

ALTERAÇÕES NA MATÉRIA ORGÂNICA DE UM PODZOL HIDROMÓRFICO PELO USO COM PASTAGENS CULTIVADAS NO PANTANAL MATO-GROSSENSE¹

FERNANDO ANTONIO FERNANDES², CARLOS CLEMENTE CERRI³
e ANA HELENA BERGAMIN MAROZZI FERNANDES⁴

RESUMO - Este trabalho foi conduzido visando avaliar as alterações na matéria orgânica (carbono e nitrogênio) de um Podzol Hidromórfico decorrentes da introdução de *Brachiaria decumbens* Stapf. Prain., em área de cerrado não-inundável, no Pantanal Mato-Grossense. A amostragem foi realizada em áreas sob pastagem cultivada com 10 e 20 anos de implantação e sob cerrado nativo. Foram abertas trincheiras de 1,5 m de profundidade no topo do terreno de cada área e coletadas amostras de solo até 1 m de profundidade, para estudo das variações nos conteúdos de C e N no perfil. Também foram coletadas amostras até a profundidade de 40 cm ao longo de dois transectos, para cálculo dos estoques de C e N das áreas. Foram feitas determinações de C e N para todas as amostras, e fracionamento químico de C para uma amostra composta da camada 0-20 cm para cada área. Foi observada redução de 28% no conteúdo de C na camada de 0-40 cm após 20 anos de cultivo. A proporção relativa das frações húmicas também foi alterada em função da introdução da pastagem. No cerrado nativo predominou a fração ácido fúlvico; sob pastagem de dez anos, humina; e sob pastagem de 20 anos, ácido fúlvico novamente. Com relação ao nitrogênio, não foi observada diferença significativa nos conteúdos entre as áreas estudadas.

Termos para indexação: carbono orgânico, nitrogênio, fracionamento, frações húmicas.

CHANGES IN THE SOIL ORGANIC MATTER BY THE INTRODUCTION OF PASTURES CULTIVATED IN A HYDROMORPHIC PODZOL IN THE PANTANAL

ABSTRACT - The purpose of this research was to evaluate the changes in the organic matter of a Hydromorphic Podzol after the introduction of *Brachiaria decumbens* Stapf. Prain., in a non-flooding savannah area in the Pantanal, MS, Brazil. Soil sampling was performed on ten- and twenty-year old pastures cultivated in Savannah areas. In each area, trenches were dug to 1.5 m depth, and soil samples were collected down to 1.0 m, for the study of the C and N distribution on the soil profile. Soil samples were also collected to a depth of 40 cm along two transects to calculate the C and N reserves in each area. All samples were analysed for C and N. Chemical fractionation of soil organic matter was performed on a composite sample from the 0-20 cm layer. After 20 years of introduced pasture the soil organic matter decreased by 28% in the 0-40 cm layer. The relative proportion of the humic fractions also changed with the pasture introduction. In the native savannah the fulvic acid fraction predominated; in the 10-year-old pasture, the humine fraction predominated and in the 20-year-old pasture, fulvic acids predominated again. No statistical difference for the nitrogen content among the three areas was observed.

Index terms: organic carbon, nitrogen, fractionation, humic fractions.

INTRODUÇÃO

O Pantanal Mato-Grossense corresponde a uma extensa planície de aproximadamente 139.000 km², sujeita a um regime de enchentes cíclicas e inserida na bacia do Alto Paraguai (496.000 km²). Situa-se entre os paralelos 16° e 21° de latitude Sul e os meridianos 55° e 58° de longitude Oeste. A economia

¹ Aceito para publicação em 20 de novembro de 1998.

Trabalho realizado com apoio financeiro CECITEC/MS.

² Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (CPAP), Caixa Postal 109, CEP 70300-900 Corumbá, MS. E-mail: fernando@cpap.embrapa.br

³ Eng. Agr., Ph.D., USP-Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Caixa Postal 96, CEP 13400-970 Piracicaba, SP.

⁴ Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-CPAP. Bolsista do RHAEC/CNPq.

da região está centrada na pecuária de corte, conduzida em sistema de manejo extensivo e tendo as pastagens nativas como base da alimentação do rebanho. Uma das maiores dificuldades no sistema de produção é a limitação da oferta de alimento para o gado durante a fase de cheia, quando existe redução na área de pastejo (Embrapa, 1993). Como solução para esse problema, os produtores da região têm instalado pastagens cultivadas, principalmente do gênero *Brachiaria*. Através da interpretação de imagens de satélite, Silva et al. (1998) encontraram, no período de 1990/91, uma área desmatada de 5.437,73 km² nessa região. O desmatamento tem sido adotado sobretudo na sub-região da Nhecolândia, que concentra o maior rebanho dentro do Pantanal e a maior extensão de áreas de cerrado não inundável, regionalmente conhecidas por cordilheiras.

Os solos da sub-região da Nhecolândia pertencem, predominantemente, ao grande grupo dos podzóis hidromórficos, que possuem textura arenosa e, em média, teores de 2% de argila e 0,5% de matéria orgânica, tornando o meio dependente do complexo orgânico para os processos de retenção e liberação de nutrientes (Cunha & Dynia, 1985). As condições de fertilidade natural desses solos podem ser consideradas de média a baixa.

