

**Embrapa**

**Cerrados**

**IRD**

Institut de recherche  
pour le développement



***International  
Symposium***

**Soil Functioning  
under Pastures  
in Intertropical Areas**

**Brasília, Brazil**

**October 16-20, 2000**

# CONSEQUENCES OF TRANSFORMATION OF NATIVE CERRADO IN PASTURE LAND ON THE POROSITY OF A CLAYEY-SAND RED LATOSOL.

L.C. Balbino<sup>1,2</sup>, A. Bruand<sup>1,3</sup>, M. Brossard<sup>4</sup>, M. F. Guimarães<sup>5</sup> and P. Quétin<sup>1</sup>

1: Science du Sol, INRA, BP 20619, 45166 Olivet cedex, France (Luiz.Balbino@orleans.inra.fr)

2: Embrapa CNPAF, BP 179, 74001-970 Goiânia, GO Brazil

3: ISTO, Université d'Orléans, Géosciences, BP 6759, 45067 Orléans cedex 2, France

4: IRD/Embrapa CPAC, BP 7091, 71619-970 Brasília, DF Brazil

5: Universidade Estadual de Londrina, Dept. de Agrônoma, BP 6001, 86051-990 Londrina, PR Brazil

Key-words: *Brachiaria decumbens*, structure, bulk density, mercury porosimetry, scanning electron microscopy

In the Brazilian savannah (*Cerrados* area), about 60 % of the surface area is used as pasture land and 30 % of the latter is cultivated pasture. Many studies have reported that pastures degrade quickly and degradation would be more intense when the soil was tilled prior pasture sowing. Pasture degradation (decrease in the pasture quality and yield, weed invasion) would be partly a consequence of the soil structure evolution (Balbino & Di Stefano, 1999). Origin of pasture degradation is still under discussion and analysis of the literature showed that there is a lack of quantitative data. The aim of this study is to perform a detailed analysis of the porosity in a low productivity cultivated pasture and to compare the results with the porosity of a similar soil still under native vegetation (*Cerradão*, i.e. *Scierophylous* forest).

## Material and methods

The study site is located in the *Mato Grosso do Sul* state, *Brasilândia* county (21° 22,53' S 52° 11,73' E). Mean annual rainfall is 1600 mm. The soil is a sandy-clay latosol (*Latossolo vermelho*) developed on deeply weathered cretaceous materials (*Bauru* sandstones). Clay fraction is kaolinite mainly with iron oxi-hydroxides in small proportion. Two sites with similar soils were selected: one in native forest (*cerrado*) and another one in a low productivity pasture of brachiara (*Brachiaria decumbens*) 20 years old. The soil was described down to 1 m depth with particular attention to structure. Bulk density measurements were performed using cylinder 98 cm<sup>3</sup> in volume. In the laboratory we investigated the pore size distribution from 360 down to 0.006 µm using mercury porosimetry (Fig. 1). Thin sections of undisturbed samples were examined in scanning electron microscopy using back-scattered electron emission (Bruand et al., 1996).

## Results and discussion

Under pasture, the upper horizon (0–3 cm) was massive with horizontal roots. Then from 3 to 15 cm depth, well developed and small to medium polyhedral aggregates associated with a few micro-aggregates were observed. Roots are mainly located between the polyhedral aggregates. Under forest, small to medium polyhedral aggregates with lots of micro-aggregates were encountered from 0 to 15 cm depth. Roots were located between and within the polyhedral aggregates. From 15 to 100 cm depth, aggregates were micro-aggregates mainly in a closer packing under pasture than under forest. A few polyhedral aggregates were present under pasture but their number and size decreased with depth. Biological activity (termites, ants and earthworms) was smaller under pasture than under forest and located close to the surface mainly.

Under forest, the bulk density ranged from 0.80 in the first top centimetres to 1.03 at 15 cm depth when under pasture it ranged from 1.08 to 1.22 from the surface to 13 cm depth (Table). These bulk density values showed a much smaller pore volume in the topsoil under pasture. From 18 to 100 cm depth, bulk density showed also smaller porosity under pasture.

Analysis of the structure using microscopy showed the presence of polyhedral aggregates a few millimetres to one centimetre in size and micro-aggregates 50–100 µm in size (Fig. 2). These two types of aggregate were present in different proportions according to the site and horizon. Analysis of the porosity showed that pore were (Fig. 1): (i) pores larger than several hundreds of micrometers in size which resulted from biological activity (root, ants and termites channels) and polyhedral aggregate packing, (ii) pores a few micrometers to one hundred micrometers in size which resulted from micro-aggregate packing and (iii) pores which resulted from the packing of clay particles within polyhedral aggregates and micro-aggregates and which were not visible in scanning electron

microscopy because they are too small. Comparison of porosity within every profile showed a decrease in the large pores with depth and an increase in the pores corresponding to micro-aggregates packing because they are more numerous with depth.

