

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 29

ISSN 1517-1981
Dezembro, 2002

Alterações na matéria orgânica e nas características químicas de um Podzol Hidromórfico sob pastagens cultivadas no Pantanal Sul-Mato-Grossense



República Federativa do Brasil

Fernando Henrique Cardoso
Presidente

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Marcus Vinicius Pratini de Moraes
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Conselho de Administração

Marcio Fortes de Almeida
Presidente

Alberto Duque Portugal
Vice-Presidente

José Honório Accarini

Sergio Fausto

Dietrich Gerhard Quast

Urbano Campos Ribeiral

Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Alberto Duque Portugal
Diretor-Presidente

Bonifácio Hideyuki Nakasu

Dante Daniel Giacomelli Scolari

José Roberto Rodrigues Peres

Diretores-Executivos

Embrapa Pantanal

Emiko Kawakami de Resende
Chefe-Geral

José Anibal Comastri Filho
Chefe Adjunto de Administração

Aiesca Oliveira Pellegrin
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

José Robson Bezerra Sereno
Responsável pela Área de Comunicação e Negócios



ISSN 1517-1981
Dezembro, 2002

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 29

Alterações na matéria orgânica e nas características químicas de um Podzol Hidromórfico sob pastagens cultivadas no Pantanal Sul-Mato- Grossense

Fernando Antonio Fernandes
Carlos C. Cerri
Ana Helena B.M. Fernandes

Corumbá - MS
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79320-900, Corumbá, MS

Caixa Postal 109

Fone: (67) 233-2430

Fax: (67) 233-1011

Home page: www.cpap.embrapa.br

Email: sac@cpap.embrapa.br

Comitê de Publicações:

Presidente: Aiesca Oliveira Pellegrin

Secretário Executivo: Marco Aurélio Rotta

Membros: Balbina Maria Araújo Soriano

Evaldo Luis Cardoso

José Robson Bezerra Sereno

Secretária: Regina Célia Rachel dos Santos

Supervisor editorial: Marco Aurélio Rotta

Revisora de texto: Mirane dos Santos Costa

Normalização Bibliográfica: Romero de Amorim

Tratamento de ilustrações: Regina Célia R. dos Santos

Foto(s) da capa:

Editoração eletrônica: Regina Célia R. dos Santos

1ª edição

1ª impressão (2002): formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

FERNANDES, F.A.; CERRI, C.C ; FERNANDES, A.H.B.M.

Alterações na matéria orgânica e nas características químicas de um Podzol Hidromórficos sob pastagens cultivadas no Pantanal Sul-Mato-Grossense. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 28p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 29).

ISSN: 1517-1981

1.Solo - Característica química - Matéria orgânica - Pastagem cultivada. 2. Pastagem cultivada - Matéria orgânica - Solo – Pantanal. 3.Pantanal - Solo - Característica química. I.Título. II.Série.

CDD: 631.81098171

© Embrapa 2002

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	13
pH e complexo de troca	13
Fósforo	16
Alterações do conteúdo de Carbono	16
Alterações no conteúdo de Nitrogênio.....	19
Alterações na qualidade da Matéria Orgânica	20
Conclusões	24
Referências Bibliográficas.....	25

Alterações na matéria orgânica e nas características químicas de um Podzol Hidromórfico sob pastagens cultivadas no Pantanal Sul-Mato-Grossense

Fernando Antonio Fernandes¹

Carlos C. Cerri²

Ana Helena B.M. Fernandes³

Resumo

Estudou-se uma cronosseqüência de introdução de pastagens cultivadas em áreas com 10 e 20 anos de implantação, tendo uma área de Cerrado intacto como referência. Coletaram-se amostras até 40cm de profundidade ao longo de dois transectos, para cálculo dos estoques de C e N e determinações químicas. Também abriram-se trincheiras e coletaram-se amostras de solo até 1m de profundidade, para estudo das variações nos conteúdos de C e N no perfil. Após 10 anos de cultivo, o solo apresentou aumento no teor de bases trocáveis e na capacidade de troca catiônica, e diminuição da acidez. Entretanto, após 20 anos, os teores de bases trocáveis e a capacidade de troca catiônica diminuíram e a acidez aumentou, indicando tendência do sistema de retornar ao equilíbrio antigo. O fósforo apresentou diminuição nos teores em função do cultivo, porém, após 20 anos de cultivo os seus teores ainda eram satisfatórios.

¹ Eng. Agrônomo, M.Sc., Embrapa Pantanal, Cx. Postal 109, CEP 79320-900 - Corumbá, MS, fernando@cpap.embrapa.br

² Eng. Agrônomo, Ph.D., pesquisador, Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA, USP

³ Eng. Agrônomo, M.Sc., Bolsista RHA/E/CNPq, Embrapa Pantanal

Observaram-se redução de 28% no conteúdo de C na camada de 0-40cm na área sob pastagem de 20 anos e alteração na proporção relativa das frações húmicas. No Cerrado intacto e na pastagem de 20 anos predominou a fração ácido fúlvico; sob pastagem de 10 anos, humina. Não se observou diferença significativa nos conteúdos de nitrogênio entre as áreas estudadas.

