maior que os valores encontrados sob pastagem degradada ou recuperada, na profundidade de 5-10 cm, não sendo constatada esta diferença nas demais profundidades. O N α -amino e o N-hexosamina foram as formas de N orgânico predominantes em todos os solos submetidos à hidrólise ácida, independente do tipo de manejo e da profundidade de amostragem. Os teores de N total e nas frações orgânicas de N foram maiores nos dois Argissolos do que no Latossolo Vermelho-Amarelo, devido aos baixos teores de argila deste solo, resultando em uma menor formação de complexos argilo-húmicos responsáveis pelo aumento da estabilidade de matéria orgânica nos solos. Todavia, as condições de uso agrícola não exerceram influência marcante sobre os teores de N das formas orgânicas hidrolisadas. Perdas paralelas de N durante o cultivo, principalmente pelo processo de desnitrificação, inviabilizaram a determinação da contribuição das frações a disponibilidade de N para plantas.

ABSTRACT

BIONDI, Caroline Miranda, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March 2006. **Organic fractions and availability of nitrogen in soils under different agricultural land uses.** Adviser: Reinaldo Bertola Cantarutti. Co-Advisers: Ivo Ribeiro da Silva and Júlio César Lima Neves.

There is a need for better knowledge on the contents and distribution of N organic fractions in order to predict the mineralization and availability of such element in soil. Taking into account that organic N comprises 98% of soil total N, it is also important to study the N organic fractions changes related to soil management and wastes quality. The work was carried out to characterize the distribution of the N organic fractions and their relationship with N availability to plants in soils under different agricultural land use. Soil samples from 20-year-long cultivated areas of corn under either integrated agriculture-pasture system or pasture were used. An Oxisol cultivated with corn was collected from a previous experiment located in Coimbra, Minas Gerais State (MG). This experiment had been used to study corn yield without fertilization or fertilized with either mineral fertilizer (250 and 500 kg ha⁻¹ of 04-14-08) or compost (10 t ha⁻¹). An Ultisol under integrated agriculture-pasture system was sampled at Barra Mansa farm, Rio Casaca town, MG. Such samples were collected from the following agricultural land use: a) an over 10-year-old *Brachiaria decumbens* pasture; b) a consortium of *B. brizhanta* pasture-corn under no-

tillage (NT) for 4 years; c) a *B. brizhanta*-corn consortium under NT after soybean cultivation; d) a continually cultivated area of corn under NT followed by pasture; e) an area of cultivated corn; f) an field cultivated with sorghum for at least 4 years; and g) an eucalyptus and native species regenerated stand. Both the Oxysol and Ultisol lie in the Green Forest bioma. Another Oxysol under *B. brizantha* cultivation was sampled from CODEVASF (São Francisco and Parnaíba Valleys Development Company) in Brasília, MG. This soil is under the Cerrado bioma influence. Samples were taken from three areas: a 15-year-old productive pasture; an 18-year-old degraded pasture; and a 1-year-old reformed pasture. Such samples were taken from three soil layers (0-5, 5-10, and 10-20 cm). The N organic fractionation was performed through two acid hydrolysis procedures using 10 g of soil (<0.149 mm) and 20 mL of solution under heated reflux (100 °C). The first procedure was carried out utilizing a 24-hour reflux with HCl 6 mol L⁻¹ while the second one used a 3-hour reflux with HCl 1mol L⁻¹. Then the hydrolysates were obtained by vacuum filtration and the pH adjusted to 6.5 using NaOH. Ammonium was also extracted with KCl 2 mol L⁻¹ (1:10 ratio). The organic fractions of non-hydrolysed N and hydrolysed total organic N were determined as well as the fractions of N-α amino, N-hexosamine, N-amide, and non-identified N. Samples of nine soils were used to evaluate N availability to plants. Pots contained 500 g of sieved soil (2 mm) from the 0-5cm layer. Four pearl millet croppings followed by one corn cropping, 20 days long each, were used to calculate the N uptake. Soil samples from this experiment were also submitted to the acid hydrolysis procedures as previously described. Overall, regarding the 5-10 and 10-20 cm layers, the results showed a decrease in the mean concentrations of the least recalcitrant fractions as well as an increase in the fractions most resistant to degradation. For the cultivated area of corn, organic fertilization increased the concentrations of total N, non-hydrolysed N, and total hydrolysed N in the 0-5 cm layer. However, such an increase was significant only for the non-identified N. The N concentration for the soil (5-10 cm layer) under productive pasture was higher than for both the degraded and reformed pastures. There was no difference for the other soil layers. N α-amino and N-hexosamine were the N forms mostly found in the soils submitted to acid hydrolysis regardless management and soil layer. Both total N and N organic fractions were higher in the Ultisols than in the Oxysol.

This was due to the low clay content in the Oxysol what results in decreased clay-humic complexes formation that estabilizes soil organic matter. On the other hand, different agricultural land uses did not influence the concentrations of the hydrolysed organic N fractions. N losses during cropping by denitrification impaired the evaluation of the fractions contribution to N availability to plants.

1. INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) é exigido em grandes quantidades pelas culturas, fazendo parte de aminoácidos, açúcares aminados, ácidos nucleicos, enzimas, hormônios e clorofila, correspondendo a cerca de 4 % da matéria seca vegetal. A intensa dinâmica das formas inorgânicas no solo, aliada à lenta mineralização das formas orgânicas, tornam o N um elemento limitante ao crescimento e desenvolvimento vegetal.

O N inorgânico, amoniacal e nítrico, corresponde a menos de 10 % do N do solo e está sujeito a diversos processos de perda para a atmosfera e de movimentação no perfil do solo, o que favorece intensa elevada variação de seus teores, em um curto tempo (Sangoi et al., 2003; Kemmitt et al., 2005; Dittert et al., 2005; Wang et al., 2005).

O N presente nos resíduos orgânicos depositados ao solo ou formando a matéria orgânica humificada, corresponde a cerca de 95 % do N total do solo. Entretanto, para tornar-se disponível para as plantas, estas formas necessitam ser mineralizadas. A velocidade com que os resíduos são decompostos e o N mineralizado é condicionada a diversos fatores abióticos e bióticos, tais como: temperatura, umidade, suprimento de oxigênio, pH, disponibilidade de nutrientes, textura de solo, proteção física da matéria orgânica do solo (MOS), eficiência de assimilação de carbono da microbiota do solo, recalcitrância dos resíduos orgânicos e estabilidade da MOS.

Características intrínsecas ao tecido vegetal, que variam com a parte da planta e estágio de desenvolvimento, como teores de polifenóis, celulose e lignina, além das relações C:N, C:S, polifenol:N, lignina:N, definem a taxa de mineralização dos resíduos orgânicos, influenciando na disponibilização do N no solo (Monteiro et al, 2002; Mendonça & Stott, 2003). Quando essas relações e teores são elevados, a mineralização é reduzida e os processos de humificação e acúmulo de matéria orgânica favorecidos, acarretando manutenção de N em formas mais estabilizadas, ligadas à MOS. Tais formas constituem-se numa reserva de N de médio a longo prazo. Além disso, o N é importante no processo de humificação da matéria orgânica, favorecendo a liberação de C dos resíduos para as frações humificadas. Esse fato foi observado por Aber et al. (1990), ao verificarem que nas áreas que receberam adubação nitrogenada, 30 a 50 % do C das serapilheiras, de várias áreas florestais nos EUA, foram transferidos à fração humificada, contra apenas 20 % na ausência da adubação.

A especificação das formas orgânicas de N no solo permitem maior conhecimento da contribuição relativa para a disponibilidade do N. A determinação das formas orgânicas de N dá-se por meio da hidrólise ácida. Nesse processo são hidrolisados compostos orgânicos menos complexos, tais como N-aminoácidos, N-açúcares aminados e N-amida, enquanto que, as formas mais recalcitrantes, incluindo compostos derivados de N-benzeno e formas peptídicas refratárias, não são hidrolisadas (Schulten & Schnitzer, 1998). Operacionalmente, obtém-se pelo processo de hidrólise as frações: N-não identificado, N-hexosaminas, N-amida, N-amônio, N-aminoácido e N-não identificado, além do residual não hidrolisado.

Frações não hidrolizadas apresentam elevada recalcitrância e conteúdo de polifenóis e, conseqüentemente, maior tempo de residência no solo e menor biodisponibilidade (Bremner, 1996). Por outro lado, frações facilmente hidrolizadas são mais ativas e têm maior contribuição na disponibilidade do N para as plantas.

Aminoácidos e açúcares aminados são as formas orgânicas de N predominantes identificadas no solo (Duxbury et al., 1989). As hexosaminas (açúcares aminados) derivam, principalmente, da microbiota do solo, cujo teor ligado à intensidade da atividade microbiana. Jones & Kielland (2002) sugerem

que a conversão das proteínas a aminoácidos (aminação) limita mais a disponibilidade de N para as plantas do que a conversão dos aminoácidos a amônio (amonificação), uma vez que a ciclagem dos aminoácidos na solução do solo pode atingir mais de 20 ciclos por dia.

Kai et al. (1973) indicam os aminoácidos como compostos de alta susceptibilidade à mineralização. Corroborando com essa indicação Gonzáles-Prieto et al. (1997) constataram ao avaliarem as frações orgânicas de N em solo cultivado com milho e com pastagem, que a fração α -amino reduziu durante o período de desenvolvimento da planta.

O N-aminoácido é determinado após o tratamento do hidrolisado com ninhidrina, que oxida especificamente aminoácidos que contêm o grupamento NH_2 ligado ao carbono- α . Outros aminoácidos, tais como a lisina, em que o NH_2 liga-se a outro carbono da estrutura molecular, não são oxidados, sendo, portanto, quantificado como N-não identificado (Stevenson, 1994). Aminoácidos e hexosaminas podem, também, ser parcialmente degradados e quantificados na fração inorgânica N-amônio (Camargo et al., 1997). Grande proporção das formas hidrolisadas de N orgânico é composta por N-aminoácido estabilizado nos complexos organominerais (Knicker et al., 2000; Xu et al., 2003), associado, principalmente, aos óxidos da fração argila (Schulten & Schnitzer, 1998).

Os açúcares aminados predominantes nos solos são D-glicosamina e D-galactosamina (Stevenson, 1994). Outros aminoácidos, detectados em menores teores, são: ácido murâmico, D-mannosamina, N-acetil glicosamina e D-fucosamina.

Informações sobre a especiação do N orgânico em solos de regiões tropicais são escassas. São mais frequentes informações sobre teores e dinâmica das formas inorgânicas e sobre o N total do solo. Além da escassez de dados, as comparações entre as informações existentes é comprometida pela diversidade de protocolos utilizados na hidrólise, sobretudo quanto à concentração do ácido, tempo e temperatura da hidrólise. Camargo et al. (1996), ao compararem os principais protocolos para hidrólises ácidas de formas orgânicas de N, constataram, para um grupo de solos do Rio Grande do Sul, uma diferença média de três vezes nos teores de N na fração hexosamina.

Há indícios de que o manejo do solo, a fertilização e a recalcitrância do resíduo orgânico aportado ao solo alterem a distribuição do N nas diferentes frações orgânicas. O N aplicado como fertilizante, e inicialmente imobilizado, é mineralizado com mais rapidez que o N presente na MOS, contribuindo de modo mais efetivo para a disponibilidade de N (Kai et al., 1973). Isto ocorre antes que seja incorporado a formas orgânicas de maior tempo de residência no solo. De acordo com esses autores, o N aplicado na forma de nitrato de potássio distribuiu-se, nas primeiras 20 semanas, principalmente, entre as frações aminoácido e N-não identificado. O N, adicionado ao solo via adubação com formulações NPK, foi encontrado, predominantemente, nas formas N-amoniacal e N-aminoácidos após o primeiro ano de fertilização. Aplicações de fertilizante mineral, durante o período de 15 anos, aumentaram o teor do amônio no hidrolisado do solo, enquanto que a aplicação combinada de adubo orgânico e mineral resultou no aumento de N nas frações açúcar aminado e aminoácido (Xu et al; 2003). Ainda nesse estudo, observou-se teor mais elevado de açúcares aminados (hexosaminas) na camada arada em sistema de plantio direto (SPD) do que em cultivo convencional.

Diante do exposto, conclui-se que são essenciais trabalhos que ampliem o conhecimento a respeito dos teores e distribuição das formas orgânicas de N, em resposta aos sistemas de manejo e qualidade de resíduos adicionados ao solo, necessários para subsidiar modelagens que possibilitem a predição da mineralização e da disponibilidade de N do solo. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a distribuição do N do solo nas frações orgânicas e suas relações com a disponibilidade de N para plantas em solos com diferentes históricos de uso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Áreas de Coleta dos Solos

Para a realização do presente trabalho foram utilizadas amostras de solos cultivados com milho com adubação orgânica e inorgânica, de pastagens exclusivas e em integração com agricultura-pecuária.

No município de Coimbra, Zona da Mata Mineira, na estação experimental da Universidade Federal de Viçosa, foram coletadas amostras de um Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico fase terraço muito argiloso, em um experimento onde se tem avaliado o efeito da adubação orgânica e inorgânica sobre a produção de milho durante os últimos 20 anos. As amostras foram coletadas nas parcelas sem adubação e nas fertilizadas com 250 kg/ha/ano de 4-14-8 (+20 kg/ha/ano de N, sulfato de amônio ou uréia, em cobertura) e 500 kg/ha/ano de 4-14-8 (+ 40 kg/ha/ano de N, sulfato de amônio ou uréia, em cobertura) e 10 t/ha/ano de composto orgânico, formado por resíduos vegetais e esterco bovino. O composto orgânico foi sempre aplicado no sulco de plantio; no entanto, no último ano, quando se adotou o sistema plantio direto (SPD), ele passou a ser aplicado em cobertura ao lado da linha de plantio, após a emergência do milho. Ao longo do período experimental, a acidez do solo foi corrigida com adição de calcáreo de acordo com a análise do solo e as exigências para cultura do milho. As parcelas de 64 m² eram compostas por oito linhas de plantio de oito metros de comprimento, espaçadas de um metro.

A área útil (12 m²) era composta pelas quatro linhas centrais, onde coletaram-se amostras compostas de 20 amostras simples. Para tanto foram definidas duas linhas de 15 cm, perpendicularmente às duas linhas de plantio da área útil, de modo que abrangessem linha e entrelinhas, ao longo das quais foram efetuadas cinco tradagens nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Foram amostradas três repetições de cada tratamento.

No município de Rio Casca, também na Zona da Mata Mineira, as amostras foram coletadas na Fazenda Barra Mansa, que explora pecuária em integração com a atividade agrícola, sobretudo a cultura do milho. O solo predominante é o Argissolo Vermelho-Amarelo fase terraço. As sete áreas amostradas possuem diferentes características de manejo, indicadas no Quadro 1. Em cada área foi coletada uma amostra composta de três amostras simples utilizando-se cavadeira de, aproximadamente, 15 cm de diâmetro, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Após homogeneização, cada amostra composta foi quarteada, obtendo-se três subamostras.