Mudanças marcantes são observadas na matéria orgânica do solo, como consequência da alteração no uso do solo, tanto do ponto de vista quantitativo quanto do ponto de vista qualitativo (Campbell, 1978; Andreux & Cerri, 1989). De modo geral, os níveis de matéria orgânica do solo diminuem quando sistemas nativos são utilizados para cultivo. Alterações na temperatura, umidade, aeração, absorção e lixiviação, observadas no solo como consequência do cultivo (Sanchez, 1976), além da destruição completa da liteira original, modificam a distribuição e a atividade da fauna e microbiota do solo (Cerri et al., 1985), influenciando assim o tempo de residência do C orgânico armazenado no solo. A diminuição dos valores de adição anual de C orgânico, decorrente do cultivo, bem como as altas taxas de decomposição, características das regiões tropicais, ocasionam um declínio do seu teor, antes em equilíbrio com a vegetação nativa. Detwiller (1986) estimou uma perda no conteúdo de C de 40% no caso do uso do solo com culturas, e

uma perda de 20% no caso de uso com pastagens. Alguns estudos em solos tropicais mostram que, entre diversas áreas desmatadas e cultivadas com pastagens, algumas apresentaram aumento (Teixeira & Bastos, 1989; Choné et al., 1991; Lugo & Brown, 1993; Fisher et al., 1994) e outras, diminuição nos estoques de C do solo (Moraes, 1991; Veldkamp, 1994). Um fator que contribui para essas diferenças é a textura do solo, pois os solos arenosos apresentam índices menores de perda de C orgânico (Mann, 1986) ou até mesmo algum ganho em relação aos valores iniciais, após algum tempo de cultivo (Moraes, 1991).

As variações qualitativas da matéria orgânica podem ser avaliadas através da distribuição do C entre frações separadas quimicamente (Dabin, 1971). Esse fracionamento químico tem sido feito classicamente com base nas características de solubilidade em ácidos e álcalis das frações da matéria orgânica do solo. Três compostos principais são obtidos: húmicos, ácidos húmicos e ácidos fúlvicos. As relações entre a matéria orgânica (C total) e o equilíbrio das frações húmicas influenciam em características do solo, tais como: estrutura, capacidade de troca catiônica e disponibilidade de nutrientes (Dabin, 1982). Além disso, alterações no uso do solo podem também alterar esse equilíbrio (Martins et al., 1990).

Quando um sistema natural é alterado, grandes perdas de N são observadas, e é praticamente nula sua incorporação pelas cinzas resultantes da queima da vegetação nativa por ocasião do preparo do terreno. Sanchez et al. (1983), na Amazônia colombiana em Ultisols, e Cerri et al. (1991), no Estado de São Paulo, em Latossolo Vermelho-Escuro, encontraram perdas em torno de 56% de N, em relação aos teores originalmente observados, como consequência do cultivo das áreas. Choné et al. (1991), na Amazônia brasileira em Latossolo Amarelo, observaram aumento de 10% nos conteúdos de N em áreas sob pastagem de oito anos, em relação aos teores originais.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar as alterações quantitativas e qualitativas da matéria orgânica de um podzol hidromórfico, decorrentes da introdução de *Brachiaria decumbens* Stapf. Prain., em área sob cerrado não-inundável na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da região

A sub-região da Nhecolândia ocupa cerca de 20% da área total do Pantanal e cerca de 30% da área do Pantanal no Estado de Mato Grosso do Sul (Silva & Abdon, 1998), porção central da região. Constitui uma planície sedimentar arenosa, formada pelo rio Taquari, com solos de textura francamente arenosa, pertencentes predominantemente ao grupo dos podzóis hidromórficos e areias quartzozas, correlacionadas com os subgrupos Spodic Quartzipsament, Spodic Psammaquent e Aeric Entic Sideraquod (Orioli et al., 1982). O seu mesorrelevo caracteriza-se por pequenas extensões sucessivas de contrastes altimétricos, que variam de 2 a 5 m. As partes mais elevadas possuem o aspecto de cordões arenosos; constituem depósitos fluviais da borda de paleoleitos de rios regionalmente conhecida por cordilheiras. Trata-se de áreas não-inundáveis, cobertas por vegetação arbórea e arbustiva, onde predominam espécies que ocorrem nos cerrados do planalto. As áreas de cotas médias são representadas por campos gramíneos, cerrados ou limpos, que sofrem alagamento ocasional; as áreas mais baixas possuem alagamento desde ocasional até permanente, sendo conhecidas por vazantes. Do outro lado das cordilheiras estão presentes corpos d'água, perenes ou não, regionalmente denominados baías (Cunha, 1980).

Localização e descrição da área de estudo

Estudou-se uma cronosequência de introdução de pastagens em áreas com 10 e 20 anos de implantação, utilizando uma área de cerrado nativo como referencial. Todas as áreas encontravam-se sobre Podzol Hidromórfico.