The mercury intrusion curve enabled the identification of several classes of pores (Bruand et al., 1993; Curmi et al., 1994). Results showed the presence of two classes of pores A and B which corresponded to pores with equivalent pore diameters ranging from 0.022 to 0.025  $\mu\text{m}$  and from 18 to 58  $\mu\text{m}$  in equivalent diameter, respectively (Fig. 1). Class B corresponded to pores resulting from the packing of micro-aggregates. Large pores resulting from polyhedral aggregates packing and biological activity were not measured or just partially because they were too large to be studied using mercury porosimetry. Results showed that the volume of pores B was greater in the 0–3 cm layer and much smaller (from 20 to 40 % smaller) in the 3–17 cm layer under pasture than under forest (Table). Pores B were also smaller under pasture than under forest as shown by the smaller  $D_{m,B}$ . Under pasture, the greater  $V_{p,B}$  in the 0–3 cm layer would result from a great under-estimation of  $V_{p,B}$  in the 0–3 cm layer under forest because the micro-aggregates were in a very loose packing leading to too large pores to be measured using mercury porosimetry. From 17 to 100 cm depth,  $V_{p,B}$  was similar or smaller (from 5 to 25 % smaller) under pasture. This is consistent with field observation which showed a less developed structure under pasture. This smaller  $V_{p,B}$  might result also from a smaller amount of micro-aggregates because of a smaller clay content (Table). The volume of pores belonging to class A ranged from 0.046 to 0.112  $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$  (Table). These pores resulted from the packing of clay particles within the polyhedral and micro-aggregates. The no or very little variation of  $D_{m,A}$  showed no or very little variation of both the size and packing of the elementary kaolinite particles. Such a result is consistent with the close relationship between  $V_{p,A}$  and the clay content ( $r^2 = 0.95$ ).

## Conclusion

Our results showed a strong evolution of the structure which led to a decrease in the porosity, particularly in the topsoil layers. Except the very small pores which result from the packing of the kaolinite particles within aggregates, all the pores were less developed under pasture. Field observations showed also a structure less developed from 15 to 100 cm depth under pasture and mercury porosimetry showed that micro-aggregates would be in a closer packing under pasture than under forest. However, this will need further analysis to be confirmed.

- Balbino, L.C., Di Stefano J.G., 1999. Projet PROCITROPICOS: Intégration de l'agriculture et de l'élevage par les systèmes de semis direct, pp. 409-417, In: Rasolo, F. and M. Raunet (eds), Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture. Actes de l'atelier international, Antsirabe, Madagascar, 23-28 mars 1998, Cirad, Collection Colloques, 658p.
- Bruand, A., D'Acqui, L.P., Nyamugafata, A P., Darthout, R., Ristori, G.G., 1993. Analysis of porosity in a tilled "crusting soil" in Zimbabwe. *Geoderma*, 59, 235-248.
- Bruand, A., Cousin, I., Nicoulaud, B., Duval, O., Bégon J.C., 1996. Backscattered electron scanning images of soil porosity for analysing soil compaction around roots. *Soil Science Society of America Journal*, 60, 895-901.
- Curmi, P., Kertzman, F.F., Quieroz Neto, J.P., 1994. Degradation of structure and hydraulic properties in an Oxisol under cultivation (Brazil). In: *Soil Micromorphology: Studies in Management and Genesis*. Developments in Soil Science 22, Elsevier, Amsterdam, 569-579.