No município de Brasilândia de Minas, noroeste de Minas Gerais, região inserida no bioma Cerrado, foram coletadas amostras do solo de pastagens de *B. brizantha* cv. Marandú classificadas como produtiva, degradada e reformada. As pastagens pertencem à Unidade de Bovinocultura da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba – CODEVASF, com predomínio de Latossolo Vermelho-Amarelo textura média (características descritas no quadro 1). Em cada pastagem foram definidas três áreas de coleta (quadrados de 1 x 1 m) e, em cada uma, coletou-se o solo das camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. O solo de cada área foi tratado como uma repetição.

As amostras de solo foram secas ao ar, passadas em peneira com malha de 2 mm (TFSA) e caracterizadas quimicamente, de acordo com Defelipo & Ribeiro (1996), e fisicamente, de acordo com Ruiz (2005) (Quadros 2 e 3).

Quadro1. Descrição das condições de uso e manejo das áreas em que o solo foi amostrado, nos municípios de Rio Casca e Brasilândia de Minas, no Estado de Minas Gerais

| Parcelas | Aspectos gerais dos manejos |
|-------------------------|--|
| ----- Rio Casca ----- | |
| Pastagem | <i>B. decumbens</i> estabelecida há mais de dez anos |
| Pastagem x milho SPD | <i>B. brizantha</i> cv Marandú com quatro anos de estabelecimento em consórcio com milho, em SPD |
| Soja-pastagem | Pastagem de <i>B. brizantha</i> cv Marandú em fase de estabelecimento em consórcio com milho em SPD, após um cultivo com soja |
| Pastagem-milho | Cultivo de milho em SPD após longo período de uso com pastagem |
| Milho | Cultivo contínuo de milho em SPD para produção de grãos |
| Sorgo | Cultivo de sorgo há, pelo menos, quatro anos, para silagem |
| Mata | Mata de eucalipto e espécies nativas regeneradas |
| ----- Brasilândia ----- | |
| Pastagem produtiva | Vigorosa, completa cobertura do solo e ausência de plantas espontâneas, estabelecida há 15 anos. |
| Pastagem degradada | Cerca de 35 % de solo exposto, intensa ocorrência de cupins e plantas espontâneas, estabelecida há 18 anos. |
| Pastagem reformada | Reformada há um ano com revolvimento do solo com grade pesada e ressemeio da forrageira. No momento da amostragem, a forrageira apresentava de 30 a 40 cm de altura e cobria cerca de 90 % do solo |

Quadro 2. Características químicas e físicas dos solos cultivos com milho, com quatro manejos de adubação, e solos de pastagem em três estádios de degradação

| Adubação ou estado da pastagem | pH H ₂ O (1:2,5) | Ca ²⁺ (1) | Mg ²⁺ (1) | K ⁺ (2) | H+Al ⁽³⁾ | Al ³⁺ (1) | P (2) | P-rem ⁽⁴⁾ | V | m | (t) | (T) | SB | Areia | Silte | Argila |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------|----------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ----- Milho ----- | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Camada de 0 a 5 cm | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sem adubação | 5,68 | 2,89 | 1,54 | 168 | 3,8 | 0,00 | 1,9 | 30,3 | 56,1 | 0,00 | 4,86 | 8,66 | 8,66 | 110 | 240 | 650 |
| 250 kg ha ⁻¹ | 5,64 | 2,84 | 1,24 | 124 | 4,3 | 0,00 | 4,2 | 31,9 | 50,6 | 0,00 | 4,40 | 8,70 | 8,70 | 60 | 220 | 720 |
| 500 kg ha ⁻¹ | 5,43 | 2,69 | 1,03 | 131 | 5,2 | 0,05 | 9,8 | 29,3 | 43,8 | 1,2 | 4,11 | 9,26 | 4,06 | 40 | 230 | 730 |
| Composto orgânico | 6,54 | 3,72 | 2,44 | 316 | 2,7 | 0,00 | 17,6 | 32,6 | 72,1 | 0,00 | 6,97 | 9,67 | 9,67 | 130 | 240 | 630 |
| Camada de 5 a 10 cm | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sem adubação | 5,67 | 2,40 | 1,54 | 127 | 4,4 | 0,00 | 1,3 | 29,2 | 49,2 | 0,00 | 4,26 | 8,66 | 4,26 | 210 | 150 | 640 |
| 250 kg ha ⁻¹ | 5,24 | 2,17 | 0,77 | 132 | 5,1 | 0,10 | 3,6 | 26,1 | 39,1 | 3,0 | 3,38 | 8,38 | 3,38 | 90 | 220 | 690 |
| 500 kg ha ⁻¹ | 4,69 | 1,39 | 0,42 | 113 | 6,4 | 0,44 | 7,2 | 27,1 | 24,7 | 17,3 | 2,54 | 8,50 | 2,10 | 70 | 210 | 720 |
| Composto orgânico | 6,54 | 3,97 | 1,99 | 216 | 6,18 | 0,00 | 9,4 | 31,4 | 70,7 | 0,00 | 6,51 | 9,21 | 6,51 | 130 | 190 | 680 |
| Camada de 10 a 20 cm | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sem adubação | 5,66 | 2,30 | 1,02 | 78 | 4,3 | 0,00 | 0,8 | 27,6 | 45,0 | 0,00 | 3,52 | 7,82 | 3,52 | 220 | 160 | 620 |
| 250 kg ha ⁻¹ | 5,04 | 1,72 | 0,59 | 89 | 5,5 | 0,20 | 5,0 | 27,3 | 31,6 | 7,3 | 2,74 | 8,04 | 2,54 | 90 | 200 | 710 |
| 500 kg ha ⁻¹ | 4,69 | 1,41 | 0,34 | 80 | 5,9 | 0,39 | 4,3 | 27,4 | 24,8 | 16,7 | 2,34 | 7,85 | 1,95 | 360 | 130 | 510 |
| Composto orgânico | 6,56 | 3,93 | 1,83 | 260 | 6,18 | 0,00 | 5,1 | 29,0 | 70,4 | 0,00 | 6,42 | 9,12 | 6,42 | 80 | 240 | 680 |

Continua...

Quadro 2. Continuação...

| Adubação ou estado da pastagem | pH H ₂ O (1:2,5) | Ca ²⁺ (1) | Mg ²⁺ (1) | K ⁺ (2) | H+Al ⁽³⁾ | Al ³⁺ (1) | P (2) | P-rem ⁽⁴⁾ | V | m | (t) | (T) | SB | Areia | Silte | Argila |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--|----------------------|-------|---------------------------|-------|--------|------|--|------|-------|--------------------------|--------|
| | | | | ----- | cmol _c kg ⁻¹ ----- | | ----- | mg kg ⁻¹ ----- | ----- | %----- | | cmol _c kg ⁻¹ ----- | | ----- | g kg ⁻¹ ----- | |
| ----- Pastagem ----- | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Camada de 0 a 5 cm | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Produtiva | 5,77 | 0,99 | 1,00 | 36 | 2,9 | 0,10 | 2,1 | 41,4 | 41,8 | 4,6 | 2,18 | 4,98 | 2,08 | 770 | 80 | 150 |
| Degradada | 6,28 | 2,48 | 2,55 | 56 | 2,1 | 0,00 | 1,4 | 38,8 | 71,1 | 0,0 | 5,17 | 7,27 | 5,17 | 610 | 130 | 260 |
| Reformada | 6,00 | 2,16 | 1,62 | 100 | 2,1 | 0,00 | 6,2 | 42,5 | 65,8 | 0,0 | 4,04 | 6,14 | 4,04 | 710 | 60 | 230 |
| Camada de 5 a 10 cm | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Produtiva | 5,34 | 0,85 | 0,68 | 28 | 3,0 | 0,48 | 1,2 | 40,1 | 34,8 | 23,1 | 2,08 | 4,60 | 1,60 | 770 | 60 | 170 |
| Degradada | 5,68 | 1,28 | 1,06 | 30 | 3,0 | 0,29 | 0,5 | 31,0 | 44,6 | 10,7 | 2,71 | 5,42 | 2,42 | 600 | 120 | 280 |
| Reformada | 5,82 | 1,61 | 1,26 | 42 | 2,7 | 0,00 | 3,4 | 38,3 | 52,5 | 0,0 | 2,98 | 5,68 | 2,98 | 700 | 40 | 260 |
| Camada de 10 a 20 cm | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Produtiva | 5,17 | 0,49 | 0,41 | 21 | 3,2 | 0,86 | 0,4 | 35,7 | 22,9 | 47,5 | 1,81 | 4,15 | 0,95 | 720 | 90 | 190 |
| Degradada | 5,28 | 0,52 | 0,53 | 20 | 3,5 | 1,15 | 0,2 | 25,7 | 23,9 | 51,1 | 2,25 | 4,60 | 1,10 | 550 | 140 | 310 |
| Reformada | 5,42 | 0,50 | 0,56 | 22 | 3,3 | 0,86 | 0,3 | 28,3 | 25,3 | 43,4 | 1,98 | 4,42 | 1,12 | 640 | 50 | 310 |

(1) Extraído com KCl 1 mol L⁻¹; (2) extraído com Mehlich-1; (3) Solução de acetato de cálcio a pH 7,0 (Defelipo & Riberio, 1996); (4) P-remanescente: Concentração de P na solução de equilíbrio após agitar por 1 h a TFSA com solução de CaCl₂ 10 mol L⁻¹, contendo 60 mg L⁻¹ de P, na relação 1:10 (Alvarez V. et al., 2000).

Quadro 3. Características químicas e físicas dos solos da área de pastagem e de agricultura

| Cultura estabelecida na área | pH H ₂ O (1:2,5) | Ca ²⁺ (1) | Mg ²⁺ (1) | K ⁺ (2) | H+Al ⁽³⁾ | Al ³⁺ (1) | P ⁽²⁾ | P-rem ⁽⁴⁾ | V | m | (t) | (T) | SB | Areia | Silte | Argila |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------------------|----------------------|------------------|----------------------|------|------------------------------------|------|-------|--------------------|-------|-------|--------|
| | | cmol _c kg ⁻¹ | | | cmol _c kg ⁻¹ | | | mg kg ⁻¹ | % | cmol _c kg ⁻¹ | | | g kg ⁻¹ | | | |
| Camada de 0 a 5 cm | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pastagem x milho | 5,9 | 3,36 | 1,27 | 38 | 2,7 | 0,00 | 1,4 | 37,8 | 63,7 | 0,00 | 4,73 | 7,43 | 4,73 | 690 | 90 | 220 |
| Milho em SPD | 5,69 | 3,10 | 0,98 | 91 | 2,7 | 0,00 | 2,1 | 45,0 | 61,5 | 0,00 | 4,31 | 7,01 | 4,31 | 510 | 190 | 300 |
| Pastagem | 5,62 | 2,16 | 0,94 | 60 | 3,1 | 0,00 | 2,0 | 41,7 | 51,2 | 0,00 | 3,25 | 6,35 | 3,25 | 600 | 110 | 290 |
| Sorgo | 5,6 | 2,35 | 0,76 | 44 | 3,1 | 0,00 | 6,6 | 44,1 | 50,9 | 0,00 | 3,22 | 6,32 | 3,22 | 700 | 90 | 210 |
| Pastagem-Milho | 5,50 | 3,23 | 0,96 | 131 | 3,1 | 0,00 | 1,2 | 39,2 | 59,4 | 0,00 | 4,53 | 7,63 | 4,53 | 410 | 170 | 420 |
| Soja-pastagem | 5,78 | 3,45 | 1,34 | 63 | 3,9 | 0,00 | 1,3 | 35,6 | 55,9 | 0,00 | 4,95 | 8,85 | 4,95 | 50 | 400 | 550 |
| Mata | 5,61 | 3,94 | 2,55 | 135 | 3,9 | 0,00 | 2,0 | 40,0 | 63,7 | 0,00 | 6,84 | 10,74 | 6,84 | 210 | 330 | 460 |
| Camada de 5 a 10 cm | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pastagem x milho | 5,72 | 2,92 | 0,99 | 26 | 2,4 | 0,00 | 3,6 | 40,8 | 62,4 | 0,00 | 3,98 | 6,38 | 3,98 | 680 | 80 | 240 |
| Milho em SPD | 5,70 | 2,32 | 0,68 | 79 | 2,7 | 0,00 | 3,7 | 40,3 | 54,2 | 0,00 | 3,20 | 5,90 | 3,20 | 540 | 130 | 330 |
| Pastagem | 5,66 | 1,56 | 0,55 | 38 | 3,1 | 0,05 | 1,0 | 36,2 | 41,6 | 0,05 | 2,26 | 5,31 | 2,26 | 600 | 90 | 310 |
| Sorgo | 5,48 | 1,47 | 0,44 | 22 | 3,2 | 0,05 | 1,3 | 41,6 | 38,1 | 0,05 | 2,02 | 5,17 | 1,97 | 690 | 70 | 240 |
| Pastagem-Milho | 5,50 | 2,33 | 0,62 | 126 | 3,1 | 0,00 | 1,1 | 35,2 | 51,3 | 0,00 | 3,27 | 6,37 | 3,27 | 410 | 140 | 450 |
| Soja-pastagem | 5,92 | 3,01 | 0,99 | 60 | 3,6 | 0,00 | 1,4 | 32,0 | 53,5 | 0,00 | 4,15 | 7,75 | 4,15 | 60 | 340 | 600 |
| Mata | 5,50 | 2,05 | 1,63 | 115 | 3,9 | 0,00 | 1,1 | 33,6 | 50,4 | 0,00 | 3,97 | 7,87 | 3,97 | 190 | 270 | 540 |
| Camada de 10 a 20 cm | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pastagem x milho | 5,81 | 2,26 | 0,66 | 14 | 2,3 | 0,00 | 2,1 | 28,2 | 56,3 | 0,00 | 2,96 | 5,26 | 2,96 | 670 | 90 | 240 |
| Milho em SPD | 5,65 | 1,59 | 0,39 | 45 | 2,2 | 0,00 | 2,6 | 37,5 | 48,8 | 0,00 | 2,10 | 4,30 | 2,10 | 500 | 150 | 350 |
| Pastagem | 5,60 | 1,27 | 0,36 | 20 | 2,3 | 0,00 | 0,6 | 28,5 | 42,2 | 0,00 | 1,68 | 3,98 | 1,68 | 580 | 120 | 300 |
| Sorgo | 5,49 | 1,15 | 0,33 | 168 | 2,2 | 0,05 | 1,5 | 35,9 | 46,5 | 2,6 | 1,96 | 4,11 | 1,91 | 690 | 80 | 230 |
| Pastagem-Milho | 5,55 | 1,96 | 0,52 | 101 | 2,3 | 0,00 | 0,6 | 29,0 | 54,4 | 0,00 | 2,74 | 5,04 | 2,74 | 390 | 160 | 450 |
| Soja-pastagem | 5,82 | 2,62 | 0,65 | 40 | 3,3 | 0,00 | 1,7 | 30,1 | 50,5 | 0,00 | 3,37 | 6,67 | 3,37 | 50 | 390 | 560 |
| Mata | 4,92 | 0,84 | 1,04 | 80 | 3,9 | 0,20 | 0,4 | 33,1 | 34,8 | 8,8 | 2,28 | 5,98 | 2,08 | 170 | 300 | 530 |

(1) Extraído com KCl 1 mol L⁻¹; (2) extraído com Mehlich-1; (3) Solução de acetato de cálcio a pH 7,0 (Defelipo & Riberio, 1996); (4) P-remanescente: Concentração de P na solução de equilíbrio após agitar por 1 h a TFSA com solução de CaCl₂ 10 mol L⁻¹, contendo 60 mg L⁻¹ de P, na relação 1:10 (Alvarez V. et al., 2000).