A área experimental localiza-se na fazenda Rancharia, município de Corumbá, MS, nas coordenadas 18°34' de latitude Sul e 55°48' de longitude Oeste. Foram definidas três áreas de amostragem, sendo uma sob cerrado nativo (VN), e as duas áreas restantes, sob pastagem de *B. decumbens*, com 10 (P10) e 20 anos (P20) de instalação. Nenhuma das áreas de pastagem sofreu qualquer trato cultural, a não ser a área de 20 anos, onde inicialmente foi instalado capim-pangola (*Digitaria decumbens* Stent., cv. Pangola), e após sete anos foi feito o plantio da *Brachiaria*, que permanece. A área de cerrado nativo possuía com maior frequência as seguintes espécies arbóreas: *Caryocar brasiliensis* Camb. (pequi), *Qualea grandiflora* Mart. (pau-terra-macho), *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (angelim), *Lafoensia pacari* (mangaba-brava), *Magonia pubescens* St. Hil. (timbó), *Astronium fraxinifolium* Schott. (gonçalo), *Terminalia argentea* Mart. & Zucc. (capitão) e *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bur. (paratudo).

O clima local pode ser definido como Aw, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 25°C (média mínima de 20°C em julho, e máxima de 27°C em novembro), e precipitação média anual de 1.280 mm, concentrada nos meses de novembro a fevereiro. Esses dados foram obtidos junto à estação meteorológica da fazenda Nhimirim (18°59' de latitude Sul e 56°39' de longitude Oeste), da Embrapa-CPAP (Embrapa, 1996).

Amostragem de solo

Em cada uma das áreas da cronosequência de introdução de pastagens (P10 e P20) e na área sob cerrado nativo (VN) foram abertas trincheiras no topo do terreno com 1,5 m de profundidade, para estudo da variação nos conteúdos de C-orgânico e N-total ao longo do perfil. Foram retiradas amostras nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm e, a partir desse ponto, de 20 cm em 20 cm até 1,0 m de profundidade, com três repetições, correspondentes às três faces das trincheiras. Foram retiradas também 10 amostras compostas por três subamostras, ao longo de dois transectos nas áreas no centro do terreno de cada uma das áreas, em três profundidades: 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm. Essas amostras foram utilizadas para o cálculo dos estoques de C e N nas áreas. Todas as amostras foram acondicionadas em sacos de plástico e levadas para o laboratório do CPAP, onde foram secadas ao ar, peneiradas a 2 mm e encaminhadas para análise.

Determinação de carbono orgânico do solo

O C orgânico foi determinado pelo método de Mebius, modificado por Yeomans & Bremner (1989), após digestão de uma amostra de 1 mL de solo, 5 mL de $K_2Cr_2O_7$ e 7,5 mL de H_2SO_4 p.a., por 30 minutos, a 170°C. A digestão foi conduzida em bloco digestor de 40 provas, utilizado na análise de N. Os extratos obtidos foram transferidos para Erlenmeyer de 125 mL de capacidade com água deionizada, e titulados com uma solução de $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 0,5N (sal de Mohr), utilizando-se uma solução aquosa de fenantrolina como indicador.

Determinação de nitrogênio total do solo

Nesta determinação foi adotado uma adaptação do método micro Kjeldahl, que envolve o uso de uma solução digestora à base de H_2O_2 , H_2SO_4 , Li_2SO_4 e Se. A digestão foi feita a 320°C, por quatro horas, com posterior destilação a vapor e titulação do destilado. Este foi recolhido em solução de H_3BO_3 a 2%, misturada a uma solução de verde de bromocresol e vermelho de metila em solução de HCl 0,02N (Cerri et al., 1990).

Fracionamento da matéria orgânica do solo

Foi utilizado o método proposto por Dabin (1971), com modificações (Cerri et al., 1990). Esse método constou de extração inicial em água, sendo a solução obtida filtrada em lã de vidro. Foram separadas duas frações: a matéria orgânica leve, retida em lã de vidro, e compostos hidrossolúveis no extrato. Seguiu-se tratamento com solução de H_3PO_4 2M, para eliminar os cátions que fixam o húmus sobre a argila. Nesse pré-tratamento foram extraídos os ácidos fúlvicos livres. O solo residual foi lavado em água, sofrendo em seguida extrações sucessivas em solução de $Na_4P_2O_7$ 0,1M e NaOH 0,1N, obtendo-se os ácidos fúlvico e húmico, nos extratos, e a humina no resíduo. A separação entre ácido fúlvico e húmico foi feita com a acidificação do extrato e posterior centrifugação. O ácido húmico floccula e deposita-se no fundo do tubo da centrífuga, e o ácido fúlvico permanece em solução. A determinação do carbono ligado a cada fração foi feita pelo método da combustão por via úmida (Yeomans & Bremner, 1989).

Em virtude dos baixos teores de C encontrados nesse tipo de solo, o fracionamento da matéria orgânica foi feito apenas para amostras compostas da camada 0-20 cm.

Cálculo dos estoques

Os estoques de C e N foram calculados até a profundidade de 40 cm, com base nos conteúdos determinados nas amostras dos transectos, na largura da camada considerada e na densidade aparente, conforme método utilizado por Veldkamp (1994). Os dados de densidade aparente utilizados foram determinados por Fernandes (1993) nessas mesmas áreas.