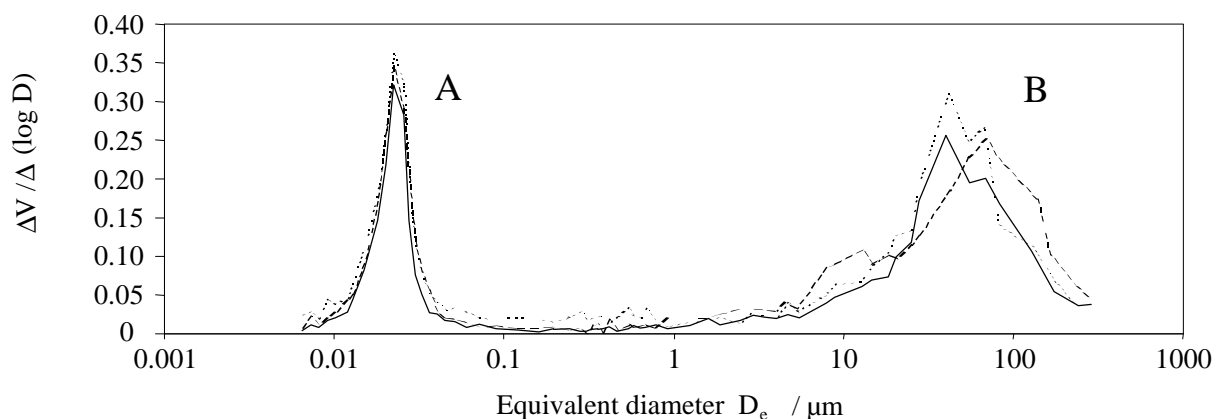


Figure 1: Pore volume distribution for the 18–30 cm layer under forest.

Table: Physical and chemical data for the soils studied.<sup>a</sup>

Horizon	PSD				OC	pH <sub>w</sub>	CEC	D <sub>b</sub>	Mercury porosimetry				μm
	<2	2–50	50–200	200–2000					Pore class A		Pore class B		
cm	g kg <sup>-1</sup>							cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup>	μm	cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup>	μm	
Forest	0–3	32.1	8.6	14.2	45.1	20.1	3.9	3.14	0.80	0.090	0.023	0.189	58
	3–6	35.3	7.2	30.2	27.4	14.2	3.9	2.63	1.03	0.101	0.023	0.196	51
	6–15	29.6	6.8	32.6	31.0	-	-	-	1.03	0.083	0.023	0.256	29
	18–30	30.3	8.1	31.1	27.5	7.5	4.0	2.42	1.02	0.092	0.023	0.252	50
	30–40	31.0	4.7	35.2	29.1	-	-	-	-	0.089	0.023	0.165	48
	60–80	36.5	4.4	32.7	26.4	4.1	4.2	2.49	0.94	0.105	0.023	0.290	50
	90–100	44.4	3.7	30.4	21.5	-	-	-	0.92	0.112	0.023	0.255	48
Pasture	0–3	18.6	4.0	36.2	41.3	14.2	5.8	3.33	1.08	0.046	0.025	0.209	27
	3–6	21.2	4.5	30.0	44.2	11.7	5.3	2.62	1.17	0.055	0.022	0.162	18
	10–13	21.5	4.2	30.5	43.8	9.2	5.2	2.22	1.22	0.058	0.023	0.154	18
	14–17	22.1	6.4	30.6	40.9	7.9	5.3	2.22	-	0.065	0.023	0.182	35
	18–30	23.0	9.2	29.7	38.1	6.2	5.2	2.01	1.21	0.068	0.023	0.183	55
	30–40	26.4	4.7	30.2	38.7	-	-	-	1.22	0.075	0.025	0.164	42
	60–80	30.6	6.0	32.1	31.4	3.6	5.0	1.83	1.09	0.084	0.023	0.243	56
90–100	32.8	4.4	29.8	33.0	-	-	-	1.13	0.088	0.023	0.194	27	

<sup>a</sup>PSD is particle size distribution; OC is organic carbon content; CEC is cation-exchange capacity; D<sub>b</sub> is bulk density; V<sub>p,A</sub> and D<sub>m,A</sub> are the volume of pores A and their modal equivalent diameter, respectively; V<sub>p,B</sub> and D<sub>m,B</sub> are the volume of pores B and their modal equivalent diameter, respectively.