2.2. Caracterização das Frações Orgânicas de N

Subamostras de TFSA com granulometria inferior a 0,149 mm foram submetidas à análise de N total (Tedesco et al., 1995), carbono orgânico (Yeomans & Bremner, 1988) e hidrólise ácida do N orgânico, de acordo com Yonebayashi & Hattori (1980), que é uma alteração do método de Bremner (1965). Essa adaptação consistiu no aumento do tempo de hidrólise de 12 para 24h, possibilitando maior eficiência na degradação de polímeros nitrogenados mais complexos, na inclusão de uma segunda hidrólise, com solução ácida menos concentrada, e de uma extração do amônio, buscando reduzir os erros de superestimação do amônio e subestimação de hexosaminas. O protocolo está esquematizado na Figura 1 e consta de dois processos de hidrólise ácida sob refluxo a 110°C, em condensador tipo Liebig, cada um utilizando 10 g de solo e 20 mL de solução de HCl. Em uma das hidrólises utilizou-se HCl 6 mol L⁻¹ sob refluxo durante 24 h; na outra, utilizou-se HCl 1 mol L⁻¹ sob refluxo durante 3 h. Os hidrolisados foram obtidos por filtração a vácuo, através de papel de filtro quantitativo e o pH corrigido para 6,5 com NaOH. Procedeu-se também à extração do amônio com KCl 2 mol L⁻¹, relação solo-extrator de 1:10.

No hidrolisado de 24 h determinou-se o N-total hidrolisado (a), submetendo uma alíquota à digestão sulfúrica, seguida da destilação com 10 mL de NaOH. Para dosar a fração N- α -amino (b), uma alíquota de 5 mL do hidrolisado foi submetida ao aquecimento, em banho-maria ($\approx 90^\circ\text{C}$), na presença 500 mg de ácido cítrico e 100 mg de ninhidrina, por 30 min, porcessando-se, em seguida, a destilação com solução tampão de fosfato-borato pH 11,2. A fração N-hexosamina + N-amida + N-NH₄ trocável (c) foi obtida pela destilação do hidrolisado na presença da solução tampão de fosfato-borato pH 11,2. No hidrolisado de 3h obteve-se a fração N-amida + N-NH₄ trocável pela destilação com MgO (d). Uma alíquota do extrato de KCl 2 mol L⁻¹ foi submetida à destilação com MgO para dosar o N- NH₄ trocável (e).

Em todas as destilações a amônia foi coletada em 5 mL da solução indicadora mista de ácido bórico, sendo o N dosado por meio de titulação com HCl padronizado.

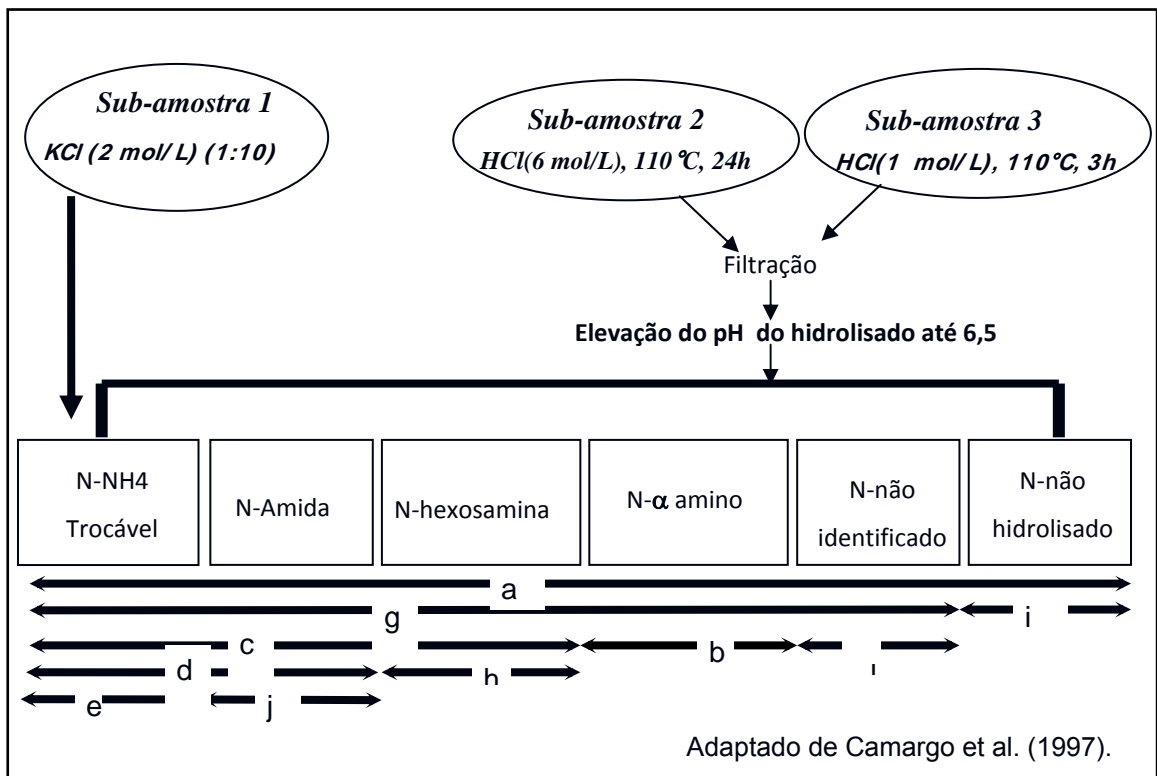


Figura 1. Fluxograma do processo de determinação das formas de nitrogênio do solo, de acordo com o fracionamento proposto por Yonebayshy & Hattori (1980).

A fração N-hexosamina (h) foi estimada pela diferença entre as frações (c) e (d) (Figura 1). A fração amida (j) foi obtida pela diferença entre as frações (d) e (e) e, a fração N-não identificado (f), pela diferença entre a fração (g) e o somatório das frações (b) + (c). A fração N-não hidrolizado foi estimada pela diferença entre N total do solo e a fração N-total hidrolizado (g).

Para a análise estatística, os três ambientes (Coimbra, Rio Casca e Brasilândia de Minas) e as camadas de solo (0-5; 5-10 e 10-20 cm) foram tratados individualmente. Os efeitos das condições de uso foram avaliados por meio de contrastes ortogonais, considerando níveis de significância de até 10%. Para a área de Coimbra foram estabelecidos três contrastes: C1= [- (tratamento com adubação orgânica) + (tratamentos com adubação mineral)]; C2 = [- (tratamento com adubação orgânica) + (tratamento sem adubação)] e C3 = [- (tratamentos com adubação mineral) + (tratamento sem adubação)]. Para a área de Rio Casca foram estabelecidos seis contrastes: C1 = [- (Pastagem) - (Pastagem x Milho) - (Soja - Pastagem x Milho) - (Pastagem - Milho) + 2 (Milho SPD) + 2 (Sorgo)]; C2 = [- (Pastagem) + (Pastagem x Milho)];

C3 = [- (Pastagem) + (Soja – Pastagem x Milho)]; C4 = [- (Pastagem x Milho) + (Pastagem – Milho)]; C5 = [-(Pastagem x Milho)+ (Soja – Pastagem x Milho)]; C6 = [- 6 (Mata) + (Pastagem) + (Pastagem x Milho) + (Soja – Pastagem x Milho) + (Pastagem – Milho) + (Milho SPD) + (Sorgo)]. Para Brasilândia de Minas foram definidos dois contrastes: C1 = [(- produtiva + degradada)] e C2 = [- (produtiva) + (reformada)].

2.3. Disponibilidade de Nitrogênio

Outra etapa do estudo consistiu na caracterização da disponibilidade de N para as plantas. Para este ensaio empregou-se TFSA (camada de 0-5 cm) de nove dos solos utilizados na caracterização das frações orgânicas de N. Da área com histórico de cultivo de milho (Coimbra) selecionaram-se os tratamentos sem adubação, com adubação de 500 kg ha⁻¹ de 4-14-8 e com adubação de 10 t ha⁻¹ de composto orgânico. Da área com histórico de integração pastagem-agricultura (Rio Casca), selecionaram-se amostras do solo sob pastagem x milho SPD, milho em SPD e pastagem. Da área com histórico de uso exclusivo com pastagem (Brasilândia de Minas) utilizaram-se amostras do solo coletadas na pastagem produtiva, na pastagem degradada e na pastagem reformada.

Para avaliar a disponibilidade de N, empregou-se a técnica de cultivos sucessivos, em que as unidades experimentais foram vasos contendo 500 g de TFSA e cultivados com alta densidade de plantas. O crescimento das plantas foi em câmara de crescimento com fotoperíodo de 12 h e temperaturas mínima de 21 ± 1 e máxima de 26 ± 2 °C. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições.

Os solos foram previamente adubados com 350 mg dm⁻³ de P (CaHPO₄) e 150 mg dm⁻³ de K (KCl). Os micronutrientes foram aplicados em solução, de modo a adicionar 1,33 mg dm⁻³ de Cu, 4,00 de Zn, 1,56 de Fe, 3,66 de Mn, 0,81 de B e 0,15 de Mo, nas fontes: CuSO₄, ZnSO₄.7H₂O, FeSO₄.7H₂O, MnCl₂.4H₂O, H₃BO₃ e Na₂MoO₄.2H₂O, respectivamente (Alvarez V., 1974).

Realizaram-se dois cultivos com milheto (*Pennisetum glaucum* cv BRS IS01), com 14 e 20 plantas, respectivamente, no primeiro e segundo cultivos e dois cultivos com 40 plantas. Realizou-se um quinto cultivo, com seis plantas

de milho, utilizando plântulas pré-germinadas e endosperma (tecido de reserva) removido. Cada cultivo teve duração de 20 dias, contados a partir do desbaste que foi realizado três dias após a semeadura do milheto e, no caso do milho, contados a partir do transplântio das plântulas.

Ao fim de cada cultivo a parte aérea das plantas foi cortada rente à superfície do solo, e o sistema radicular separado do solo. Todo o material vegetal foi seco em estufa à temperatura de 65 °C por 48 h. Após determinação do peso da matéria seca, o material foi moído em moinho tipo Wiley e, posteriormente, submetido à análise dos teores de N, por meio da digestão sulfúrica e destilação Kjeldahl (Tedesco et al., 1995). Obteve-se o N absorvido por meio do produto entre o teor de N e a quantidade de matéria seca da parte aérea e das raízes, respectivamente. Ao final dos cinco cultivos, determinaram-se os teores totais de C e de N e quantificaram-se as frações de N orgânico do solo, conforme descrito anteriormente (item 2.2).

Os dados foram submetidos à análise de variância para cada um dos locais de procedência do solo. Para as frações de N orgânico considerou-se antes e depois do cultivo como subparcela. O efeito desse fator sobre as variáveis resposta foi desdobrado dentro de cada condição de uso, de modo e comparados pelo teste F. Foram estabelecidas correlações lineares simples entre as frações de N orgânico nos solos e a quantidade de N absorvido pelas plantas. Aceitou-se a significância até 10 % de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização das Frações Orgânicas de N

Os teores de carbono orgânico (CO) e nitrogênio (N) total foram, em média, maiores nos cinco centímetros superficiais (Quadros 4, 5 e 6). Na camada superficial há maior aporte de resíduos vegetais e, conseqüentemente, maior atividade da meso e microfauna, responsáveis pela fragmentação, fracionamento e mineralização dos resíduos, promovendo a formação da matéria orgânica do solo (MOS). Houve, de forma geral, maiores teores do N-não hidrolisado e menores teores médios do N total hidrolisado, composto por formas menos recalcitrantes, nas camadas subsuperficiais (Quadros 4, 5 e 6). Esses dados corroboram com os resultados obtidos por Reddy et al (2003) que observaram aumento da fração N-não hidrolisado e redução na proporção de N hidrolisado, bem como nas frações N-aminoácido, N-hexosaminas e N-não identificado, com o aumento da profundidade das camadas do solo analisado.

No solo com longo histórico de cultivo de milho (Coimbra), constatou-se que a adubação orgânica incrementou o teor de CO e de N total nos cinco centímetros superficiais (contrastos C1 e C2); no entanto, esta influência reduziu gradualmente com a profundidade (Quadro 4). A adubação mineral não aumentou os teores de CO e de N total, sendo observado maior valor destes teores na dose de 250 kg ha⁻¹ de N que na dose de 500 kg ha⁻¹, o que pode ser resultado do aumento da disponibilidade de nutrientes para a microbiota, aumentando sua atividade e conseqüente mineralização da matéria orgânica para a aquisição de energia metabólica.

Quadro 4. Teor de C orgânico, N total, N em diferentes frações orgânicas e N-amoniacal, obtidos pelo processo de hidrólise, em três profundidades, em solo cultivado com milho sem adubação e com adubação mineral e orgânica, no município de Coimbra

| Adubação | CO ⁽³⁾ --- dag kg ⁻¹ --- | N total ⁽¹⁾ | N-hidrolisado ⁽²⁾ | | | | | N-não hidrolisado ⁽²⁾ | N-amônio ⁽²⁾ |
|------------------------------------|---|------------------------|------------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------|
| | | | Total | N-α amino | N-hexosamina | N-amida | N-não identificado | | |
| mg kg ⁻¹ | | | | | | | | | |
| Camada de 0 a 5 cm | | | | | | | | | |
| Sem adubação ⁽⁴⁾ | 2,13 | 1580,3 (100) | 1070,0 (68) | 429,9 (27) | 417,2 (26) | 142,7 (9) | 48,8 (3) | 510,3 (32) | 31,4 (2) |
| 250 kg/ha 4-14-8 ⁽⁵⁾ | 2,22 | 1748,5 (100) | 1214,8 (69) | 522,5 (30) | 397,3 (23) | 156,6 (9) | 100,7 (6) | 533,7 (31) | 37,8 (2) |
| 500 kg/ha 4-14-8 ⁽⁶⁾ | 2,04 | 1668,6 (100) | 1140,6 (68) | 454,8 (27) | 436,3 (26) | 146,5 (9) | 70,8 (4) | 527,9 (32) | 32,3 (2) |
| 10 t/ha c. orgânico ⁽⁷⁾ | 3,26 | 2567,8 (100) | 1666,6 (65) | 624,0 (24) | 506,1 (20) | 177,5 (7) | 319,2 (12) | 901,1 (35) | 39,8 (2) |
| Média | 2,4 | 1891,3 | 1273,0 | 507,8 | 439,2 | 155,8 | 134,9 | 618,3 | 35,3 |
| CV (%) | 9,4 | 12,7 | 11,8 | 25,6 | 17,4 | 13,6 | 59,2 | 36,1 | 29,0 |
| C1 | -7,1** | -5,1** | -4,6** | -1,5ns | -1,7 ns | -1,7ns | -4,1** | -2,4° | -0,6 ns |
| C2 | -6,1** | -5,0** | -4,9** | -1,8 ns | -1,4 ns | -2,0° | -4,2** | -2,2° | -1,0 ns |
| C3 | 0,0 ns | -0,8ns | -1,0 ns | -0,6 ns | 0,0 ns | -0,6 ns | -0,6 ns | -0,1 ns | -0,5 ns |
| Camada de 5 a 10 cm | | | | | | | | | |
| Sem adubação | 2,1 | 1648,6 (100) | 787,3 (48) | 390,4 (24) | 414,8 (25) | 83,1 (5) | 33,5 (2) | 861,4 (52) | 18,3 (1) |
| 250 kg/ha 4-14-8 | 2,1 | 1808,4 (100) | 1011,9 (56) | 439,6 (24) | 355,5 (20) | 163,3 (9) | 44,3 (2) | 796,5 (44) | 9,2 (1) |

Continua...