Análise estatística

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, e para a análise estatística dos dados foram utilizados contrastes lineares a 5% de significância, gerados pelo módulo GLM do programa estatístico SAS (SAS, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alterações do conteúdo de carbono

A Fig. 1 apresenta as curvas de distribuição de C ao longo do perfil nas áreas estudadas. Observa-se que nos primeiros 10 cm do solo da área sob pastagem de 10 anos (P10) os teores de C foram iguais aos encontrados no solo sob cerrado nativo (VN); a

partir dessa profundidade, o solo sob P10 apresentou teores menores do que VN. No solo da área sob pastagem de 20 anos (P20), os teores de C foram inferiores em relação aos do solo da área sob VN, até 60 cm de profundidade. Constatou-se uma redução significativa ($P < 0,05\%$) de 25% no conteúdo de C no solo na camada 0-10 cm (6,7 e 5,0 g de C/dm^3 de solo respectivamente para VN e P20). Para a camada 10-20 cm também observou-se uma redução significativa de 32% (4,7 e 3,2 g de C/dm^3 de solo, respectivamente para VN e P20).

Observa-se, na Fig. 2, que a perda dos estoques de C nas áreas com pastagem parece ter ocorrido em taxas menores nas camadas superficiais. Na camada de 20-40 cm, aparentemente, os processos de ganho e perda de C estão bem próximos de um estado de equilíbrio após dez anos de cultivo, visto que a diferença no estoque de C observado entre P10 e P20 é pequena (cerca 4,2 t/ha de C para P10 e

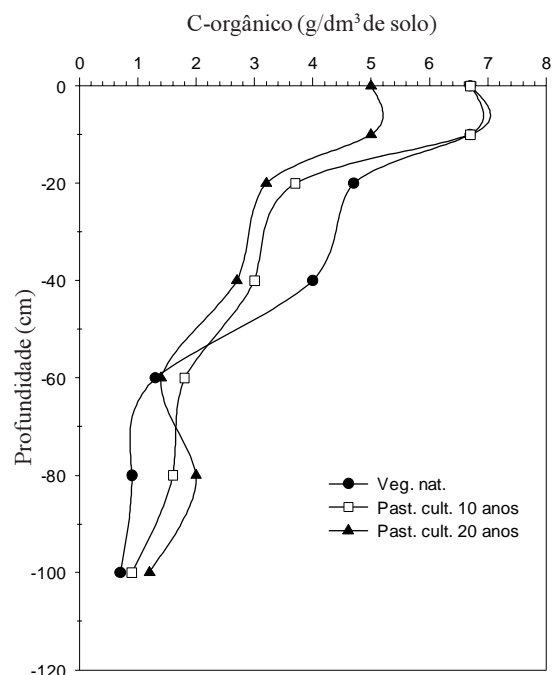


FIG. 1. Teores de carbono em perfis de um Podzol Hidromórfico do Pantanal Mato-Grossense, sob cerrado nativo (VN) e pastagem de *Brachiaria decumbens* com 10 (P10) e 20 (P20) anos de implantação.

4,0 t/ha de C para P20). Na camada 0-10 cm pode ser observado um pequeno ganho de C no solo sob P10 (4%) em relação ao solo sob VN. Entretanto, esse aumento foi temporário, visto que o solo sob P20 apresentou conteúdos inferiores aos observados no solo sob VN para essa camada. O aumento observado após dez anos com pastagem pode estar relacionado com a incorporação, ao solo de C proveniente da decomposição da biomassa radicular da vegetação nativa que foi retirada. Considerando-se a camada 0-40 cm, o estoque de C é 21,8 t/ha no solo sob VN, e 19,0 t/ha em P10 e 15,7 t/ha em P20. Esses valores representam uma perda de 15 e 28% em relação ao solo sob VN, respectivamente para P10 e P20.

Vários autores observaram que a substituição da vegetação nativa por sistemas cultivados provoca

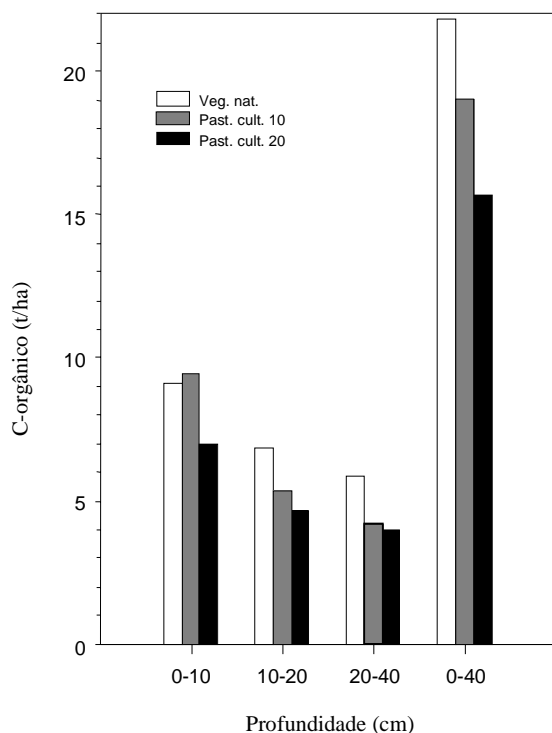


FIG. 2. Estoque de carbono em perfis de um Podzol Hidromórfico do Pantanal Mato-Grossense, sob cerrado nativo (VN) e pastagem de *Brachiaria decumbens* com 10 (P10) e 20 (P20) anos de implantação.