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

Changes in soil organic matter and chemical characteristics by the introduction of cultivated pasture in a Hydromorphic Podzol in Brazilian Pantanal

Abstract

A ten and twenty-years old cultivated pasture were studied chronologically in comparison with a uncultivated Savanna area. Soil samples were collected to a depth of 40cm along two transects to calculate the C and N reserve and determine chemical characteristics in each area. Trenches were also dug to 1.5m depth, and soil samples were collected until 1.0m, for the study of the C and N distribution in the profile. After 10 years of cultivation, the soil showed increase in the exchangeable base content and the cations exchange capacity, and decrease in acidity. However, after 20 years of cultivation, the exchangeable base content and the cation exchange capacity decreased and acidity increased, indicating a tendency of the cultivated system to return to its primitive equilibrium. Phosphorus has showed a decrease in its contents, as consequence of cultivation. But after 20 years of cultivation, phosphorus was still kept in acceptable levels. After 20 years of introduced pasture the soil organic matter decreased by 28% in the 0-40cm layer. The relative proportion of the humic fractions also changed with the pasture introduction. In the native Savanna the fulvic acid fraction predominated; in the 10-years-old pasture, the humine fraction predominated and in the 20-years-old pasture, fulvic acids

predominated again. No statistical difference for the nitrogen content among the three areas was observed.

Key-words: exchangeable cations, acidity, organic carbon, nitrogen, fractionation, humic fractions.

Introdução

Uma das maiores dificuldades no sistema de produção pecuária do Pantanal é a limitação da oferta de alimento para o gado durante a fase de cheia, quando há redução na área de pastejo (Embrapa, 1993). Como solução para esse problema, os produtores da região têm implantado pastagens cultivadas, principalmente do gênero *Brachiaria*. Essa prática tem sido adotada 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" (Silva et al., 1997).

Os solos da sub-região da Nhecolândia pertencem, predominantemente ao grupo dos podzóis hidromórficos, possuindo textura arenosa e, em média, teores de 2% de argila e 0,5% de matéria orgânica. As condições de fertilidade natural desses solos (média a baixa) indicam a existência de um equilíbrio entre a vegetação nativa e os nutrientes do solo, favorável ao desenvolvimento dessas plantas e condicionado ao regime hídrico local (Cunha & Dynia, 1985). Com a remoção da vegetação nativa esse equilíbrio pode ser alterado.

Em outras áreas tropicais, como a Amazônia, a derrubada da vegetação nativa para implantação de pastagens cultivadas afetou fortemente as características químicas do solo (Teixeira & Bastos, 1989; Martins et al., 1990a) com aumento no nível de bases trocáveis do solo, do pH e diminuição do alumínio. Os autores consideraram que esse fato é decorrente da fertilização do solo pela deposição dos nutrientes estocados na biomassa vegetal da floresta primária através das cinzas. Na região estudada, a manutenção de um equilíbrio de nutrientes no solo em níveis bem superiores aos originalmente observados no ecossistema natural é possível em sistemas de pastagens bem manejados estabelecidos após a queima da biomassa florestal, segundo conclusão dos autores.

Na região do Pantanal Mato-Grossense, Cunha (1985) também observou que, após cinco anos de introdução de pastagem em áreas de Cerrado não inundáveis, o solo apresentou valores maiores no conteúdo de bases trocáveis do que aqueles teores observados no solo sob Cerrado nativo, à exceção do potássio e do fósforo. Esse autor considerou que, apesar dos níveis encontrados no solo após cinco anos de cultivo serem mais altos que aqueles observados sob Cerrado nativo, os mesmos são menores do que os observados logo

após à queima, o que pode significar que ocorreram perdas de nutrientes.

Mudanças marcantes são observadas na matéria orgânica do solo como consequência da alteração no tipo de uso do solo, tanto do ponto de vista quantitativo como do ponto de vista qualitativo (Campbell, 1978; Andreux & Cerri, 1989). Do ponto de vista quantitativo, ocorre uma diminuição nos valores anuais de adição de carbono orgânico ao solo devido ao cultivo, o que, aliado às altas taxas de decomposição de matéria orgânica do solo - características das regiões tropicais - causam um declínio do seu teor, antes em equilíbrio com a vegetação nativa. Um fator que contribui para isso é a textura do solo, sendo que solos arenosos apresentam índices menores de perda de carbono 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 carbono entre frações separadas quimicamente (Dabin, 1976). Três compostos principais são obtidos: humina, ácido húmico e ácido fúlvico. As relações entre a matéria orgânica (carbono total) e o equilíbrio das frações húmicas influenciam 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 (Chevignard 1985; Martins et al. 1990b).