Quadro 4. Continuação...

| Adubação | CO ⁽³⁾ --- dag kg ⁻¹ --- | N total ⁽¹⁾ | N-hidrolisado ⁽²⁾ | | | | | N-não hidrolisado ⁽²⁾ | N-amônio ⁽²⁾ |
|---------------------------------|---|------------------------|------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------|
| | | | Total | N-α amino | N-hexosamina | N-amida | N-não identificado | | |
| ----- mg kg ⁻¹ ----- | | | | | | | | | |
| 500 kg/ha 4-14-8 | 1,9 | 1728,5 (100) | 991,4 (57) | 471,7 (27) | 341,1 (20) | 155,1 (9) | 20,5 (1) | 737,1 (43) | 3,0 (0) |
| 10 t/ha c. orgânico | 2,4 | 2188,1 (100) | 1110,8 (51) | 497,8 (23) | 351,6 (16) | 166,9 (8) | 78,2 (4) | 1077,3 (49) | 16,3 (1) |
| Média | 2,1 | 1843,4 | 975,3 | 449,9 | 365,7 | 142,1 | 44,1 | 868,1 | 11,7 |
| CV (%) | 7,7 | 14,8 | 26,2 | 24,8 | 16,6 | 33,2 | 70,4 | 32,5 | 87,8 |
| C1 | -2,8* | -2,2° | -0,6ns | -0,5 ns | -0,1 ns | -0,2ns | -2,1° | -1,6ns | -1,4 ns |
| C2 | -2,1° | -2,4° | -1,6 ns | -1,2 ns | 1,3 ns | -2,2° | -1,8 ns | -0,9 ns | 0,2 ns |
| C3 | 0,4 ns | -0,6 ns | -1,2 ns | -0,9 ns | 1,6 ns | -2,3° | 0,1 ns | 0,5 ns | 1,7 ns |
| Camada de 10 a 20 cm | | | | | | | | | |
| Sem adubação | 1,6 | 1598,6 (100) | 1023,3 (64) | 399,3 (25) | 271,8 (17) | 154,2 (10) | 171,6 (11) | 575,3 (36) | 26,4 (2) |
| 250 kg/ha 4-14-8 | 1,8 | 1778,5 (100) | 1103,7 (62) | 502,1 (28) | 398,1 (22) | 141,8 (8) | 35,3 (2) | 674,8 (38) | 26,4 (1) |
| 500 kg/ha 4-14-8 | 1,8 | 1578,6 (100) | 1112,9 (70) | 470,7 (30) | 426,4 (27) | 51,3 (3) | 100,5 (6) | 465,7 (30) | 64,1 (4) |
| 10 t/ha c. orgânico | 2,0 | 1758,5 (100) | 1200,3 (68) | 526,8 (30) | 438,1 (25) | 130,3 (7) | 80,7 (5) | 558,2 (32) | 24,4 (1) |
| Média | 1,8 | 1678,5 | 1110,06 | 474,7 | 383,6 | 119,4 | 97,0 | 568,5 | 35,3 |
| CV (%) | 9,9 | 7,3 | 7,8 | 15,7 | 20,5 | 34,4 | 51,9 | 23,7 | 86,7 |
| C1 | -1,7 ns | -0,9 ns | -1,5 ns | -0,8 ns | -0,5 ns | 1,2ns | -0,3 ns | 0,1 ns | 0,9 ns |
| C2 | -2,4° | -1,6 ns | -2,5° | -2,1° | -2,6° | 0,7 ns | 2,1° | 0,1 ns | 0,9 ns |
| C3 | -1,1 ns | -0,9 ns | -1,4 ns | -1,7 ns | -2,5° | 2,1° | 2,7* | 0,0 ns | -0,8 ns |

⁽¹⁾ (Tedesco et al., 1995); ⁽²⁾ Yonebayashi & Hattori (1980); ⁽³⁾ Yeomans & Bremner, 1988.

C1=(-2x orgânico) + (250kg/ha) + (500kg/ha); C2= (- orgânico) + (sem adubação); C3= (-250kg/ha) - (500kg/ha) + (2 sem adubação).
ns, **, * e ° Contraste não significativo e significativo a 1%, 5% e 10% de probabilidade, respectivamente.

Aumento significativo ($p < 0,1$) do N não-hidrolisado foi observado em resposta à adubação orgânica (contraste C2), na camada de 0-5 cm, indicando que houve favorecimento para o acúmulo de matéria orgânica mais recalcitrante no solo (Quadro 4). Resultado semelhante foi encontrado para o N total hidrolisado, nessa mesma camada, no entanto, nesta fração, a única que aumentou significativamente ($p < 0,01$) foi a N-não identificado, que pode conter, entre outros compostos, aminoácidos cujo grupamento amino não está ligado ao carbono α (Quadro 4). Entretanto, na camada de 10-20 cm, a adubação orgânica elevou significativamente ($p < 0,1$) os teores das frações N-hexosaminas, N-aminoácidos e N-não identificado, em relação ao solo sem adubação (contraste C2); aumento que pode ser atribuído aos quase 20 anos de adição de resíduos orgânicos incorporados ao solo. Resultados semelhantes foram obtidos por Xu et al. (2003) ao avaliarem o efeito das adubações orgânica e mineral sobre as formas orgânicas de N em solos sob milho e pastagem.

A adubação mineral, de modo geral, não afetou as frações hidrolisadas (contraste C3), exceto na camada de 10-20 cm, onde houve aumento significativo ($p < 0,1$) nas frações N-hexosamina, N-amida e N-não identificado.

Observou-se certa consistência na distribuição relativa das frações das formas orgânicas de N hidrolisado. As frações N-hexosamina e N-aminoácido foram, em média, as mais representativas em todos os solos, correspondendo, respectivamente, a cerca de 40 a 60 % do N-hidrolisado total (Quadros 4, 5 e 6). Maior incidência dessas frações pode estar relacionada à atividade da população microbiana do solo, uma vez que ambas são consideradas compartimento ativo de N no solo (González-Prieto et al., 1997). Esses resultados corroboram com os obtidos por Camargo et al. (1996) para solos tropicais. Os autores consideraram que o resultado encontrado pode indicar maiores conteúdos de açúcares aminados nos resíduos da microbiota dos solos tropicais.

Na área com histórico de integração agricultura-pecuária (Rio Casca), a comparação entre solos mantidos com pastagens, com ou sem integração com culturas anuais, com aqueles sob cultivo agrícola (contraste C1, Quadro 5), evidenciou que a atividade agrícola promoveu aumento nos teores de N total nos 5 cm superficiais, embora tenha reduzido-o na camada de 5-10 cm (Quadro 5). O N-não hidrolisado não apresentou diferença na camada de 0-5 cm, mas foi superior nos solos de pastagem na camada de 5-10 cm. O contraste C1 mostra

que a fração N-não identificado foi mais elevada no solo sob pastagem, na camada de 0-5 cm, e as frações hidrolisáveis N- α amino e N-hexosamina, na camada de 5 a 10 cm. Não foram observadas diferenças nos teores das frações hidrolisadas na camada de 10-20 cm (Quadro 5).

Quando comparada à pastagem de *B. decumbens*, com mais de dez anos, a pastagem consorciada como milho em plantio direto (contraste C2, Quadro 5) não alterou o teor de N total do solo (Quadro 5), em nenhuma das camadas. O mesmo foi verificado quando se realizou cultivo prévio com soja (contraste C3, Quadro 5), embora este tenha favorecido aumento no teor de N-amoniaco na camada de 0 a 5 cm. Nessas comparações não foram observadas diferenças significativas para o N-total hidrolisado, nem para as frações hidrolisadas, independente da camada.

O solo cultivado com milho em SPD, em área cujo histórico consta o uso de pastagem, e a pastagem consorciada ao milho em SPD (contraste C4, Quadro 5) não diferiram quanto aos teores de N total, N-não hidrolisado e N-total hidrolisado em nenhuma das três camadas (Quadros 5). Entre as frações hidrolisáveis foram observados teores mais elevados de N nas frações N-não identificado e N-amida no solo cultivado com milho em SPD, na camada de 10-20 cm.

O contraste C5 (Quadro 5) indica que o cultivo de soja prévio ao consórcio pastagem-milho, acarretou aumento no teor de N total e N-amoniaco, na camada de 0-5 cm, ocorrendo o mesmo com o N-não hidrolisado, até 10 cm de profundidade. O cultivo de soja não afetou o N-hidrolisado em todas as profundidades; mas, aumentou a fração N-hexosamina (cerca de 36 %), na camada de 0-5 cm. Por outro lado, com o cultivo da soja obteve-se menores teores de N- α amino, na profundidade de 5 a 20 cm, e de N-hexosamina, na camada de 10-20 cm.

Comparando-se o solo da mata com os demais solos da área de Rio Casca (contraste C6, Quadro 5) observou-se redução do N total, na camada de 0-5 cm com o uso agrícola ou pastoril. Apesar de não haver diferença entre os teores totais hidrolisados e a maioria de suas frações, constataram-se menores teores das frações N- α amino, até a camada de 10 cm, e na fração N-amida, até a camada de 20 cm.

Quadro 5. Teor de C orgânico, N total, N em diferentes frações orgânicas e N-amoniacal, em três profundidades, em solo sob sete condições de uso, no município de Rio Casca

| Condição de uso | CO ⁽³⁾ -- dag kg ⁻¹ -- | N total ⁽¹⁾ | N-hidrolisado ⁽²⁾ | | | | | N-não hidrolisado | N- amônio |
|---------------------------------|---|------------------------|------------------------------|----------------|---------------|---------------|--------------------|----------------------|--------------|
| | | | Total | N-α amino | N-hexosamina | N-amida | N-não identificado | | |
| ----- mg kg ⁻¹ ----- | | | | | | | | | |
| Camada de 0 a 5 cm | | | | | | | | | |
| Pastagem x milho ⁽⁴⁾ | 2,2 | 1708,5 (100) | 1379,8 (81) | 636,7 (37) | 321,3 (19) | 173,5 (10) | 208,8 (12) | 328,7 (19) | 39,5 (2) |
| Milho SPD ⁽⁵⁾ | 2,7 | 2374,9 (100) | 1832,3 (77) | 755,1 (32) | 624,5 (26) | 243,0 (10) | 180,3 (8) | 542,6 (23) | 29,4 (1) |
| Pastagem ⁽⁶⁾ | 2,5 | 1988,3 (100) | 1689,2 (85) | 745,9 (38) | 424,7 (21) | 241,0 (12) | 247,2 (12) | 299,1 (15) | 30,3 (2) |
| Sorgo ⁽⁷⁾ | 3,0 | 2970,7 (100) | 2155,2 (73) | 976,4 (33) | 593,4 (20) | 349,9 (12) | 201,1 (7) | 815,5 (27) | 34,5 (1) |
| Pastagem – Milho ⁽⁸⁾ | 2,4 | 2228,1 (100) | 1515,5 (68) | 723,9 (32) | 429,1 (19) | 210,6 (9) | 117,3 (5) | 712,6 (32) | 34,5 (2) |
| Soja – Pastagem ⁽⁹⁾ | 3,2 | 2687,7 (100) | 1883,9 (70) | 682,4 (25) | 665,6 (25) | 233,6 (9) | 233,4 (9) | 803,8 (30) | 68,9 (3) |
| Mata ⁽¹⁰⁾ | 3,5 | 2767,6 (100) | 2106,7 (76) | 1008,1 (36) | 438,1 (16) | 316,9 (11) | 294,6 (11) | 660,9 (24) | 49,1 (2) |
| Média | 2,8 | 2389,4 | 1794,6 | 789,8 | 499,5 | 252,6 | 211,8 | 594,7 | 40,9 |
| CV (%) | 18,3 | 14,8 | 24,8 | 30,3 | 41,9 | 19,7 | 63,7 | 42,9 | 29,6 |
| C1 | 1,2 ns | 2,9* | 1,7ns | 1,4 ns | 1,4 ns | 3,3** | -0,2 ns | 1,1 ns | -1,9° |

Continua...

Quadro 5. Continuação...

| Condição de uso | CO ⁽³⁾ -- dag kg ⁻¹ -- | N total ⁽¹⁾ | N-hidrolisado ⁽²⁾ | | | | | N-não hidrolisado | N- amônio |
|----------------------|---|------------------------|---------------------------------|-----------|--------------|---------|-----------------------|----------------------|--------------|
| | | | Total | N-α amino | N-hexosamina | N-amida | N-não identificado | | |
| | | | ----- mg kg ⁻¹ ----- | | | | | | |
| C2 | -0,4 ns | -0,5ns | -0,4 ns | -0,3 ns | -0,3 ns | -0,8 ns | -0,2 ns | 0,1 ns | 0,5 ns |
| C3 | 1,0 ns | 1,5ns | 0,3 ns | -0,2 ns | 0,9 ns | -0,1 ns | -0,1 ns | 1,5 ns | 2,4* |
| C4 | 0,4 ns | 1,4ns | 0,3 ns | 0,3 ns | 0,5 ns | 0,7 ns | -0,6 ns | 1,4 ns | -0,4 ns |
| C5 | 2,2* | 3,1** | 1,3 ns | 0,2 ns | 1,8° | 1,4 ns | 0,2 ns | 2,1° | 2,7* |
| C6 | -3,0* | -2,3* | -1,5 ns | -1,9° | 0,6 ns | -2,7* | -1,3 ns | -0,6 ns | -1,4 ns |
| Camada de 5 a 10 cm | | | | | | | | | |
| Pastagem x milho(4) | 2,2 | 2048,2 | 1193,8 | 629,7 | 292,5 | 208,0 | 50,3 | 854,5 | 13,2 |
| | | (100) | (58) | (31) | (14) | (10) | (2) | (42) | (1) |
| Milho SPD(5) | 1,5 | 1568,6 | 742,2 | 358,9 | 164,4 | 155,4 | 24,8 | 826,4 | 38,6 |
| | | (100) | (47) | (23) | (10) | (10) | (2) | (53) | (20) |
| Pastagem (6) | 2,2 | 2068,2 | 1082,2 | 523,0 | 179,8 | 225,4 | 133,8 | 986,0 | 20,3 |
| | | (100) | (52) | (25) | (9) | (11) | (6) | (48) | (1) |
| Sorgo(7) | 1,9 | 1608,6 | 1038,3 | 305,2 | 143,6 | 201,1 | 372,1 | 570,3 | 16,3 |
| | | (100) | (65) | (19) | (9) | (13) | (23) | (35) | (1) |
| Pastagem – Milho (8) | 2,0 | 1948,3 | 1210,9 | 482,0 | 274,4 | 176,4 | 246,5 | 737,4 | 31,5 |
| | | (100) | (62) | (25) | (14) | (9) | (13) | (38) | (2) |
| Soja – Pastagem (9) | 2,2 | 2228,1 | 938,0 | 358,3 | 239,2 | 178,9 | 136,1 | 1290,1 | 25,4 |
| | | (100) | (42) | (16) | (11) | (8) | (6) | (58) | (1) |

Continua...