diminuição nos teores de C do solo. Em regiões tropicais, Cerri et al. (1991), estudando uma cronossequência de introdução de cana-de-açúcar em Latossolo Vermelho-Escuro, no Estado de São Paulo, observaram uma redução de 56% no estoque de C após 50 anos de cultivo. Sanchez et al. (1983), em trabalho conduzido num Ultisol na Amazônia colombiana, observaram uma diminuição de 27% do C no solo, após oito anos de cultivo contínuo da seqüência arroz-milho-soja. Martins et al. (1990) observaram, no Estado do Pará em Latossolo Podzolizado, um decréscimo de 40% nos teores de C do solo após cinco anos de cultivo com culturas anuais e, em áreas sob pousio por três anos, com desenvolvimento de vegetação secundária, os teores de C representavam 80% dos encontrados no solo sob vegetação nativa. Outros autores estudando áreas de pastagens em regiões tropicais encontraram percentuais de perda bastante próximos ao observado no Pantanal. Moraes (1991), estudando uma cronossequência de introdução de pastagens em Rondônia, observou uma diminuição de 25% do C original após 20 anos de uso, e Veldkamp (1994), estudando áreas com pastagens na Costa Rica, encontrou, na camada de 0-40 cm uma perda de 20% nos estoques de C após 25 anos de uso. Pelo exposto, parece que o uso do solo após o desmatamento determina, em grande parte, o comportamento dos estoques de C.

Outro fator que pode ter determinado o nível de perda dos estoques de C observado é a textura bastante arenosa do solo estudado. Mann (1986), analisando 625 pares de solos de regiões temperadas e tropicais, observou uma perda máxima de C de 36% quando consideradas todas as amostras. Quando consideradas somente as amostras de solos arenosos (Inceptisols e Psammentes), com menores teores iniciais de C, as perdas foram de 13%. Segundo o autor, essa diferença de comportamento foi determinada pelas diferentes quantidades de C inicialmente presentes nos solos. Assim, aumentos dos estoques ou menores taxas de perda de C observadas nos solos inicialmente pobres em C indicam que está havendo relativamente maior entrada do que saída, em relação aos solos com maiores quantidades iniciais de C.

Alterações no conteúdo de nitrogênio

Não foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as áreas quanto aos conteúdos de N total do solo; nas três áreas estudadas esses conteúdos apresentaram-se bastante baixos (Fig. 3). Os maiores valores foram encontrados na camada de 0-10 cm, e o solo sob P10 apresentou um valor ligeiramente superior em relação ao solo das outras duas áreas. Em termos de estoque de N, pode ser observado, na Fig. 4, que, para a camada de 0-10 cm, a exemplo do C, o solo sob P10 apresentou também um estoque de 540 kg/ha de N, ligeiramente superior ao solo sob VN (460 kg/ha de N). Esse aumento pode ser devido à incorporação do N originado da decomposição da biomassa radicular da vegetação original. Considerando a camada 0-40 cm os estoques de N observados foram de 1.032 kg/ha, 1.035 kg/ha e 1.007 kg/ha, respectivamente nos solos sob VN, P10 e P20.

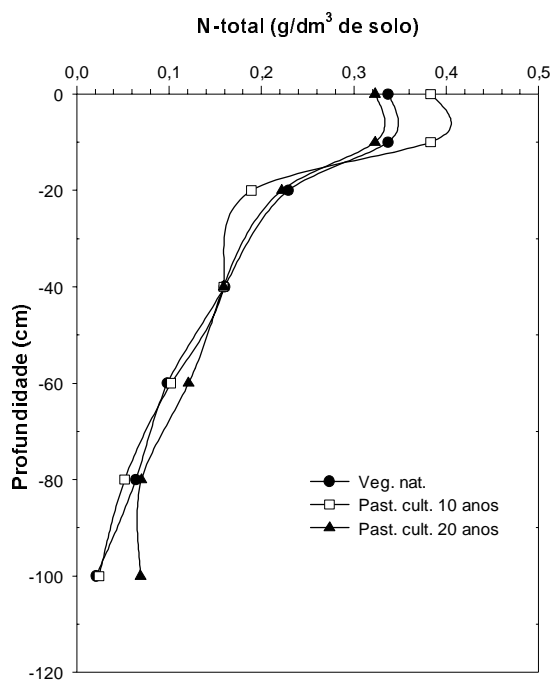


FIG. 3. Teores de nitrogênio em perfis de um Podzol Hidromórfico do Pantanal Mato-Grossense, sob cerrado ativo (VN) e pastagem de *Brachiaria decumbens* com 10 (P10) e 20 (P20) anos de implantação.