Quando um ecossistema natural é alterado, grandes perdas de nitrogênio são observadas, sendo praticamente nula sua incorporação pelas cinzas resultantes da queima da vegetação nativa por ocasião do preparo do terreno (Sanchez et al., 1983; Cerri et al., 1991).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar as alterações quantitativas e qualitativas na matéria orgânica, bem como as alterações nas características químicas de um Podzol Hidromórfico decorrentes da introdução de *Brachiaria decumbens*, em área sob vegetação de Cerrado não inundável na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense. Para atingir esse objetivo foi estudada uma cronosequência de introdução de pastagens, com a área mais antiga contando com 20 anos de idade.

Material e Métodos

Estudou-se uma cronosseqüência de introdução de pastagens cultivadas em áreas com 10 e 20 anos de implantação, utilizando uma área de Cerrado intacto como referencia. 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. Definiram-se três áreas de amostragem, sendo uma sob Cerrado intacto (VN) e as duas áreas restantes sob pastagem de *B. decumbens*, com 10 (P10) e 20 anos (P20) de implantação. Todas as áreas de pastagem não sofreram nenhum trato cultural, à exceção da área de 20 anos, onde inicialmente foi implantado capim-pangola (*Digitaria decumbens*, cv. Pangola) e, após sete anos, foi feito o plantio da *Brachiaria*, que permanece. A área de Cerrado intacto possuía com maior freqüência as seguintes espécies arbóreas: *Caryocar brasiliensis* (pequi), *Qualea grandiflora* (pau-terra-macho), *Vatairea macrocarpa* (angelim), *Lafoensia pacari* (mangaba-brava), *Magonia pubescens* (timbó) e *Astronium fraxinifolium* (gonçalo).

Em cada uma das áreas da cronosseqüência de introdução de pastagens (P10 e P20) e na área sob Cerrado intacto(VN) foram abertas trincheiras no topo do terreno com 1,5m de profundidade, para estudo da variação nos conteúdos de C-orgânico e N-total ao longo do perfil. Foram retiradas amostras nas profundidades de 0-10cm, 10-20cm e, a partir desse ponto, de 20cm em 20cm até 1,0 m de profundidade, com três repetições, correspondentes às três faces das trincheiras. Foram retiradas também 10 amostras compostas por três sub-amostras, ao longo de dois transectos no centro do terreno de cada uma das áreas, em três profundidades: 0-10cm, 10-20cm e 20-40cm. Essas amostras foram utilizadas no cálculo dos estoques de C e N e na avaliação das alterações das características químicas do solo.

Todas as amostras foram acondicionadas em sacos de plástico e levadas para o laboratório da Embrapa Pantanal, onde foram secas ao ar, peneiradas a 1 mm e encaminhadas para análise. Foram determinados o pH do solo, teores de bases trocáveis, fósforo assimilável (Embrapa, 1997) e acidez potencial (Raij & Quaggio, 1983). A partir dos dados dessas análises foram calculadas a soma

de bases trocáveis (S em mmol/dm³ solo) e a capacidade de troca catiônica (T em mmol/dm³ solo).

O carbono orgânico foi determinado pelo método de Mebius, modificado por Yeomans & Bremner (1989). Na determinação de nitrogênio total do solo foi adotada uma adaptação do método micro Kjeldahl, que envolve o uso de uma solução digestora à base de H₂O₂, H₂SO₄, Li₂SO₄, e Se. (Ceri et al., 1990).

Em virtude dos baixos teores de carbono encontrados nesse tipo de solo, o fracionamento da matéria orgânica foi feito apenas nas amostras compostas da camada 0-20cm, pelo método proposto por Dabin (1971), com modificações (Ceri et al., 1990). Esse método constou de extração inicial em água, seguida de tratamento com solução de H₃PO₄ 2M (extração de ácidos fúlvicos livres), e extrações sucessivas em solução de Na₄P₂O₇ 0,1M e NaOH 0,1N (obtenção de 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. A determinação do carbono ligado a cada fração foi feita através do método da combustão por via úmida (Yeomans & Bremner, 1989).

Os estoques de carbono e nitrogênio foram calculados, até a profundidade de 40cm, baseados 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.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, e na 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

pH e complexo de troca

A Figura 1a apresenta os valores de pH do solo determinados nas áreas estudadas, nas três profundidades amostradas. Observou-se que a área sob pastagem cultivada há 10 anos (P10) apresentou valores de pH significativamente maiores ($P < 0,05$) do que a área sob Cerrado intacto (VN) e sob pastagem cultivada há 20 anos (P20), independentemente da profundidade. Entretanto, VN e P20 não diferiram entre si (valores médios de 6,02; 5,22 e 5,17, respectivamente para P10, VN e P20).