Quadro 5. Continuação...

| Condição de uso | CO ⁽³⁾ -- dag kg ⁻¹ -- | N total ⁽¹⁾ | N-hidrolisado ⁽²⁾ | | | | | N-não hidrolisado | N- amônio |
|----------------------|---|------------------------|------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|----------------------|--------------|
| | | | Total | N-α amino | N-hexosamina | N-amida | N-não identificado | | |
| Mata (10) | 2,2 | 2128,2 (100) | 1313,0 (62) | 619,6 (29) | 285,0 (13) | 238,8 (11) | 143,1 (7) | 815,2 (38) | 26,4 (1) |
| Média | 2,0 | 1942,6 | 1074,1 | 468,1 | 225,6 | 197,7 | 158,1 | 868,5 | 24,6 |
| CV (%) | 20,5 | 16,6 | 23,6 | 26,3 | 44,0 | 24,2 | 113,0 | 24,3 | 88,6 |
| C1 | -2,1° | -3,0* | -1,7 ns | -2,7* | -1,9° | -0,8 ns | 0,4 ns | -2,6* | 0,4 ns |
| C2 | 0,0 ns | -0,0ns | 0,3 ns | 0,5 ns | 0,7 ns | -0,2 ns | -0,3 ns | -0,4 ns | -0,2 ns |
| C3 | -0,0 ns | 0,4 ns | -0,4 ns | -1,0 ns | 0,4 ns | -0,7 ns | 0,0 ns | 1,1 ns | 0,2 ns |
| C4 | -0,5 ns | -0,3 ns | 0,1 ns | -1,1 ns | -0,2 ns | -0,6 ns | 1,0 ns | -0,5 ns | 0,8 ns |
| C5 | -0,1 ns | 0,6 ns | -1,1 ns | -2,5* | -0,6 ns | -0,7 ns | 0,5 ns | 2,3* | 0,6 ns |
| C6 | -0,6 ns | -1,2 ns | -2,0° | -2,6* | -1,3 ns | -1,8° | 0,1 ns | 0,5 ns | -0,2 ns |
| Camada de 10 a 20 cm | | | | | | | | | |
| Pastagem x milho(4) | 1,7 | 1838,4 (100) | 1002,9 (55) | 448,2 (24) | 322,2 (18) | 141,0 (8) | 57,9 (3) | 835,5 (45) | 33,6 (2) |
| Milho SPD(5) | 1,3 | 1458,7 (100) | 928,8 (64) | 216,4 (15) | 228,0 (16) | 159,7 (11) | 298,3 (20) | 529,9 (36) | 26,4 (2) |
| Pastagem (6) | 1,5 | 1618,6 (100) | 1125,7 (70) | 314,0 (19) | 211,8 (13) | 195,9 (12) | 381,6 (24) | 685,9 (42) | 22,4 (1) |

Continua...

Quadro 5. Continuação...

| Condição de uso | CO ⁽³⁾ -- dag kg ⁻¹ -- | N total ⁽¹⁾ | N-hidrolisado ⁽²⁾ | | | | | N-não hidrolisado | N- amônio |
|----------------------|---|------------------------|------------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------|--------------------|----------------------|--------------|
| | | | Total | N-α amino | N-hexosamina mg kg ⁻¹ | N-amida | N-não identificado | | |
| Sorgo(7) | 1,7 | 2018,2 (100) | 1232,2 (61) | 439,9 (22) | 229,5 (11) | 190,2 (9) | 351,3 (17) | 786,0 (39) | 21,4 (1) |
| Pastagem – Milho (8) | 1,6 | 1838,4 (100) | 1029,2 (56) | 327,2 (18) | 155,6 (8) | 196,5 (11) | 325,5 (18) | 919,7 (50) | 24,4 (1) |
| Soja – Pastagem (9) | 1,5 | 1698,5 (100) | 960,9 (57) | 300,7 (18) | 173,5 (10) | 145,9 (9) | 302,2 (18) | 737,6 (43) | 38,6 (2) |
| Mata (10) | 1,4 | 1738,5 (100) | 1083,5 (62) | 359,3 (21) | 185,4 (11) | 208,4 (12) | 293,7 (17) | 839,3 (48) | 36,6 (2) |
| Média | 1,6 | 1744,2 | 1051,9 | 343,7 | 215,2 | 176,8 | 287,2 | 762,0 | 29,1 |
| CV (%) | 12,8 | 12,1 | 15,2 | 25,6 | 56,1 | 14,8 | 37,5 | 47,8 | 35,45 |
| C1 | -0,7 ns | -0,1 ns | 0,6 ns | -0,4 ns | 0,2 ns | 0,4 ns | 1,1 ns | -0,8 ns | -1,1 ns |
| C2 | 0,7 ns | 0,6 ns | -0,5 ns | 0,9 ns | 0,6 ns | -1,3 ns | -1,8° | 0,3 ns | 0,7 ns |
| C3 | -0,0 ns | 0,3 ns | -0,8 ns | -0,1 ns | -0,3 ns | -1,4 ns | -0,6 ns | 0,1 ns | 1,2 ns |
| C4 | -0,4 ns | 0,0 ns | 0,2 ns | -1,3ns | -1,3 ns | 1,9° | 2,3* | 0,2 ns | -0,8 ns |
| C5 | -1,3 ns | -0,8 ns | -0,3 ns | -1,9° | -1,4 ns | 0,2 ns | 2,6* | -0,3 ns | 0,6 ns |
| C6 | 1,0 ns | 0,1 ns | -0,4 ns | -0,4 ns | 0,5 ns | -2,5* | -0,1 ns | -0,4 ns | -1,5 ns |

(1) (Tedesco,1985), (2) Yonebayashi & Hattori (1980) (3) Yeomans & Bremner, 1988.

C1= [(-Pastagem)- (Pastagem x milho)- (Soja – PastagemxMilho)- (Pastagem – Milho) +(2Milho SPD) + (2 Sorgo)];

C2= [- (Pastagem) + (Pastagem x milho)]; C3= [-(Pastagem) + (Soja – PastagemxMilho)];

C4= [-(Pastagem x milho) + (Pastagem – Milho)]; C5= [-(Pastagem x milho)+ (Soja – PastagemxMilho)];

C6= [(-6 Mata) + (Pastagem) + (Pastagem x milho) + (Soja – PastagemxMilho) + (Pastagem – Milho) + (Milho SPD) + (Sorgo)];

ns, **, * e ° Contraste não significativo e significativo a 1%, 5% e 10% de probabilidade, respectivamente.

Na área com histórico de uso exclusivo com pastagem (Brasilândia de Minas), as frações orgânicas de N pouco diferiram entre as três pastagens, nas três profundidades avaliadas. As diferenças existentes foram registradas apenas na camada de 5-10 cm para as frações N-amida, quando a pastagem produtiva é contrastada à degradada (contraste C1), e nas frações N-hexosamina ($p < 0,1$) e N-amida ($p < 0,01$), comparando-se estas formas entre as pastagens produtiva e reformada (contraste C2). Nessa camada, o teor de N total no solo da pastagem produtiva (Quadro 6) foi significativamente maior ($p < 0,01$) do que os teores nos solos das pastagens degradada e reformada (contrastos C1 e C2). Por outro lado, o total das formas orgânicas de N hidrolisadas foi mais elevado no solo da pastagem reformada do que na pastagem produtiva (contraste C2), sendo que, entre as frações hidrolisadas, apenas a N-hexosamina e N-não identificado foram menores. No entanto, o teor da fração N-amida foi significativamente menor no solo da pastagem produtiva do que no solo das outras duas pastagens (contrastos C1 e C2).

Os teores médios do CO, N total, N-não hidrolisado, N hidrolisado total e de suas frações, para a camada de 0- 20 cm, possibilitam uma comparação geral entre os solos dos três locais. Entre os Argissolos de Coimbra e de Rio Casca, localizados na Zona da Mata Mineira, não ocorreram grandes diferenças, apesar das condições desiguais de uso, ambiente e textura do solo. O Latossolo de Brasilândia de Minas, localizado no Cerrado, teve teores, em geral, menores devido a menor estabilidade da matéria orgânica por colóides minerais, uma vez que este solo apresenta teor de argila na faixa de 15 a 30 %, inferior ao observado nos outros dois solos. Cerca de 63 a 75 % do N total dos três solos foi hidrolisado, e a distribuição relativa das frações foi semelhante, predominando a fração N- α amina (25 a 29 %), seguido da fração N-hexosamina (15 a 22 %)

Os teores encontrados são comparáveis àqueles relatados por Camargo et al (1996), para a camada de 0-20 cm, de um grupo de solos do Rio Grande do Sul, com teores de N total variando de 900 a 3620 mg kg⁻¹. Esses relataram teores de N total hidrolisado de 714,6 a 1396,6 mg kg⁻¹, dos quais 98,6 a 522,7 mg kg⁻¹ compreendem a fração hidrolisada não identificada. Dentro da fração hidrolisada, 254, 9 e 452,5 mg kg⁻¹ corresponderam à fração N- α amino, 45,3 a 477,3 mg kg⁻¹ à fração N-hexosamina e 14,9 a 208,7 mg kg⁻¹ à fração N-amida.

Quadro 6. Teor de CO, N total, N em diferentes frações orgânicas e N-amoniacal, em três profundidades, em solo sob pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú em diferentes estádios de produtividade, no município de Brasilândia de Minas

| Pastagem | CO ⁽³⁾ -- dag/kg -- | N total ⁽¹⁾ | N-hidrolisado ⁽²⁾ | | | | | N-não hidrolisado | N-amônio |
|--------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|---------------|---------------|-----------------------|----------------------|-------------|
| | | | Total | N- α amino | N-hexosamina | N-amida | N-não identificado | | |
| | | | ----- mg kg ⁻¹ ----- | | | | | | |
| 0 a 5 cm | | | | | | | | | |
| Produtiva ⁽⁴⁾ | 1,6 | 1268,9 (100) | 1028,2 (81) | 430,6 (34) | 348,0 (27) | 161,8 (13) | 63,7 (5) | 240,7 (19) | 24,0 (2) |
| Degradada ⁽⁵⁾ | 1,7 | 1288,9 (100) | 1095,4 (85) | 426,9 (33) | 302,3 (23) | 160,9 (12) | 180,3 (14) | 193,4 (15) | 25,1 (2) |
| Reformada ⁽⁶⁾ | 2,0 | 1448,7 (100) | 1128,7 (78) | 419,0 (29) | 426,5 (29) | 114,0 (8) | 120,7 (8) | 320,1 (22) | 48,5 (3) |
| Média | 1,7 | 1335,5 | 1084,1 | 425,5 | 358,9 | 145,6 | 121,6 | 251,4 | 32,5 |
| CV (%) | 15,4 | 10,9 | 12,3 | 8,1 | 29,9 | 45,5 | 57,6 | 62,5 | 97,9 |
| C1 | 0,4 ns | 0,2 ns | 0,0 ns | -0,1 ns | -0,5 ns | -0,0 ns | 2,0 ns | -0,4 ns | 0,9 ns |
| C2 | 1,7 ns | 1,6 ns | 0,0 ns | -0,4 ns | 0,9 ns | -0,9 ns | 1,0 ns | 0,6 ns | 0,9 ns |
| 5 a 10 cm | | | | | | | | | |
| Produtiva | 1,3 | 969,2 (100) | 598,53 (62) | 267,8 (28) | 199,2 (21) | 111,1 (11) | 69,9 (7) | 370,6 (38) | 2,0 (0) |
| Degradada | 1,5 | 809,3 (100) | 550,24 (68) | 270,8 (33) | 164,3 (20) | 85,0 (11) | 26,1 (3) | 259,0 (32) | 4,1 (1) |
| Reformada | 1,2 | 824,3 (100) | 768,03 (93) | 341,0 (41) | 80,8 (10) | 263,9 (32) | 53,9 (7) | 221,1 (27) | 28,5 (3) |

Continua...

Quadro 6. Continuação...

| Pastagem | CO ⁽³⁾ -- dag/kg -- | N total ⁽¹⁾ | N-hidrolisado ⁽²⁾ | | | | | N-não identificado | N-não hidrolisado | N-amônio |
|--------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------------|-----------------------|----------------------|----------|
| | | | Total | N-α amino | N-hexosamina | N-amida | mg kg ⁻¹ | | | |
| Média | 1,3 | 867,6 | 638,93 | 293,2 | 148,1 | 153,3 | 50,0 | 283,6 | 11,5 | |
| CV (%) | 29,4 | 3,5 | 6,81 | 14,5 | 37,4 | 17,5 | 72,6 | 76,6 | 175,1 | |
| C1 | 0,6 ns | -6,7** | -1,36ns | 0,1 ns | -0,8 ns | 3,4* | -1,5 ns | -0,6 ns | 0,4 ns | |
| C2 | -0,4 ns | -5,8** | 4,77** | 2,1 ns | -2,62° | 11,5** | -0,5 ns | 0,2 ns | 1,8 ns | |
| 10 a 20 cm | | | | | | | | | | |
| Produtiva | 0,8 | 819,3 (100) | 596,2 (73) | 165,6 (20) | 26,4 (3) | 95,2 (12) | 285,6 (35) | 223,1 (27) | 23,4 (3) | |
| Degradada | 0,8 | 699,4 (100) | 479,0 (68) | 173,2 (25) | 108,9 (16) | 57,9 (8) | 120,8 (17) | 220,4 (32) | 18,3 (3) | |
| Reformada ⁽⁶⁾ | 1,0 | 809,3 (100) | 565,1 (70) | 223,8 (28) | 60,4 (7) | 94,6 (12) | 182,1 (23) | 244,2 (30) | 21,4 (3) | |
| Média | 0,8 | 776,0 | 546,8 | 187,5 | 65,8 | 21,0 | 196,2 | 229,2 | 21,0 | |
| CV (%) | 14,6 | 14,4 | 26,6 | 38,9 | 100,0 | 49,8 | 73,6 | 55,1 | 84,5 | |
| C1 | -33,3** | -1,3 ns | -1,0 ns | 0,1 ns | 1,5 ns | -1,1 ns | -0,3 ns | -1,5 ns | -0,3 ns | |
| C2 | 1,6 ns | -0,1 ns | -0,3 ns | 1,0 ns | 0,6 ns | -0,0 ns | -0,9 ns | 0,2 ns | -0,1 ns | |

⁽¹⁾ (Tedesco et al., 1995); ⁽²⁾ Yonebayashi & Hattori (1980); ⁽³⁾ Yeomans & Bremner (1988); ⁽⁴⁾ ausência de plantas espontâneas, menos de 5 % de solo exposto, estabelecida há 15 anos; ⁽⁵⁾ alta incidência de plantas espontâneas e cupins, 35 % de solo exposto, estabelecida há 18 anos; ⁽⁶⁾ com revolvimento do solo e ressemeio da forrageira há um ano.