O N é um dos nutrientes que apresentam as maiores perdas quando um sistema natural é cultivado. Sua incorporação pelas cinzas, resultante da queima da vegetação nativa por ocasião do preparo do terreno é praticamente nula. Sanchez et al. (1983), na Amazônia colombiana em Ultisols, e Cerri et al. (1991), no Estado de São Paulo em Latossolo Vermelho-Escuro, encontraram perdas em torno de 56% de N, como consequência do cultivo das áreas. Choné et al. (1991) observaram aumento de 10% nos conteúdos de N em áreas sob pastagem de oito anos em relação aos teores originais, na Amazônia brasileira, em Latossolo Amarelo. A situação encontrada nesse estudo mostrou-se diferente, pois não foi observada uma diminuição significativa nos conteúdos desse nutriente, mesmo após 20 anos de utilização com pastagem. Apesar do baixo conteúdo de N en-

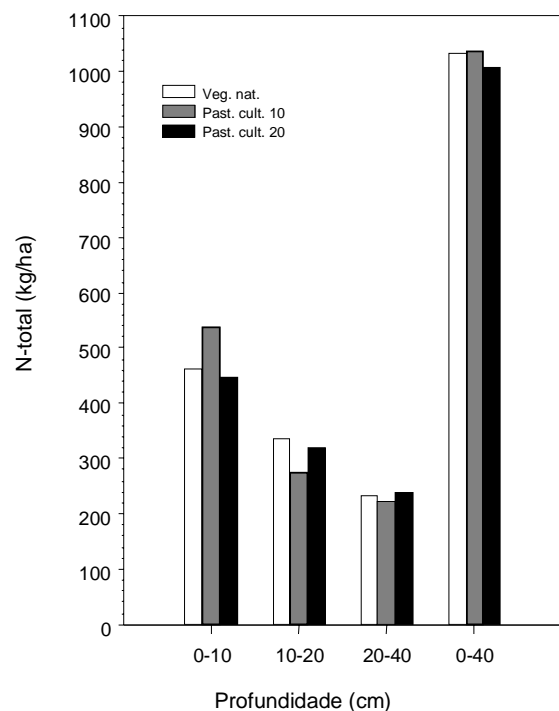


FIG. 4. Estoque de nitrogênio em perfis de um Podzol Hidromórfico do Pantanal Mato-Grossense, sob cerrado nativo (VN) e pastagem de *Brachiaria decumbens* com 10 (P10) e 20 (P20) anos de implantação.

contrado nesses solos, as pastagens estudadas não apresentavam sinais de deficiência desse elemento.

A ausência de perdas de N nesta situação estudada pode estar relacionada com a ocorrência de fixação biológica associada às raízes da gramínea, o que pode compensar parcialmente processos de perdas desse elemento. Estudos sobre esse tipo de fixação em gramíneas do gênero *Brachiaria* têm demonstrado taxas de fixação bastante variáveis. Loureiro (1985), estudando o balanço de N em vasos, pelo método da diluição isotópica do ^{15}N , em quatro espécies do gênero *Brachiaria*, não observou a ocorrência de fixação biológica de N significativa. No entanto, Boddey & Victoria (1986), em condições de campo com incorporação de material marcado, observaram, em *B. humidicola* e *B. decumbens*, taxas de fixação de N significativas, ao redor de 30% na primeira, e 39% na segunda fixação total de N acumulado no período do estudo. Na situação estudada nesse trabalho, a associação entre gramínea e bactéria pode ter encontrado uma condição que favoreceu sua expressão em níveis maiores que os já observados, como por exemplo, o baixo conteúdo natural de N nos solos estudados, fator, esse, considerado como importante controlador da atividade de sistemas fixadores (Abrantes et al., 1976).

Alterações na qualidade da matéria orgânica

Em relação às frações húmicas, o cerrado nativo apresentou predominância de ácido fúlvico,

representando 82,5% de C orgânico (Tabela 1). Andreux & Becerra (1975), estudando áreas de savanas inundáveis na Colômbia sob solos arenosos, também observaram predomínio dessa fração. Segundo esses autores, nas áreas com solos mais arenosos, a alta porosidade favorece o arraste dos precursores húmicos em profundidade. Além disso, a baixa disponibilidade de água nas camadas superficiais durante a estação seca é um fator limitante para a polimerização desses precursores, o que é representado por valores altos na relação entre ácidos fúlvicos e ácidos húmicos (AF/AH).

Com a introdução da pastagem, a proporção relativa entre as frações húmicas se altera. No solo sob pastagem de dez anos observou-se predomínio de humina (62,37%), em detrimento do ácido fúlvico, além de uma pequena diminuição no conteúdo de ácido húmico. Com isso, pode-se supor que o destino do C incorporado ao solo pela pastagem está sendo incorporado preferencialmente na fração humina. No solo sob pastagem de 20 anos, o conteúdo de humina diminuiu, e dos ácidos fúlvicos e húmicos aumentou. Esse fato representa inversão na evolução dos compartimentos húmicos, com tendência de evolução para valores próximos aos observados no equilíbrio original (Tabela 1).

Essa dinâmica de evolução das frações húmicas pode ser explicada em função do conteúdo de Ca, o qual possui um papel importante na estabilização da matéria orgânica do solo, resultante, em parte, da formação de humatos de C (Oades, 1988). Tem sido demonstrado que a remoção do Ca do solo

TABELA 1. Fracionamento químico da matéria orgânica do solo da camada de 0-20 cm de profundidade em perfis de um Podzol Hidromórfico do Pantanal Mato-Grossense sob vegetação nativa (VN) e pastagem de *Brachiaria decumbens* com 10 (P10) e 20 (P20) anos de instalação¹.