Comportamento semelhante ao da acidez foi observado em relação ao complexo de troca iônica. Como consequência da elevação do pH, observou-se elevação significativa ($P < 0,05$) na soma de bases trocáveis (S em mmol/dm^3 de solo) em P10 em relação a VN e P20 (Figura 1b.). Porém, VN e P20 não diferiram entre si. Os valores médios verificados foram 16,3; 5,3 e 3,8 mmol/dm^3 de solo, respectivamente para P10, P20 e VN. Variação nos teores de todas as bases trocáveis foi verificada, seguindo esse mesmo padrão, isto é, aumentos significativos ($P < 0,05$) em P10 em relação a VN e P20, que não diferiram entre si. Também os valores da capacidade de troca catiônica (T em mmol/dm^3 de solo) em P10 foram significativamente maiores ($P < 0,05$) do que em VN e P20, que não diferiram entre si (Figura 1c). Esse comportamento é consequência da diminuição da acidez do solo. Os valores médios observados de T foram 30,7; 23,3 e 22,8 mmol/dm^3 de solo, respectivamente para P10, VN e P20.

Esse resultado está coerente com os descritos na literatura para outras regiões tropicais, onde a passagem do fogo e incorporação das cinzas da vegetação original, por ocasião do preparo do terreno para o plantio elevam o pH e aumentam os teores de bases trocáveis. A queima causa mudanças drásticas na quantidade de bases trocáveis e no pH do solo. Dependendo da intensidade do fogo, toda a vegetação é destruída e proporções variadas de nutrientes dessa biomassa vegetal são transferidas para o solo pela deposição das cinzas, que após as primeiras chuvas, tornam-se prontamente disponíveis (Schlesinger,

1991), aumentando os teores de bases trocáveis e diminuindo a acidez. Conseqüentemente, ocorre uma melhoria nas condições do solo para o desenvolvimento vegetal. Esse efeito da queimada (adição de cinzas) pode permanecer no solo por vários anos (Cunha, 1985; Teixeira & Bastos, 1989; Martins et al., 1990a; Diez et al., 1991).

A derrubada e queima da vegetação nativa para introdução de pastagens cultivadas em áreas tropicais parece seguir um padrão. Inicialmente observa-se melhoria nas condições do solo para o desenvolvimento vegetal, elevação do pH e da soma de bases. Com o passar do tempo, porém, verifica-se alteração nessas condições, com o sistema cultivado tendendo a retornar às condições observadas originalmente no sistema natural. Os resultados apresentados neste trabalho parecem seguir esse mesmo padrão. Contudo, uma grande diferença foi detectada. Enquanto em outras regiões tropicais o tempo necessário para que o sistema cultivado retorne às condições de equilíbrio observadas na vegetação original gira em torno de 5 a 8 anos (Teixeira & Bastos, 1989; Martins et al., 1990a), no Pantanal, nas condições das áreas estudadas, esse tempo foi superior a 10 anos.

Outra hipótese levantada para explicar os resultados é que o aumento nos teores de bases trocáveis seja decorrente da decomposição da biomassa radicular da vegetação nativa. Segundo Cunha (1985) a maior fonte de nutrientes nos solos da Nhecolândia é a matéria orgânica do solo, cujo processo de decomposição libera bases trocáveis retidas nos colóides orgânicos. Fernandes (1993) observou que as taxas de decomposição da matéria orgânica do solo são menores nas condições do Pantanal arenoso em relação à Amazônia, o que pode tornar mais lenta a liberação de bases trocáveis. Assim, o teor de bases trocáveis no solo aumentaria, inicialmente, por causa do efeito adionador das cinzas oriundas da queima do Cerrado nativo. Esses níveis mais elevados de bases na área sob pastagem em relação à área sob vegetação de Cerrado natural seriam mantidos graças à lenta liberação de nutrientes armazenados na biomassa radicular da vegetação de Cerrado remanescente nas áreas de pastagem.

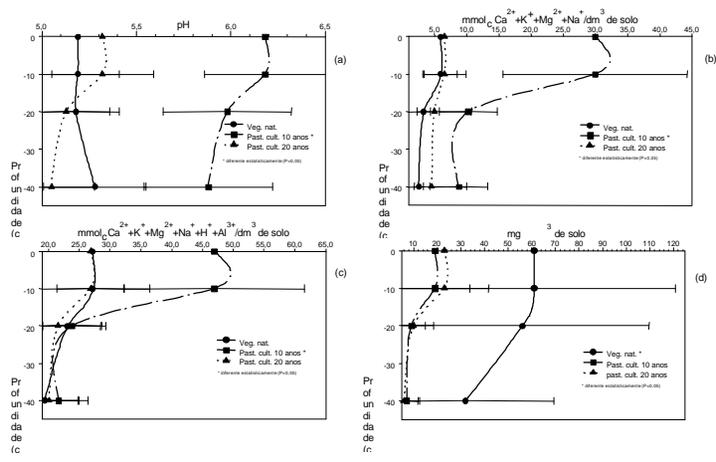


Fig. 1. Valores de pH (a), concentração de bases trocáveis (b), capacidade de troca de cátions (c) e teores de P-assimilável (d) em áreas de cerrado nativo (veg. nat.) e pastagens cultivadas, fazenda Rancharia, Pantanal Sul Mato-Grossense.