C1= (-produtiva + degradada); C2= (-produtiva+reformada);

ns, **, * e ° Contraste não significativo e significativo a 1%, 5% e 10% de probabilidade, respectivamente.

3.3. Biodisponibilidade do nitrogênio

Em termos gerais, a absorção de N pelas plantas de milho (1° ao 4° cultivo) e de milho (5° cultivo) não diferiram significativamente ($p < 0,05$) nos diferentes solos analisados (Figura 2).

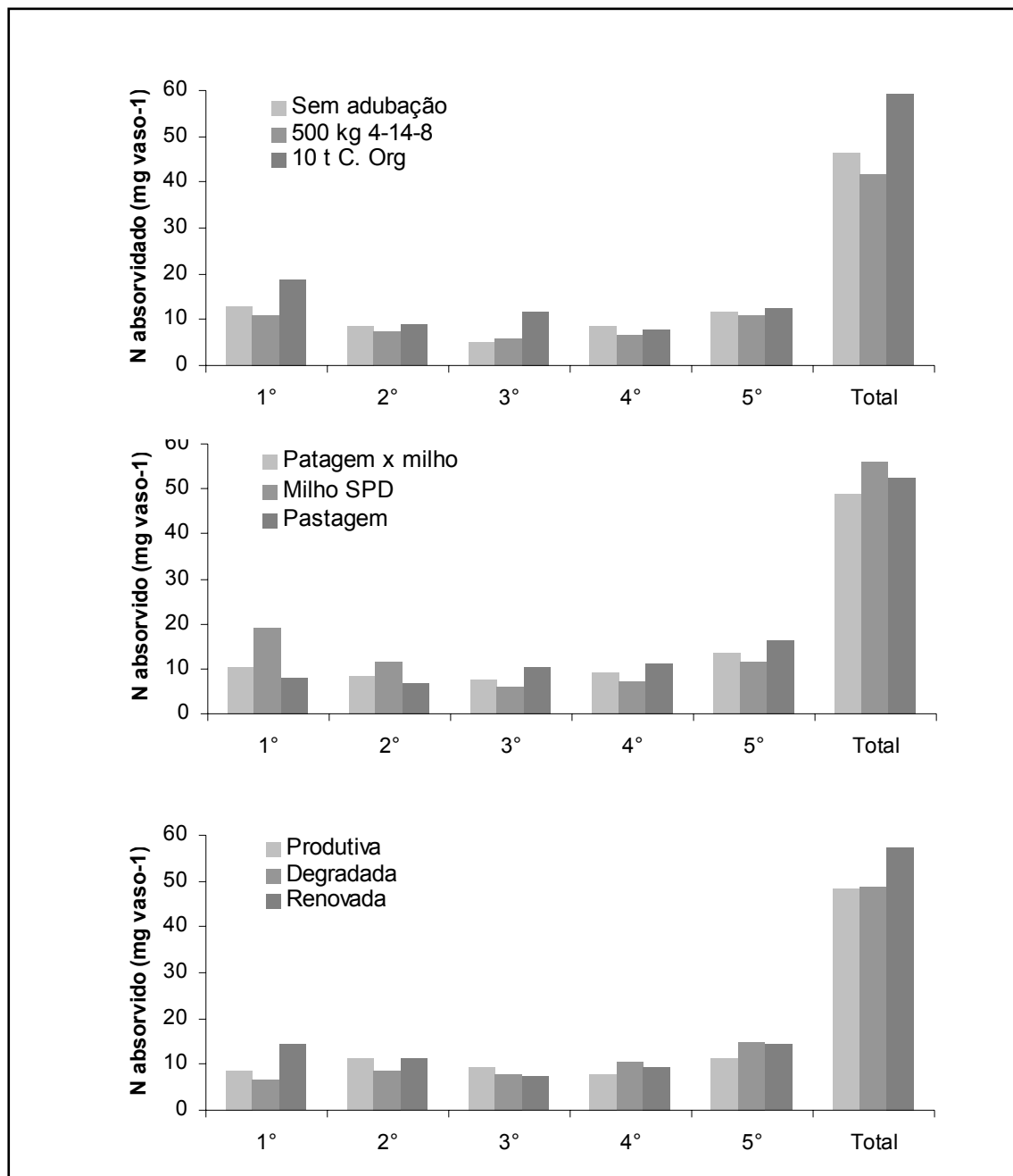


Figura 2. Conteúdo de N absorvido por plantas de milho (cultivos de 1 a 4), de milho (cultivo 5) e o N total absorvido pelas plantas durante os cinco cultivos. As plantas foram cultivadas em vaso com 500 g de solo (camada de 0 a 5 cm) de plantios de milho sem adubação, com adubação mineral e com adubação orgânica; solo de plantios de milho SPD, milho em consórcio com pastagem e pastagem; e solo de pastagens de *Brachiaria brizantha* produtiva, degradada e reformada.

Em todos os cultivos, maior disponibilização de N foi observada nos solos provenientes da pastagem reformada (Brasilândia de Minas) (Figura 2). O N total absorvido pelas plantas não correlacionou com o teor de N inorgânico no início do cultivo. Considerando os teores iniciais na TFSA, a contribuição do N inorgânico dos solos das pastagens reformada, produtiva e degradada foi de apenas 7,2, 7,4 e 12,1 mg de N, respectivamente. Deste modo, estima-se que a contribuição da mineralização do N orgânico correspondeu a 87, 85 e 75% do N absorvido, respectivamente.

Da área com histórico de cultivo de milho (Coimbra) obteve-se maior absorção de N no solo que recebeu adubação orgânica, exceto no 4º cultivo que foi 11% inferior ao absorvido naquele que não foi adubado (Figura 2). O teor inicial de N inorgânico na TFSA não correlacionou com o N absorvido. Com base nos teores iniciais, a contribuição do N inorgânico dos solos com adubação orgânica, adubação mineral e sem adubação foi de 7,2, 11,8 e 10,7 mg de N, respectivamente. Nessas circunstâncias, a contribuição da mineralização do N orgânico foi de 82, 83 e 75%, respectivamente.

Nos solos provenientes da área com histórico de integração pastagem-agricultura (Rio Casca), verificou-se maior absorção de N naquele proveniente do cultivo de milho em plantio direto, quando se considera o N total absorvido. Nos três primeiros cultivos diferenças significativas entre os teores de N absorvido pelas plantas de milheto foram encontradas. Nos dois primeiros, o N absorvido pelas plantas cultivadas nos solos provenientes do cultivo com milho em SPD foi significativamente superior ao dos outros dois solos; no terceiro, maior absorção de N ocorreu em solo sob pastagem (Figura 2). Apesar de apresentar correlação de 0,85 entre o teor inicial de N inorgânico na TFSA (Quadro 7) e o N absorvido (Figura 2), esta não foi significativa.. Com base nos teores iniciais, a contribuição do N inorgânico dos solos do milho SPD, da pastagem x milho e da pastagem foi de 23,8 , 8,0 e 7,4 mg de N, respectivamente. A mineralização do N orgânico contribuiu com 55, 86 e 86 % do N absorvido respectivamente.

Quadro 7. Teor de CO, N total, N em diferentes frações orgânicas e N-amoniacal, na camada de 0 a 5 cm de solos com histórico de cultivo de milho (Coimbra), integração pastagem agricultura (Rio Casca) e de uso exclusivo com pastagem (Brasilândia de Minas), antes e após cultivos com milho e milho

| Histórico de uso | Época | CO ⁽¹⁾ - dag/kg - | N-total ⁽²⁾ | N hidrolisado ⁽³⁾ | | | | | N-não hidrolisado ⁽³⁾ | N-amônio ⁽³⁾ |
|----------------------------|--------|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|--------------|----------|--------------------|----------------------------------|-------------------------|
| | | | | Total | N- α amino | N-hexosamina | N-amida | N-não identificado | | |
| | | | | ----- mg kg ⁻¹ ----- | | | | | | |
| Milho sem adubação | Antes | 2,13A | 1580,31 A | 1070,00 A | 429,91 A | 417,20 A | 142,66 A | 48,82 B | 510,31 A | 31,40 A |
| | | | (100) | (68) | (27) | (26) | (9) | (3) | (32) | (2) |
| Milho sem adubação | Depois | 1,73 A | 1442,38 A | 985,82 A | 170,94 B | 307,55 A | 173,84 A | 316,45 A | 456,57 A | 17,04 A |
| | | | (100) | (68) | (12) | (21) | (12) | (22) | (32) | (1) |
| Milho 500kg/ha de 4-14-8 | Antes | 2,04 A | 1668,55 A | 1140,64 A | 454,76 A | 436,30 A | 146,45 A | 70,85 A | 527,91 A | 32,28 A |
| | | | (100) | (68) | (27) | (26) | (9) | (4) | (32) | (2) |
| Milho 500kg/ha de 4-14-8 | Depois | 1,76 A | 1571,57 A | 873,16 B | 278,79 B | 453,51 A | 88,78 A | 30,395 A | 698,41 A | 21,69 A |
| | | | (100) | (56) | (18) | (29) | (6) | (2) | (44) | (1) |
| Milho10t/ha de C. orgânico | Antes | 3,26 A | 2567,77 A | 1666,64 A | 624,03 A | 506,10 A | 177,54 A | 319,19 A | 901,14 A | 39,78 A |
| | | | (100) | (65) | (24) | (20) | (7) | (12) | (35) | (2) |
| Milho10t/ha de C. orgânico | Depois | 2,44B | 2241,00 B | 1783,29 A | 272,28 B | 761,50 B | 198,31 A | 530,66 A | 457,71B | 20,53 A |
| | | | (100) | (80) | (12) | (34) | (9) | (24) | (20) | (1) |
| CV% | | 12,51 | 11,20 | 9,85 | 26,74 | 15,04 | 36,04 | 64,57 | 41,46 | 48,65 |
| Pastagem x milho | Antes | 2,15 A | 1708,52 A | 1379,77 A | 636,71 A | 321,26 A | 173,47A | 208,83 A | 328,75B | 39,49A |
| | | | (100) | (81) | (37) | (19) | (10) | (12) | (19) | (2) |
| Pastagem x milho | Depois | 1,31 A | 1349,66 A | 556,32 B | 46,85 B | 195,05 A | 128,63A | 166,62 A | 793,34A | 19,17A |
| | | | (100) | (41) | (3) | (14) | (10) | (12) | (59) | (1) |

Continua...

Quadro 7. Continuação...

| Histórico de uso | Época | CO ⁽¹⁾ - dag/kg - | N-total ⁽²⁾ | N hidrolisado ⁽³⁾ | | | | | N-não hidrolisado ⁽³⁾ | N-amônio ⁽³⁾ |
|--------------------|--------|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| | | | | Total | N-α amino | N-hexosamina | N-amida | N-não identificado | | |
| | | | | ----- mg kg ⁻¹ ----- | | | | | | |
| Milho em SPD | Antes | 2,73 A | 2374,91 A (100) | 1832,32 A (77) | 755,14 A (32) | 624,50 A (26) | 242,98B (10) | 180,29 A (8) | 542,59B (23) | 29,42A (1) |
| Milho em SPD | Depois | 2,05 A | 1869,15 A (100) | 639,19 B (34) | 150,23 B (8) | 94,60 B (5) | 334,73A (18) | 46,84 A (3) | 1229,96A (66) | 12,78A (1) |
| Pastagem | Antes | 2,51 A | 1988,28 A (100) | 1689,19 A (85) | 745,88 A (38) | 424,68 A (21) | 241,04A (12) | 247,24 A (12) | 299,08B (15) | 30,34A (2) |
| Pastagem | Depois | 1,73 A | 1638,96 A (100) | 763,29 B (47) | 138,35 B (8) | 114,79 A (7) | 295,77A (18) | 189,21 A (12) | 875,66 A (53) | 25,18A (2) |
| CV% | | 22,47 | 19,41 | 42,74 | 60,33 | 74,21 | 21,46 | 59,22 | 39,19 | 84,21 |
| Pastagem produtiva | Antes | 1,59 A | 1268,90 A (100) | 1028,17 A (81) | 430,60 A (34) | 348,01 A (27) | 161,82 A (13) | 63,69 A (5) | 240,73 A (19) | 24,05 A (2) |
| Pastagem produtiva | Depois | 1,14B | 945,73 A (100) | 522,99 A (55) | 120,97 A (13) | 103,66 B (11) | 136,88 A (14) | 147,93 A (16) | 422,74 A (45) | 13,56 A (1) |
| Pastagem degradada | Antes | 1,67 A | 1288,88 A (100) | 1095,45 A (85) | 426,91 A (33) | 302,29 A (23) | 160,87 A (12) | 180,31 A (14) | 193,44 A (15) | 25,07 A (2) |
| Pastagem degradada | Depois | 1,39B | 920,17 A (100) | 706,72 B (77) | 60,60 A (7) | 197,14 A (21) | 152,92 A (17) | 286,38 A (31) | 213,45 A (23) | 9,68 A (1) |
| Pastagem reformada | Antes | 1,95 A | 1448,74 A (100) | 1128,67 A (78) | 419,00 A (29) | 426,53 A (29) | 114,01 A (8) | 120,67 A (8) | 320,07 A (22) | 48,46 A (3) |
| Pastagem reformada | Depois | 1,30B | 975,16 A (100) | 532,06 A (55) | 80,54 A (8) | 140,47 B (14) | 131,38 A (13) | 175,41 A (18) | 443,10 A (45) | 4,26B (0) |
| CV% | | 6,93 | 5,12 | 17,33 | 24,82 | 55,968 | 44,35 | 61,64 | 47,30 | 112,64 |

(1) Yeomans & Bremner (1988); (2) (Tedesco et al., 1995); (3) Yonebayashi & Hattori (1980). Médias seguidas da mesma letra maiúscula, no mesmo tratamento e em tempos diferentes, não diferiram estatisticamente pelo teste F (p < 0,05).