Áreas	Ca ²⁺ (mmol/dm ³)	Matéria orgânica leve	Ácido fúlvico livre	AF-p	AH-p	AF-s	AH-s	Humina
		----- (% do C orgânico total) -----						
VN	28	1,14	8,41	39,32	2,05	43,18	1,36	4,55
P10	71	1,19	6,27	16,78	0,85	13,39	0,34	61,19
P20	31	1,23	7,54	27,37	1,23	23,86	0,53	38,25

¹ AF-p : ácido fúlvico extraído com pirofosfato de sódio; AH-p : ácido húmico extraído com pirofosfato de sódio; AF-s : ácido fúlvico extraído com soda; AH-s : ácido húmico extraído com soda; valores de Ca²⁺ extraídos de Fernandes (1993).

estimula a decomposição da matéria orgânica e a mineralização do N, e, de modo inverso, sua adição inibe a liberação de CO₂, estabilizando a estrutura do solo (Gaiffe et al., 1984).

Fernandes (1993) observou, nessas mesmas áreas, que uma grande quantidade de Ca é adicionada pelas cinzas (Tabela 1). Essa elevação no teor de Ca pode provocar aumento no conteúdo dos complexos húmicos mais estáveis, representado pelo aumento de humina observado no solo sob pastagem de dez anos. A diminuição dos teores de Ca no perfil sob pastagem de 20 anos (Fernandes, 1993), nos valores próximos aos observados no solo sob cerrado nativo, pode ter provocado diminuição do conteúdo de humina e aumento do conteúdo de ácido fúlvico, fração menos estável, característica de solos mais ácidos (Cerri & Volkoff, 1988).

Esse mesmo tipo de evolução dos compartimentos húmicos foi observado por Dabin (1982) em solos da Costa do Marfim, onde o cultivo contínuo durante cinco anos com uma leguminosa do gênero *Pueraria* levou a aumentos nos teores de Ca, acompanhados de aumentos do C total e da fração humina. De modo inverso, numa área contígua submetida a cultivo contínuo com milho foi observada diminuição nos teores de Ca, com predomínio de ácido fúlvico na fração húmica.

CONCLUSÕES

1. O conteúdo de C orgânico total do solo diminui significativamente na área sob pastagem cultivada por 20 anos, em relação ao cerrado nativo na camada 0-40 cm.

2. Não se observa diferença significativa entre os estoques de N total do solo da área sob cerrado nativo em relação às áreas com pastagem.

3. O uso do solo com pastagem altera a proporção relativa das frações húmicas do C orgânico; na área sob cerrado nativo há predominância de ácido fúlvico, sob a pastagem de 10 anos, de humina e, sob pastagem de 20 anos, de ácido fúlvico.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, G.T.V.; DAY, J.M.; CRUZ, V.C.; DÖBEREINER, J. Fatores limitantes da fixação de nitrogênio em campo de *Digitaria decumbens* cv. *transvala*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., 1975, Campinas. **Anais**. Campinas: SBSCS, 1976. p.171-176.
- ANDREUX, F.; BECERRA, S.P. Fraccionamiento y caracterización del material húmico en algunos suelos de sabana de la Orinoquia Colombiana. **Turrialba**, v.25, p.191-198, 1975.
- ANDREUX, F.; CERRI, C.C. Current trends in the research on soil changes due to deforestation, burning and cultivation in the Brazilian tropics. **Toxicological and Environmental Chemistry**, v.20, p.275-283, 1989.
- BODDEY, R.M.; VICTORIA, R.L. Estimation of biological nitrogen fixation associated with *Brachiaria* and *Paspalum* grasses using ¹⁵N labelled organic matter and fertilizer. **Plant and Soil**, v.90, p.265-292, 1986.
- CAMPBELL, C.A. Soil organic carbon, nitrogen and fertility. In: SCHINITZER, M.; KHAN, S.U. (Eds.). **Soil organic matter**. New York: Elsevier, 1978. p.173-271.
- CERRI, C.C.; EDUARDO, B.P.; PICCOLO, M.C. **Métodos de análises em matéria orgânica do solo**. Piracicaba: CENA/USP, 1990. 78p.
- CERRI, C.C.; FELLER, C.; CHAUVEL, A. Evolução das principais características de um Latossolo Vermelho-Escuro após desmatamento e cultivo por doze e cinquenta anos com cana-de-açúcar. **Cashiers ORSTOM**: Série Pedologie, v.26, p.37-50, 1991.
- CERRI, C.C.; VOLKOFF, B. Matéria orgânica de três solos dos campos inundáveis da Ilha de Marajó (PA). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.12, p.93-100, 1988.
- CERRI, C.C.; VOLKOFF, B.; EDUARDO, B. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em Latossolo Amarelo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.9, p.1-4, 1985.
- CHONÉ, T.; ANDREUX, F.; CORREA, J.C.; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. Changes in organic matter in an oxisol from the Central Amazonian forest during eight years as pasture, determined by ¹³C isotopic composition. In: BERTHELIN, J. (Ed.). **Diversity of environmental biogeochemistry**. Amsterdam: Elsevier, 1991. p.397-405.
- CUNHA, N.G. **Considerações sobre os solos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá: Embrapa-UEPAE Corumbá, 1980. 45p. (Embrapa-UEPAE Corumbá. Circular técnica, 1).
- CUNHA, N.G.; DYNIA, J.F. **Respostas de forrageiras a calcário e adubação em podzóis hidromórficos**