Fósforo

Com relação ao fósforo, a Figura 1d mostra que a situação observada foi oposta à dos cátions. Os valores observados em P10 e P20 foram significativamente menores ($P < 0,05$) do que aqueles observados em VN, sendo que as duas primeiras áreas não diferiram entre si nesse aspecto. Os valores médios encontrados foram 49; 13 e 12 mg de P/dm³ solo, respectivamente para VN, P20 e P10.

O fósforo tem sido apontado como o nutriente do solo mais limitante à produtividade das pastagens cultivadas em áreas de florestas do trópico úmido brasileiro. Na Amazônia, o que se tem observado é aumento nos teores de fósforo logo após a introdução da pastagem. Entretanto, após cinco anos seus teores no solo começaram a declinar rapidamente, até teores quase não detectáveis após 10 anos de cultivo (Serrão et al., 1982; Teixeira & Bastos, 1989).

No Pantanal, as áreas estudadas mostraram um comportamento semelhante em relação a situações observadas em outras áreas tropicais. A grande diferença consiste na permanência do elemento em teores considerados satisfatórios (ao redor de 12mg de P/dm³ de solo), após 20 anos de utilização do solo, indicando uma dinâmica diferente entre as áreas. Essa diferença pode ser atribuída ao baixo conteúdo de argila do Podzol Hidromórfico em relação aos solos da Amazônia, onde ocorre fixação de fósforo por óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio (Fassbender, 1984).

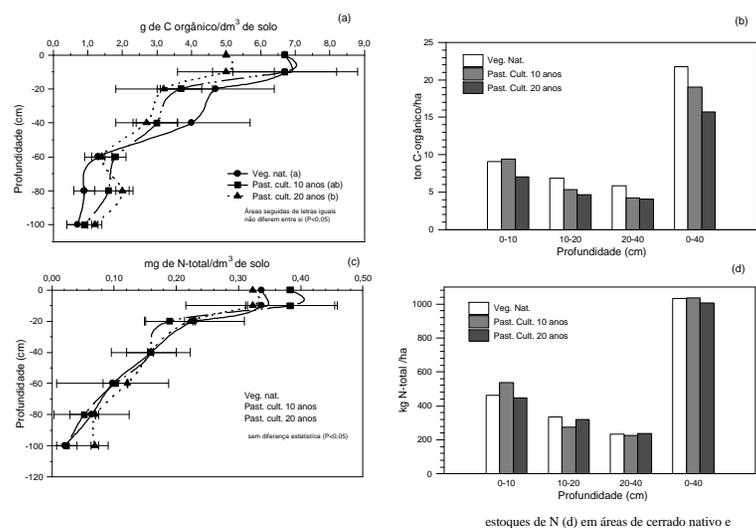
Alterações do conteúdo de Carbono

A Figura 2a apresenta as curvas de distribuição de carbono ao longo do perfil nas áreas estudadas. Em média, houve diminuição significativa ($P < 0,05$) nos teores de carbono pelo uso com pastagem, notadamente nas camadas superficiais. Observou-se que nos primeiros 10cm do solo da área sob pastagem de 10 anos (P10) os teores de carbono foram iguais àqueles observados no solo sob Cerrado intacto(VN), e que a partir dessa profundidade o solo sob P10 apresentou teores menores do que VN. Na área sob pastagem de 20 anos (P20), observaram-se menores conteúdos em relação ao solo sob VN até 60cm de profundidade, quando as áreas

apresentaram valores mais próximos. Constatou-se uma redução de cerca de 25% no conteúdo de carbono no solo na camada de 0-10cm, sendo os conteúdos de C orgânico de 6,7mg de C/dm³ de solo para VN e 5,0mg de C/dm³ de solo para P20. Na camada 10-20cm a redução foi da ordem de 32% (4,7 e 3,2mg de C/dm³ de solo, respectivamente para VN e P20).

Em termos de estoque de carbono, a Figura 2b apresenta-os calculados para as camadas 0-10, 10-20 e 20-40cm. Para a camada 0-10cm pode ser observado um pequeno ganho de carbono no solo sob P10 em relação ao solo sob VN. Entretanto, esse aumento parece ser temporário visto que o solo sob P20 apresentou estoques inferiores aos observados no solo sob VN para essa camada. O aumento observado após 10 anos de cultivo pode estar relacionado com a incorporação ao solo de carbono proveniente da decomposição da biomassa radicular da vegetação nativa que foi retirada. Para a camada 10-20cm observa-se que a diferença entre os estoques de carbono do solo de P10 e P20 é menor em relação à camada anterior. A camada de 20-40cm, aparentemente, está bem próxima de um estado de equilíbrio após 10 anos de cultivo, visto que a diferença no estoque de carbono observado entre P10 e P20 é pequena (cerca 4,2 tC/ha para P10 e 4,0 tC/ha para P20). Considerando-se a camada 0-40cm, o estoque de carbono é 21,8t/ha no solo sob VN, e 19,0t/ha em P10 e 15,7t/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 têm observado que a substituição da vegetação nativa por sistemas cultivados provoca diminuição nos teores de carbono do solo (Veldkamp, 1994; Cerri et al., 1991; Moraes, 1991; Martins et al., 1990b; Sanchez et al., 1983). Parece que o uso do solo após o desmatamento determina, em grande parte, o comportamento dos estoques de carbono. O sistema de pastagem tem se mostrando mais conservativo do que sistemas agrícolas. Após atingido o novo estado de equilíbrio nos sistemas cultivados, tem sido observada redução dos estoques de carbono ao redor de 20% para áreas de pastagens e mais de 50% para áreas de agricultura.