Observou-se, em todos os solos, após os cultivos, redução nos teores de CO (Quadro 7), o que pode ser atribuído às condições mais favoráveis à mineralização da MOS, propiciada pela adubação, além de perdas por desnitrificação que impossibilitaram o fechamento do fluxo de massa de N no sistema. Contudo, reduções significativas no N total do solo não foram detectadas, exceto no solo proveniente de cultivo de milho com adubação orgânica (Quadro 7).

Com relação às frações orgânicas de N determinadas antes e após o cultivo, diferenças significativas ($p < 0,05$) foram observadas na fração N-não hidrolisado nos solos com integração pastagem-agricultura (Rio Casca) e no solo com milho com adubação orgânica (Coimbra) (Quadro 7). No solo de Rio Casca, o aumento médio no teor de N-não hidrolisado foi da ordem de 154 %. Nos solos com pastagem, provenientes de Brasilândia de Minas, 42 %, esse aumento que pode estar mais relacionado ao processo de hidrólise do que ao aumento da recalcitrância da MOS após 120 dias (duração do experimento). A transferência de N para frações mais recalcitrantes está ligada à transferência do N para frações mais estáveis. Esse fato também foi verificado por González-Prieto et al. (1997) que verificaram um crescimento dessa fração 30 dias após o semeio do milho. Interações secundárias entre compostos nitrogenados e produtos da atividade microbiana (polifenóis e polissacarídeos), ocasionadas pela prolongada hidrólise ácida do solo também favorecem o aumento na quantificação dessa fração, conforme sugerem Schnitzer & Hindle (1981).

Nos solos da área submetida ao cultivo de milho (Coimbra), houve, em média, redução de 42 % no N-amônio, de 52 % na fração N- α -amina e aumento na fração N-hexosaminas (9 %) (Quadro 7). Nos solos sem adubação e adubado com composto orgânico, a fração N-amida aumentou em torno de 17 %, enquanto que, no solo com adubação mineral, reduziu 39 %. Por outro lado, o N não identificado aumentou 548 % no solo sem adubação, 66 % no solo com adubação orgânica, mas reduziu 57 % no solo com adubação mineral.

Nos solos da área de integração pastagem-agricultura (Rio Casca), após os cultivos, o N-amônio reduziu 42 %, o N- α -amina, 85 %, e o N-hexosamina, 66 % (Quadro 7). Enquanto no solo do consórcio pastagem x milho a fração N-amida reduziu 26 %, no solo do milho em SPD e da pastagem esta fração

aumentou 38% e 23%, respectivamente. Nestas condições o N-não identificado reduziu, em média, 39%.

Nos solos da área sob pastagem (Brasilândia de Minas), após os cultivos, o N-amônio reduziu 65% , a fração N- α -amina, 80%, a fração N-hexosamina, 57%, enquanto o N não identificado aumentou 79% (Quadro 7). González-Prieto et al. (1997) sugerem que o decréscimo observado nos teores de N nas frações N hidrolisado ocorre haja vista tais frações serem o compartimento mais ativo do N no solo e a fonte de N potencialmente disponível para as plantas

Não foi possível estabelecer correlações significativas entre as frações de N obtidas pelo processo de hidrólise e o N absorvido pelas plantas cultivadas nos solos avaliados. Provavelmente a saída de N do sistema solo por outros processos, como o de desnitrificação, deixando um expressivo déficit no fluxo de massa destes solos, tenha sido a responsável pelos resultados obtidos.

4. CONCLUSÕES

1. De 42 a 93% do N total do solo foi recuperado por meio da hidrólise ácida, sendo o N α -amino e o N-hexosamina as formas de N orgânico predominantes em todos os solos submetidos à hidrólise, independente do tipo de manejo e da profundidade avaliada.

2. Os teores de N total e nas frações orgânicas de N foram maiores nos dois Argissolos comparados ao Latossolo Vermelho-Amarelo, devido aos baixos teores de argila deste solo, fato que reduziu a formação de complexos argilo-húmicos responsáveis por um aumento da estabilidade de matéria orgânica nos solos

3. As condições de uso agrícola não exerceram influências marcantes sobre os teores de N das formas orgânicas hidrolisadas.

4. A adubação orgânica exerceu grande influência nos resultados obtidos, haja vista o consistente aumento no teor de carbono orgânico e de nitrogênio total, detectados, principalmente, nos cinco centímetros superficiais do solo.

5. Perdas paralelas de N, durante o cultivo, principalmente pelo processo de desnitrificação, inviabilizaram a determinação da contribuição das frações à disponibilidade de N para as plantas.

5. LITERATURA CITADA

- ABER, J.D.; MELILLO, J.M. & McCLAUGHERTY, C.A. Predicting long-term patterns of mass loss, nitrogen dynamics and soil organic matter formation from initial fine litter chemistry in temperate forest ecosystems. *Can. J. Bot.*, 68: 2201–2208, 1990.
- ALVAREZ V., V.H. Equilíbrio de formas disponíveis de fósforo e enxofre em dois Latossolos de Minas Gerais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1974. 125p. (Tese de Mestrado)
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; DIAS, L.E. & OLIVEIRA, J.A. Determinação e uso do fósforo remanescente, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, 32 p, (Boletim informativo,, 25)
- BREMNER, J.M. Nitrogen-total. In: BARTELS, J.M. ed. *Methods of soil analysis. Part 3 - Chemical methods.* Madison, 1996. p.1085-1121. (SSSA Book Series, 5)
- BREMNER, J.M. Organic forms of nitrogen. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis. Part 2.* Madison, American Society of Agronomy. 1965. p.1238-1255.
- CAMARGO, F.A.O.; GIANELLO, C. & VIDOR, C. Comparação de métodos para fracionamento do nitrogênio orgânico em solos do Rio Grande do Sul. *R. Bras. Ci. Solo*, 20: 525-528, 1996.
- CAMARGO, F.A.O.; GIANELLO, C. & VIDOR, C. Tempo de hidrólise e concentração de ácido para fracionamento do nitrogênio orgânico do solo. *R. Agropec. Bras.*, 32: 221-227, 1997
- DEFELIPO, B.V. & RIBEIRO, A.C. Análise química do solo (metodologia). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 17p. (Boletim de Extensão, 29),

- DITTERT, K.; LAMPE, C.; GASCH, R.; BUTTERBACH-BAHL, K.; WACHERSDORF, M.; PAPEN, H.; SATTERMACHER, B. & TAUBE, F. Short-term effects of single or combined application of mineral N fertilizer and cattle slurry on the fluxes of radiatively active trace gases from grassland soil. *Soil Biol. Biochem.*, 37: 1665-1674, 2005.
- DUXBURY, J.M.; SMITH, M.S. & DORAN, J.W. Soil organic matter as a source and a sink of plant nutrients. In: COLEMAN, D.C.; OADES, J.M. & UEHARA, G. eds. *Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems*. Honolulu, Hawaii: NifTal Project. 1989. p.33-66.
- GONZÁLEZ-PRIETO, S.J.; JOCTEUR-MONROZIER, L.; HÉTIER, J.M. & CABBALLAS, T. Changes in the soil organic N fractions of a tropical Alfisol fertilized with ¹⁵N-urea and cropped to maize or pasture. *Plant Soil*, 195: 151-160, 1997.
- JONES, D.L. & KIELLAND, K. Soil amino acid turnover dominates the nitrogen flux in permafrost-dominated taiga forest soils. *Soil Biol. Biochem.*, 34: 209-219, 2002.
- KAI, H.; AHMAD, Z. & HARADA, T. Factors affecting immobilization and release of nitrogen in soil and chemical characteristics of the nitrogen newly immobilized. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 19: 275-286, 1973.
- KEMMITT, S.J.; WRIGHT, D. & JONES, D. L. Soil acidification used as a management strategy to reduce nitrate losses from agricultural land. *Soil Biol. Biochem.*, 37: 867-875, 2005.
- KNICKER, H.; SCHMIDT, W.I. & KOGEL-KNABNER, I. Nature of organic nitrogen in fine particle size separates of sandy soils of highly industrialized areas as revealed by NMR spectroscopy. *Soil Biol. Biochem.*, 41: 241-252, 2000.
- MENDONÇA, E.S. & STOTT, D.E. Characteristics and decomposition rates of pruning residues from a shaded coffee system in Southeastern Brazil. *Agrofor. Systems*, 57: 117-125, 2003.
- MONTEIRO, H.C.F.; CANTARUTTI, R.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J. & FONSECA, D.M. Dinâmica de decomposição e mineralização de nitrogênio em função da qualidade de resíduos de gramíneas e leguminosas forrageiras. *R. Bras. Zoot.*, 31:1092-1102, 2002.
- REDDY, K.S.; et al. Changes in amount of organic and inorganic fractions of nitrogen in an Eutrochrept soil after long-term cropping with different fertilizer and organic manure inputs. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 166: 232-238, 2003.
- RUIZ, H.A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte+argila). *R. Bras. Ci. Solo*, 19: 297-300, 2005.

- SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; LECH, V.A. & RAMPAZZO, C. Lixiviação de nitrato afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. *Ci. Rural*, 33: 65-70, 2003.
- SCHNITZER, M. & HINDLE, D.A. Effects of different methods of acid hydrolysis on the nitrogen distribution in two soil. *Plant Soil*, 60: 237-243, 1981.
- SCHULTEN, H.R. & SCHNITZER, M. The chemistry of soil organic nitrogen: a review. *Biol. Fertil. Soils*, 26: 1-15, 1998.
- STEVENSON, J.F. *Humic chemistry: genesis, composition, reactions*. 2ed. New York, 1994. 498p.
- TEDESCO, J.M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & WOLKWEISS, S.J. *Análise de solo, planta e outros materiais*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 174p, (Boletim técnico, 5)
- WANG, Q.; ZHIWEI, H. & HIGANO, Y. An inventory of nitric oxide emissions from soils in China. *Environ. Pollut.*, 135: 83-90, 2005.
- XU, Y.C.; SHEN, Q.R. & RAN, W. Content and distribution of forms of organic N in soil and particle size fractions after long-term fertilization. *Chemosphere*, 50: 739-745, 2003.
- YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 19:1467-1476, 1988.
- YONEBAYASHY, K. & HATTORI, T. Improvements in the method for fractional determination of soil organic nitrogen. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 26: 469-481, 1980.

APÊNDICE

Quadro 1A. Resumo das análises de variância das frações orgânicas de N e CO, em três camadas, para solos com cultivo de milho com diferente fontes ou doses de adubação - Coimbra (MG)

| FV | GL | Quadrado médio | | | | | | | | CO |
|-----------|----|----------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------|----------|---------|------|
| | | N Total | N não hidrolisado | N-hidrolisado total | N-não identificado | N- α amino | N-hexosamina | N-amônio | N-amida | |
| 0 a 5 cm | | | | | | | | | | |
| REPETIÇÃO | 2 | 197603,00 | 439759,80 | 49109,30 | 1226,33 | 10116,08 | 17071,08 | 3179,17 | 3956,60 | 0,14 |
| TRAT | 3 | 624345,40 | 106988,40 | 217065,60 | 46648,49 | 22606,23 | 6731,91 | 50,748 | 733,367 | 0,96 |
| RESIDUO | 5 | 57885,04 | 49763,08 | 22372,13 | 6369,93 | 16879,13 | 5807,02 | 105,24 | 447,092 | 0,05 |
| CV (%) | | 12,72 | 36,08 | 11,75 | 59,17 | 25,58 | 17,35 | 29,04 | 13,57 | 9,42 |
| 5 a 10cm | | | | | | | | | | |
| REPETIÇÃO | 2 | 70976,84 | 149135,80 | 42686,45 | 894,00 | 11807,83 | 422,79 | 96,22 | 997,33 | 0,23 |
| TRAT | 3 | 171202,90 | 66113,74 | 55339,19 | 1832,18 | 6414,40 | 3325,64 | 145,88 | 4718,67 | 0,10 |
| RESIDUO | 5 | 74770,25 | 79439,38 | 65102,18 | 964,00 | 12460,91 | 3670,85 | 105,53 | 2228,61 | 0,03 |
| CV (%) | | 14,83 | 32,47 | 26,16 | 70,36 | 24,81 | 16,57 | 87,82 | 33,22 | 7,72 |
| 10 a 20cm | | | | | | | | | | |
| REPETIÇÃO | 2 | 11105,72 | 21056,41 | 25566,86 | 10562,33 | 6096,91 | 13513,46 | 369,41 | 1022,79 | 0,00 |
| TRAT | 3 | 78580,29 | 25443,82 | 34918,96 | 9827,44 | 8778,27 | 27277,65 | 1183,35 | 6376,05 | 0,06 |
| RESIDUO | 5 | 15682,78 | 19922,86 | 7547,94 | 2889,86 | 5474,99 | 6401,55 | 976,73 | 1565,51 | 0,03 |
| CV (%) | | 7,32 | 23,70 | 7,79 | 51,90 | 15,69 | 20,54 | 86,66 | 34,45 | 9,88 |

Quadro 2A. Resumo das análises de variância das frações orgânicas de N e CO, em três camadas, para solos sob sete diferentes condições de manejo - Rio Casca (MG)

| FV | GL | Quadrado médio | | | | | | | | |
|-----------|----|----------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------|----------|----------|-------|
| | | N Total | N não hidrolisado | N-hidrolisado total | N-não identificado | N- α amino | N-hexosamina | N-amônio | N-amida | CO |
| 0 a 5 cm | | | | | | | | | | |
| REPETIÇÃO | 2 | 204876,50 | 24226,61 | 173595,70 | 83915,07 | 204407,30 | 40363,40 | 5720,10 | 20067,94 | 0,63 |
| TRAT | 6 | 610324,00 | 135790,50 | 248974,10 | 9313,22 | 62451,86 | 49050,63 | 589,70 | 11104,20 | 0,67 |
| RESIDUO | 12 | 124351,00 | 65189,91 | 197289,90 | 18206,75 | 57357,79 | 43857,14 | 146,73 | 2468,87 | 0,26 |
| CV (%) | | 14,76 | 42,93 | 24,75 | 63,70 | 30,32 | 41,93 | 29,62 | 19,67 | 18,30 |
| 5 a 10cm | | | | | | | | | | |
| REPETIÇÃO | 2 | 5690,14 | 296096,40 | 225059,50 | 12570,96 | 34386,36 | 58729,42 | 1147,06 | 815,12 | 0,10 |
| TRAT | 6 | 197143,60 | 151245,50 | 1(100)71,30 | 42156,89 | 51396,56 | 11562,73 | 233,22 | 2584,43 | 0,18 |
| RESIDUO | 12 | 104219,10 | 44477,96 | 64370,98 | 31944,52 | 15171,75 | 9860,90 | 473,54 | 2282,05 | 0,17 |
| CV (%) | | 16,62 | 24,28 | 23,62 | 113,05 | 26,31 | 44,02 | 88,62 | 24,16 | 20,46 |
| 10 a 20cm | | | | | | | | | | |
| REPETIÇÃO | 2 | 216823,60 | 147546,50 | 4414,28 | 20976,38 | 4309,37 | 4,84 | 406,15 | 2718,20 | 0,00 |
| TRAT | 6 | 96118,91 | 48531,29 | 32655,08 | 33718,02 | 19813,02 | 9002,48 | 150,90 | 2228,34 | 0,06 |
| RESIDUO | 12 | 44522,75 | 132754,00 | 25637,32 | 11598,34 | 7712,83 | 14547,32 | 106,12 | 688,26 | 0,04 |
| CV (%) | | 12,10 | 47,82 | 15,22 | 37,50 | 25,56 | 56,06 | 35,45 | 14,84 | 12,85 |