- nas sub-regiões da Nhecolândia e Paiaguás, **Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá: Embrapa-CPAP, 1985. 94p. (Embrapa-CPAP. Boletim de Pesquisa, 1).
- DABIN, B. Etude d'extration de la matière humique des sols. **Science du Sol**, v.1, p.47-63, 1971.
- DABIN, B. Relação entre a evolução dos compartimentos húmicos sob cultura e os fatores físicos e químicos da fertilidade em diferentes solos tropicais. In: COLÓQUIO REGIONAL SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, 1., 1982. Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: CENA-USP/PROMOCET, 1982. p.87-96.
- DETWILLER, R.P. Land use changes and the global carbon cycle: the role of tropical soils. **Biogeochemistry**, v.2, p.67-93, 1986.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (Corumbá, MS). **Boletim Agrometeorológico: 1986-1996 (Fazenda Nhumirim)**. Corumbá, MS: Embrapa-CPAP, 1996. (Embrapa-CPAP. Boletim Agrometeorológico, 3).
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (Corumbá, MS). **Plano Diretor do CPAP**. Brasília: Embrapa-SPI, 1993. 41p.
- FERNANDES, F.A. **Matéria orgânica e características físicas e químicas de Podzóis Hidromórficos no Pantanal Mato-Grossense**: alterações pelo uso com pastagens cultivadas. Piracicaba: CENA/USP, 1993. 74p. Dissertação de Mestrado.
- FISHER, M.J.; RAO, I.M.; AYARZA, M.S.; LASCANO, C.E.; SANZ, J.I.; THOMAS, R.J.; VERA, R.R. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South America savannas. **Nature**, v.371, p.236-238, 1994.
- GAIFFE, M.; DUQYET, B.; TAVANT, H.; TAVANT, Y.; BRUCKERT, S. Stabilité biologique et comportement physique d'un complexe argilo-humique placé dans différentes conditions de saturation en calcium ou en potassium. **Plant and Soil**, v.77, p.271-284, 1984.
- LOUREIRO, M.F. **Balço de nitrogênio em gramíneas do gênero *Brachiaria***. Itaguaí: UFRRJ, 1985. 102p. Dissertação de Mestrado.
- LUGO, A.E.; BROWN, S. Manegement of tropical soils as sinks or sources of atmosphere carbon. **Plant and Soil**, v.149, p.27-41, 1993.
- MANN, L.K. Changes in soil carbon storage after cultivation. **Soil Science**, v.142, p.279-288, 1986.
- MARTINS, P.F.S.; CERRI, C.C.; VOLKOFF, B.; ANDREUX, F. Conseqüências do cultivo e do pousio sobre a matéria orgânica do solo sob floresta natural na Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, v.2, p.19-28, 1990.
- MORAES, J.F.L. **Conteúdos de carbono e tipologia de horizontes nos solos da bacia Amazônica**. Piracicaba: CENA/USP, 1991. 84p. Dissertação de Mestrado.
- OADES, J.M. The retention of soil organic matter in soils. **Biogeochemistry**, v.5, p.35-70, 1988.
- ORIOLI, A.L.; AMARAL FILHO, Z.P. do; OLIVEIRA, A.B. de. Pedologia; levantamento exploratório de solos. In: DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SE.21. Corumbá e parte da folha SE.20.**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. p.225-328. (Levantamento dos Recursos Naturais, 27).
- SANCHEZ, P.A. **Properties and management of soils in the tropics**. New York: John Wiley & Sons, 1976. 618p.
- SANCHEZ, P.A.; VILLACHICA, J.H.; BANDY, D.E. Soil fertility dynamics after clearing a tropical rainforest in Peru. **Soil Science Society of America Journal**, v.47, p.1171-1178, 1983.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**, Version 6. 4.ed. Cary, NC, 1989. v.2, 846p.
- SILVA, J. dos S.V. da; ABDON, M. de M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, número especial, p.1703-1711, 1998.
- SILVA, J. dos S.V. da; ABDON, M. de M.; SILVA, M.P. da; ROMERO, H.R. Levantamento do desmatamento no Pantanal brasileiro 1990/91. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, número especial, p.1739-1745, 1998.
- TEIXEIRA, L.B.; BASTOS, J.B. **Matéria orgânica nos ecossistemas de floresta primária e pastagens na Amazônia Central**. Belém, PA: Embrapa-CPATU, 1989. 26p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 99).
- VELDKAMP, E. Organic carbon turnover in tropical soils under pastures after deforestation. **Soil Science Society of America Journal**, v.58, p.175-180, 1994.
- YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analyses**, v.19, p.1467-1476, 1989.