estoques de N (d) em áreas de cerrado nativo e

Fig. 2. Teores de C do solo (a), estoques de C no solo (b), teores de N total (c) e estoques de N (d) em áreas de cerrado nativo e pastagem cultivada, fazenda Rancharia, Pantanal Sul Mato-Grossense.

Outro fator que pode ter determinado o nível de perda dos estoques de carbono observado é a textura bastante arenosa do solo estudado. Mann (1986), analisando 625 pares de solos de regiões temperadas e tropicais, observou que solos arenosos com menores teores iniciais de carbono apresentaram menores taxas de redução nos seus estoques do que solos argilosos com maiores teores de carbono, indicando que para aqueles solos está havendo, relativamente, maior entrada do que saída, em relação aos solos com maiores quantidades iniciais de carbono.

Alterações no conteúdo de Nitrogênio

Não foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as áreas para os conteúdos de nitrogênio total do solo; nas três áreas estudadas esses conteúdos apresentaram-se bastante baixos (Figura 2c). Os maiores valores foram encontrados na camada de 0-10cm, sendo que o solo sob P10 apresentou um valor ligeiramente superior em relação ao solo das outras duas áreas. Em termos de estoque de nitrogênio, pode ser observado na Figura 2d, que para a camada de 0-10cm, a exemplo do carbono, o solo sob P10 apresentou também um estoque ligeiramente superior ao solo sob VN, passando de 460kgN/ha para 540kgN/ha. Esse aumento pode ser devido à incorporação do nitrogênio originado da decomposição da biomassa radicular da vegetação original. Considerando a camada 0-40cm os estoques de nitrogênio observados foram de 1.032t/ha, 1.035t/ha e 1.007t/ha, respectivamente para os solos sob VN, P10 e P20.

O nitrogênio é um dos elementos mais prejudicados quando um sistema natural é cultivado, apresentando nessa situação grandes perdas. Sua incorporação pelas cinzas, resultante da queima da vegetação nativa por ocasião do preparo do terreno é praticamente nula. Normalmente, em regiões tropicais, ocorrem perdas em torno de 56% de nitrogênio como consequência do cultivo das áreas (Sanchez et al., 1983; Cerri et al., 1991). A situação encontrada nesse estudo mostrou-se diferente, não tendo sido observada uma diminuição significativa nos conteúdos desse nutriente, mesmo após 20 anos de utilização com pastagem. Apesar do baixo conteúdo de nitrogênio encontrado nesses solos, as pastagens estudadas não apresentavam sinais de degradação. Nenhuma das áreas recebeu

qualquer tipo de melhoria em todo tempo de utilização.

A ausência de perdas de nitrogênio 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 (Abrantes et al., 1975; Loureiro, 1985; Boddey & Victoria, 1986).

Alterações na qualidade da Matéria Orgânica

Em relação às frações húmicas, o Cerrado intacto apresentou predominância de ácido fúlvico, representando 82,5% de carbono orgânico (Tabela 1). Andreux & Becerra (1975), estudando áreas de savanas inundáveis na Colômbia sob solos arenosos também observaram domínio 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 ácidos fúlvicos:ácidos húmicos (AF/AH).

Com a introdução da pastagem, a proporção relativa entre as frações húmicas se altera. No solo sob P10 anos observou-se domínio 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 carbono incorporado no solo pela pastagem está sendo preferencialmente na fração humina. No solo sob P20, o conteúdo de humina diminuiu e dos ácidos fúlvicos e húmicos aumentaram. Esse fato representa inversão na evolução dos compartimentos húmicos, com tendência de evolução para valores próximos aos observados no equilíbrio original

Tabela 1. Fracionamento químico da matéria orgânica do solo para a camada de 0-20cm de profundidade em perfis de um Podzol Hidromórfico, sob Cerrado intacto(VN) e pastagem de *Brachiaria decumbens* com 10 (P10) e 20 (P20) anos de implantação, fazenda Rancharia, Pantanal Mato-Grossense.