Quadro 3A. Resumo das análises de variância das frações orgânicas de N e CO, em três camadas, para solos sob pastagens em diferentes estágios de degradação - Brasilândia de Minas

| FV | GL | Quadrado médio | | | | | | | | |
|-----------|----|----------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------|----------|----------|-------|
| | | N Total | N não hidrolisado | N-hidrolisado total | N-não identificado | N- α amino | N-hexosamina | N-amônio | N-amida | CO |
| 0 a 5 cm | | | | | | | | | | |
| REPETIÇÃO | 2 | 29149,41 | 12284,31 | 7865,59 | 10202,42 | 105,37 | 11845,62 | 572,13 | 2241,02 | 0,11 |
| TRAT | 2 | 57600,03 | 1746,22 | 46174,97 | 2249,15 | 10991,50 | 24714,68 | 1127,34 | 9402,78 | 0,12 |
| RESIDUO | 4 | 21362,92 | 24663,01 | 17659,99 | 4893,08 | 1193,44 | 11500,17 | 1014,41 | 4392,718 | 0,07 |
| CV (%) | | 10,94 | 62,46 | 12,26 | 57,55 | 8,12 | 29,88 | 97,92 | 45,53 | 15,42 |
| 5 a 10cm | | | | | | | | | | |
| REPETIÇÃO | 2 | 23384,43 | 18121,81 | 39245,35 | 1474,16 | 5138,75 | 11098,76 | 649,72 | 28014,12 | 0,08 |
| TRAT | 2 | 3169,501 | 24181,08 | 3089,96 | 2828,85 | 1321,67 | 9,50 | 376,59 | 1136,07 | 0,43 |
| RESIDUO | 4 | 923,3984 | 47156,48 | 1892,38 | 1317,27 | 1808,16 | 3073,90 | 407,63 | 719,59 | 0,15 |
| CV (%) | | 3,50 | 76,57 | 6,81 | 72,62 | 14,50 | 37,44 | 175,14 | 17,49 | 29,41 |
| 10 a 20cm | | | | | | | | | | |
| REPETIÇÃO | 2 | 18118,55 | 834,0096 | 13532,04 | 21313,66 | 1085,52 | 5789,23 | 50,82 | 1255,98 | 0,01 |
| TRAT | 2 | 8460,318 | 11511,49 | 2805,86 | 18839,14 | 1636,31 | 4950,50 | 22,11 | 577,28 | 0,00 |
| RESIDUO | 4 | 12877,65 | 17498,37 | 21361,37 | 22001,27 | 4906,57 | 4336,02 | 373,74 | 1587,91 | 0,01 |
| CV (%) | | 14,35 | 55,08 | 26,55 | 73,635 | 38,86 | (100),01 | 84,47 | 49,83 | 14,55 |

Quadro 4A. Resumo das análises de variância das frações orgânicas de N, determinadas no fracionamento, e CO, segundo a época de cultivo, para solos sob cultivo de milho (Coimbra)

| FV | GL | Quadrado médio | | | | | | | | |
|------------------|----|----------------|---------------------|-------------------|--------------|----------|---------|--------------------|-------------------|-------|
| | | N Total | N-hidrolisado total | N- α amino | N-hexosamina | N-amônio | N-amida | N-não identificado | N não hidrolisado | CO |
| REP | 2 | 275292,60 | 70162,16 | 12278,80 | 38061,02 | 1728,53 | 446,18 | 54988,03 | 568522,80 | 0,18 |
| TRAT (PARCELA) | 2 | 1424513,00 | (100)1939,00 | 32849,10 | 116162,80 | 52,81 | 7476,31 | 216237,40 | 59629,83 | 1,72 |
| REP*TRAT(ERRO A) | 4 | 7948,97 | 28367,45 | 3277,50 | 16262,50 | 26,45 | 375,30 | 15938,43 | 53882,90 | 0,02 |
| EPOCA (SUBPARC) | 1 | 157737,80 | 27614,11 | 309439,80 | 13277,71 | 976,81 | 16,41 | 96207,80 | 53354,92 | 1,12 |
| TRAT*EPOCA | 2 | 22535,33 | 55373,40 | 11598,21 | 51526,05 | 28,26 | 3538,91 | 40384,95 | 144759,20 | 0,12 |
| EP/Milho1 | 1 | 28533,65 | 10629,20 | (100)597,00 | 18037,15 | 309,40 | 1457,65 | 107443,20 | 4332,41 | 0,24 |
| EP/Milho3 | 1 | 14108,04 | 107319,60 | 46449,78 | 444,26 | 168,24 | 4989,38 | 2454,80 | 43605,55 | 0,12 |
| EP/Milho43 | 1 | 160166,60 | 20412,18 | 185589,40 | 97848,44 | 555,69 | 647,21 | 67079,70 | 294935,30 | 1,00 |
| RESIDUO | 6 | 42696,03 | 15226,45 | 9881,08 | 5222,49 | 174,08 | 3104,90 | 20070,22 | 60236,84 | 0,08 |
| CV (%) | | 11,20 | 9,85 | 26,74 | 15,04 | 48,65 | 36,04 | 64,57 | 41,46 | 12,51 |

Quadro 5A. Resumo das análises de variância das frações orgânicas de N, determinadas no fracionamento, e CO para solos sob diferentes condições de manejo, segundo a época de cultivo, para solos da área de Rio Casca

| FV | GL | Quadrado médio | | | | | | | | |
|-------------------|-----|----------------|---------------------|-------------------|--------------|----------|----------|--------------------|-------------------|-------|
| | | N Total | N-hidrolisado total | N- α amino | N-hexosamina | N-amônio | N-amida | N-não identificado | N não hidrolisado | CO |
| REP | 2 | 209517,80 | 112916,20 | 113221,50 | 1160,26 | 589,37 | 4755,77 | 4727,38 | 29097,45 | 0,58 |
| TRAT (PARCELA) | 2 | 527658,80 | 138425,20 | 22478,95 | 18481,03 | 114,63 | 33181,03 | 17383,88 | 195813,40 | 0,65 |
| REP*TRAT(ERRO A) | 4 | 162194,50 | 122244,50 | 32469,33 | 24845,07 | 63,81 | 621,72 | 33921,98 | 31042,41 | 0,25 |
| EPOCA (SUBPARC) | 1 | 736817,40 | 4329073,00 | 1624165,00 | 466577,80 | 887,09 | 5166,35 | 27305,44 | 1493924,00 | 2,63 |
| TRAT*EPOCA | 2 | 11536,42 | 54643,15 | 136,31 | 61273,28 | 93,74 | 7484,85 | 3565,20 | 18611,52 | 0,01 |
| EP/Pastagem milho | x 1 | 193166,90 | 1017096,00 | 521915,60 | 23895,40 | 619,47 | 3014,83 | 2672,53 | 323765,70 | 1,06 |
| EP/Milho em SPD | 1 | 383689,20 | 2135332,00 | 548879,10 | 421179,50 | 415,09 | 12629,07 | 26711,23 | 708712,90 | 0,68 |
| EP/Pastagem | 1 | 183034,20 | 1285932,00 | 553642,70 | 144049,50 | 40,00 | 4492,15 | 5052,10 | 498668,00 | 0,91 |
| RESIDUO | 6 | 125016,10 | 238830,80 | 61844,79 | 48192,66 | 481,73 | 2566,38 | 10515,90 | 70649,16 | 0,22 |
| CV (%) | | 19,41 | 42,74 | 60,33 | 74,21 | 84,21 | 21,46 | 59,22 | 39,19 | 22,47 |

Quadro 6A. Resumo das análises de variância das frações orgânicas de N, determinadas no fracionamento, e CO, segundo a época de cultivo, para solos sob pastagem (Brasilândia de Minas)

| FV | GL | Quadrado médio | | | | | | | | |
|------------------|----|----------------|---------------------|-------------------|--------------|----------|---------|--------------------|-------------------|------|
| | | N Total | N-hidrolisado total | N- α amino | N-hexosamina | N-amônio | N-amida | N-não identificado | N não hidrolisado | CO |
| REP | 2 | 79569,23 | 31725,19 | 2745,67 | 7097,98 | 894,07 | 9510,75 | 17507 | 10899,65 | 0,21 |
| TRAT (PARCELA) | 2 | 22497,62 | 23753,28 | 1739,01 | 5036,66 | 139,90 | 1936,75 | 25327,05* | 50679,70 | 0,10 |
| REP*TRAT(ERRO A) | 4 | 38504,29 | 6550,04 | 2505,01 | 5484,34 | 521,38 | 2453,96 | 2153,70* | 24105,16 | 0,09 |
| EPOCA (SUBPARC) | 1 | 679145,80 | 1110818,00 | 514506,00 | 201979,90 | 2455,53° | 120,35* | 30026,82 | 52831,12 | 0,96 |
| TRAT*EPOCA | 2 | 8923,71 | 16284,28 | 1205,00 | 13461,90 | 497,63 | 679,87 | 995,45 | (100)82,92 | 0,05 |
| EP/Pastagem1 | 1 | 156656,40 | 382803,80 | 143805,90 | 89567,48 | 165,17 | 932,59 | 10645,05 | 49690,13 | 0,29 |
| EP/Pastagem2 | 1 | 203921,70 | 226663,40 | 201278,20 | 16585,63 | 355,01 | 94,835 | 16877,60 | 600,97 | 0,12 |
| EP/Pastagem3 | 1 | 336415,50 | 533919,60 | 171831,90 | 122750,60 | 2930,62 | 452,65 | 4495,09 | 22705,84 | 0,64 |
| RESIDUO | 6 | 3418,59 | 20977,910 | 4051,22 | 20052,53 | 551,37 | 4020,28 | (100)20,74 | 20889,93 | 0,01 |
| CV (%) | | 5,12 | 17,33 | 24,82 | 55,968 | 112,64 | 44,35 | 61,64 | 47,30 | 6,93 |

Quadro 7A. Caracterização química dos solos utilizados no experimento de câmara de crescimento após os cinco cultivos

| Área | pH H ₂ O | Ca ²⁺ (¹) | Mg ²⁺ (¹) | K ⁺ (²) | H+Al | Al ³⁺ (¹) | P (²) | P-rem (³) | V | m | (t) | (T) | SB | CO ⁽⁴⁾ |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------|-----------------------------------|---------------------|------------------------|------|-----|------------------------|-------|------|----------------------|
| | (1:2,5) | cmolc kg ⁻¹ | | | | | mg kg ⁻¹ | | % | | cmolc kg ⁻¹ | | | dag kg ⁻¹ |
| Pastagem | | | | | | | | | | | | | | |
| Produtiva | 5,65 | 4,53 | 0,70 | 233 | 2,4 | 0,00 | 431,9 | 59,2 | 70,8 | 0,0 | 5,83 | 8,23 | 5,83 | 1,14 |
| Degradada | 5,90 | 5,10 | 1,15 | 255 | 2,0 | 0,00 | 500,9 | 60,1 | 77,5 | 0,0 | 6,90 | 8,90 | 6,90 | 1,39 |
| Reformada | 6,09 | 4,52 | 1,20 | 229 | 1,4 | 0,00 | 618,0 | 59,6 | 81,8 | 0,0 | 6,31 | 7,71 | 6,31 | 1,30 |
| Milho | | | | | | | | | | | | | | |
| Sem adubação | 5,92 | 5,20 | 0,83 | 197 | 2,5 | 0,00 | 142,9 | 51,9 | 72,3 | 0,0 | 6,53 | 9,03 | 6,53 | 1,73 |
| 500kg (4-14-8) | 5,70 | 5,04 | 0,68 | 167 | 3,8 | 0,00 | 136,2 | 54,6 | 61,8 | 0,0 | 6,15 | 9,95 | 6,15 | 1,76 |
| 10t/ha de C,orgânico | 6,40 | 7,45 | 0,44 | 223 | 2,4 | 0,00 | 342,8 | 54,1 | 77,9 | 0,0 | 8,46 | 10,86 | 8,46 | 2,44 |
| Pastagem e agricultura | | | | | | | | | | | | | | |
| Pastagem x milho | 5,64 | 4,76 | 0,51 | 186 | 2,7 | 0,00 | 472,8 | 60,0 | 68,0 | 0,0 | 5,75 | 8,45 | 5,75 | 1,31 |
| Milho em SPD | 5,78 | 5,19 | 0,68 | 263 | 2,5 | 0,10 | 337,8 | 60,0 | 72,3 | 1,5 | 6,64 | 9,04 | 6,54 | 2,05 |
| Pastagem | 5,72 | 5,21 | 0,40 | 195 | 2,5 | 0,00 | 331,8 | 60,0 | 71,0 | 0,0 | 6,11 | 8,61 | 6,11 | 1,73 |

(¹) extraído com KCl 1 mol L⁻¹; (²) extraído com Mehlich-1 (Defelipo & Riberio, 1996); (³) Alvarez V. et al. (2000); (⁴) Carbono orgânico (Yeomans & Bremner, 1988); (⁵) N-amônio, extraído com KCl 1 mol L⁻¹; (⁶) N-nitrato, extraído com KCl 1 mol L⁻¹.

Quadro 8A. Conteúdo de N-absorvido pelas culturas de milho (1° ao 4° cultivo) e milho (5° cultivo), em câmara de crescimento, nos solos das áreas sob pastagem, em diversos estádios de degradação, milho com manejos de adubação diferenciados e área com condição de manejo diferentes

| Solos | 1° | 2° | 3° | 4° | 5° |
|------------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|
| | ----- mg ----- | | | | |
| Pastagem Produtiva | 8,53 A | 11,32A | 9,35 A | 7,64 A | 12,39 A |
| Pastagem Degradada | 6,54 A | 8,70 A | 7,94 A | 10,63 A | 14,94 A |
| Pastagem Reformada | 14,52 A | 11,18 A | 7,58 A | 9,72 A | 14,29 A |
| Milho sem adubação | 12,74 A | 8,50 A | 5,04 A | 8,55 A | 11,64 A |
| Milho 500kg (4-14-8) | 11,09 A | 7,52 A | 5,71 A | 6,47 A | 10,82 A |
| Milho 10t/ha de C,orgânico 4 | 18,60 A | 9,03 A | 11,62 A | 7,61 A | 12,45 A |
| Pastagem x milho | 10,40B | 8,20B | 7,70B | 9,32 A | 13,41 A |
| Milho em SPD | 19,25 A | 11,59 A | 6,09B | 7,29 A | 11,67 A |
| Pastagem | 8,03 B | 6,73B | 10,30A | 10,97 A | 16,41 A |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na mesma coluna, não diferiram estatisticamente pelo teste F ($p < 0,05$),