Área	MOL*	AFL	AF-p	AH-p	AF-s	AH-s	H
	% do C orgânico total						
VN	1,14	8,41	39,32	2,05	43,18	1,36	4,55
P10	1,19	6,27	16,78	0,85	13,39	0,34	61,19
P20	1,23	7,54	27,37	1,23	23,86	0,53	38,25

*MOL = matéria orgânica livre

AFL = ácido fúlvico livre

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

H = humina

Essa dinâmica de evolução das frações húmicas pode ser explicada em função do conteúdo de cálcio, o qual possui um papel importante na estabilização da matéria orgânica do solo, resultante em parte da formação de humatos de cálcio (Oades, 1988). Tem sido demonstrado que a remoção do cálcio do solo estimula a decomposição da matéria orgânica e mineralização do nitrogênio, e de modo inverso, a sua adição inibe a liberação de CO₂, estabilizando a estrutura do solo (Gaiffe et al., 1984).

Esse mesmo tipo de evolução dos compartimentos húmicos foi observado por Dabin (1982) em solos da Costa do Marfim, onde o cultivo contínuo durante 5 anos com uma leguminosa do gênero *Pueraria*, levou a aumentos nos teores de cálcio, acompanhado de aumentos do carbono total e da fração húmica. De modo inverso, numa área contígua submetida a cultivo contínuo com milho, foi observada diminuição nos teores de cálcio, com predomínio de ácido fúlvico na fração húmica.

A introdução de pastagens cultivadas no Pantanal vem sendo realizada há mais de 20 anos, tendo sido marcada inicialmente por insucessos. A falta de informações sobre a dinâmica dos ecossistemas pode ser considerada um dos fatores que contribuíram para tais resultados.

O presente estudo constitui um primeiro passo rumo ao conhecimento da dinâmica dos ecossistemas que compõem o Pantanal, embora muito ainda necessite ser estudado. Há que se ressaltar, porém, que os resultados aqui obtidos referem-se a uma situação específica, ou seja, um solo cultivado com pastagem e na fitofisionomia Cerrado em área de Podzol Hidromórfico na sub-região da Nhecolândia. Esse tipo de estudo deve ainda contemplar pelo menos outros tipos de fitofisionomias antes de qualquer diagnóstico final para toda a região, dada a heterogeneidade de ambientes no Pantanal (Cunha, 1980).

Finalmente, se por um lado esses resultados indicam uma maior longevidade dessas pastagens em relação a outras regiões tropicais, sem que seja preciso proceder à reforma de pasto, há que se considerar que a sustentabilidade dessas pastagens depende de muitos outros fatores, intrinsecamente relacionados com a estrutura e funcionamento do ecossistema, tais como dinâmica de água e nutrientes nas fases iniciais da intervenção (período mais crítico em termos de impacto ambiental); estratégias de manejo dessas pastagens cultivadas e alterações na fauna.

Conclusões

1. Após 10 anos da introdução de pastagens cultivadas, os teores de bases trocáveis e a capacidade de troca de cátions aumentaram, a acidez do solo diminuiu.
2. Após 20 anos de cultivo, os teores de bases trocáveis, a capacidade de troca de cátions e a acidez do solo sob pastagem apresentaram-se semelhantes àqueles observados no solo sob vegetação de Cerrado, indicando tendência do sistema de retornar às condições originalmente observadas.
3. O comportamento observado segue padrão descrito para outras regiões tropicais, onde a vegetação original deu lugar a sistemas cultivados. A diferença reside no tempo de cultivo necessário para que o sistema apresente tendência de retornar ao equilíbrio antigo, que no caso do Pantanal é maior do que na Amazônia.
4. Os teores de fósforo foram menores nas áreas de pastagem em relação ao Cerrado nativo. Porém, após 20 anos de cultivo, esses teores eram ainda satisfatórios.
5. O conteúdo de carbono orgânico total do solo diminuiu significativamente, sendo 28% menor na área sob pastagem cultivada há 20 anos em relação ao Cerrado nativo, na camada 0-40cm.
6. Não foi observada diferença significativa entre os estoques de nitrogênio total do solo da área sob vegetação de Cerrado em relação às áreas com pastagem. Para as três áreas os estoques na camada 0-40cm estavam ao redor de 1.000kg de N/ha.
7. O uso do solo com pastagem alterou a proporção relativa das frações húmicas do carbono orgânico. Na área sob Cerrado intacto houve predominância de ácido fúlvico. Sob a pastagem de 10 anos, houve predominância de humina e, na área de 20 anos voltou a predominar o ácido fúlvico. A dinâmica de evolução observada nos compartimentos húmicos pode estar relacionada com os conteúdos de cálcio no solo.

Referências Bibliográficas

- ABRANTES, G.T.V.; DAY, J.M.; CRUZ, V.C. ; DÖBEREINER, J. Fatores limitantes da fixação de nitrogênio em campo de *Digitaria decumbens* c.v. *transvala*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., 1975, Campinas. **Anais...** Campinas: SBCS, 1975. p.171-176.
- ANDREUX, F.; BECERRA, S.P. Fraccionamiento y caracterización del material húmico en algunos suelos de sabana de la Orinoquia Colombiana. **Turrialba**, San Jose, v. 25, p. 191-198, 1975.
- 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**, The Hague, v. 90, p. 265-292, 1986.
- CAMPBELL, C.A. Soil organic carbon, nitrogen and fertility. In: SCHINITZER, M. ; KHAN, S.U. (Ed.). **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: USP-CENA, 1990. 78 p.
- 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.
- CHEVIGNARD, T. **Etude de la formation actuelle d'horizons humifères en Milieu Tropical: Cas des sols "Remodelés" de la Martinique**. 1985. 195 p. Thesis (Dissertation) - Université de Nancy, Nancy, France.
- CUNHA, N.G. **Dinâmica de nutrientes em solos arenosos no Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1985. 70 p. (EMBRAPA-CPAP. Circular Técnica, 17).
- CUNHA, N.G. **Considerações sobre os solos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá: EMRAPA-UEPAE Corumbá, 1980. 45 p. (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-UEPAE Corumbá, 1985. 94 p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 1).

DABIN, B. Etude d'extraction de la matière humique des sols. **Science du Sol**, Versailles, 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: UPS-CENA: PROMOCET, 1982. p.87-96. Editado por Carlos C. Cerri e outros.

DIEZ, J.A.; POLO, A.; CERRI, C.C.; ANDREUX, F. Influência do pousio e da pastagem sobre a dinâmica de nutrientes em Oxisols recentemente desflorestados na Amazônia Oriental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 77-83, 1991.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (Corumbá, MS). **Plano Diretor do Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal - CPAP.** Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993. 41 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solos.** 2.ed. rev. Atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

FASSBENDER, H.W. **Química de suelos, com ênfase em suelos da America Latina.** San Jose, Costa Rica: IICA 1984. 422 p.

FERNANDES, F.A. **Matéria orgânica e características físicas e químicas de podzóis hidromórficos no Pantanal Mato-Grossense: alterações pelo uso com pastagens cultivadas.** 1993. 74p. Dissertação (Mestrado) – USP-CENA, Piracicaba.

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**, The Hague, v. 77, p. 271-284, 1984.

LOUREIRO, M.F. **Balço de nitrogênio em gramíneas do gênero *Brachiaria*.** 1985. 102 p. Dissertação (Mestrado) – UFRRJ, Itaguaí.

MANN, L.K. Changes in soil carbon storage after cultivation. **Soil Science**, Baltimore, v. 142, p. 279-288, 1986.

MARTINS, P.F.S.; CERRI, C.C.; VOLKOF, B.; ANDREUX, F. Efeito do desmatamento e do cultivo sobre características físicas e químicas do solo sob floresta natural na Amazônia Oriental. **Revista do Instituto de Geografia**, v. 11, p. 21-33, 1990a.

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**, Manaus, v.2, p. 19-28, 1990b.

MORAES, J.F.L. **Conteúdos de carbono e tipologia de horizontes nos solos da bacia Amazônica**. 1991. 84 p. Dissertação (Mestrado) - USP-CENA, Piracicaba.

OADES, J.M. The retention of soil organic matter in soils. **Biogeochemistry**, Dordrecht, v. 5, p. 35-70, 1988.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agonômico, 1983. 31 p. (IAC. Boletim Técnico, 81).

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**, Madison, v. 47, p. 1171-1178, 1983.

SAS Institute Inc., **SAS/STAT® User's Guide, Version 6, Fourth Edition**, Cary. NC: SAS Institute Inc., 1989.

SCHLESINGER, W.H. **Biogeochemistry**: an analysis of global change. San Diego, CA: Academic Press. 1991. 443 p.

SERRÃO, E.A.S; FALESEI, I.C.; VEIGA, J.B.; TEIXEIRA, J.F. Produtividade de pastagens cultivadas em solos de baixa fertilidade das áreas de floresta da Amazônia brasileira. In: SANCHEZ, P.A.; TERGAS, L.E.; SERRÃO, E.A.S. (Eds). **Produção de pastagens em solos ácidos dos trópicos**. Brasília: CIAT: EMBRAPA. 1982. p. 219-251.

SILVA, J. dos S.V. da; ABDON, M.M.; SILVA, M.P. da; ROMERO, H.R. Levantamento do desmatamento no Pantanal brasileiro 1990/91. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, nesp., p.1739-1745, out., 1998.

TEIXEIRA, L.B.; BASTOS, J.B. **Nutrientes nos solos de floresta primária e pastagem de *Brachiaria humidicola* na Amazônia Central**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1989. 26 p. (EMBAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 98).

VELDKAMP, E. Organic carbon turnover in tropical soils under pastures after deforestation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.158, p. 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**, New York, v.19, p. 1467-1476, 1989.



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento***
Rua 21 de setembro, 1880 - Caixa Postal 109
CEP 79320-900 Corumbá-MS
Telefone: (67)233-2430 Fax: (67) 233-1011
<http://www.cpap.embrapa.br>
email: sac@cpap.embrapa.br

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**