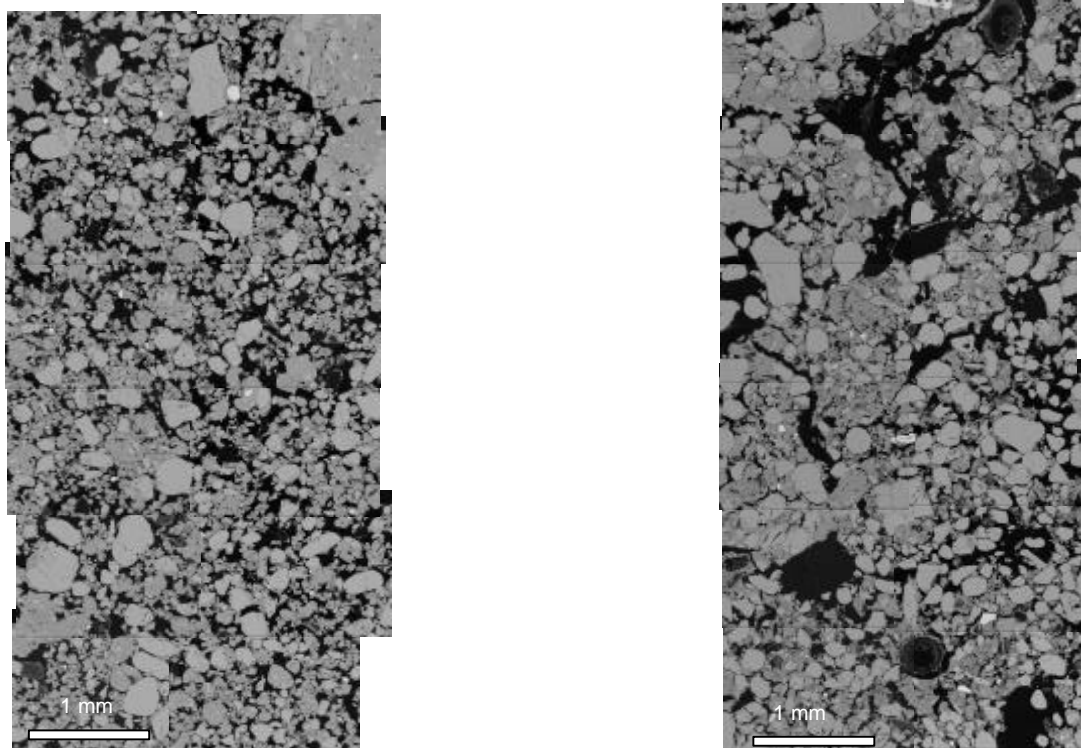


Figure 2: Back-scattered electron scanning image (x60, WD = 18 mm, 15 kV) of the 90–100 cm layer under forest (left) and of the 0–3 cm layer under pasture (right). Voids occupied by resin are black, homogeneous grey areas are quartz and heterogeneous dark grey areas are porous clayey phase.

# EFEITOS DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS SOBRE A POROSIDADE DO SOLO EM URUARÁ (TRANSAMAZÔNICA), PARÁ<sup>1</sup>

Brito, L. A. de.<sup>2</sup>, Farias, S. K. P.<sup>2</sup>, Martins, P. F. da S.<sup>3</sup> e Veiga, J. B.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo CNPq no âmbito do projeto Comportamento edáfico de forrageiras na sustentabilidade das pastagens em Uruará, Transamazônica, Pará.

<sup>2</sup> Estudantes do Curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. [pmartins@nautilus.com.br](mailto:pmartins@nautilus.com.br)

<sup>4</sup> Pesquisador da EMBRAPA-Amazônia Oriental. [Jonas@cpatu.embrapa.br](mailto:Jonas@cpatu.embrapa.br)

**Key words:** Soil porosity, pasture, grass, ultisol, alfisol

**ABSTRACT:** This study was carried out in two farms of the county of Uruará, Pará state, located at the Transamazônica highway. Soil porosity (transmission pore, storage pore and residual pore) of a “Podzólico-vermelho-amarelo” – PVA (Ultisol) and a “Terra Roxa Estruturada” – TRE (Alfisol) under plots of *Brachiaria brizantha* (BB-4219) grass and *Panicum maximum* (PM-4739) grass were determined at 0-7 and 7-14cm. The grass plots were established at february 1994. The soils showed different pore distribution. TRE showed lower storage pore volume than PVA in the topsoil. The BB-4219 grass showed a increasing of storage pore volume in the topsoils.

## INTRODUÇÃO

No município de Uruará estão sendo testadas novas cultivares de gramíneas forrageiras (VEIGA et al, 1997). Busca-se com isso identificar cultivares que melhorem a produtividade das pastagens e, conseqüentemente, do rebanho. Contudo, pouca ênfase tem sido dada à avaliação das relações que possam existir entre a forrageira e o solo onde são implantadas. Tais informações são extremamente importantes para prevenir desgastes do solo e conseqüentes reduções na produtividade dos pastos (VEIGA, 1995). Portanto é necessário buscar estas informações para que se compreender o comportamento das diversas cultivares de forrageiras empregadas em relação aos diferentes tipos de solos utilizados.

Este trabalho avalia os efeitos dos acessos com acessos das gramíneas *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* (Colonião), respectivamente identificados como BB-4219 e PM-4739, sobre a porosidade do solo nas profundidades de 0-7 e 7-14 cm, em lotes de dois agricultores, em solos classificados como Podzólico-Vermelho-Amarelo (PVA) e Terra Roxa Estruturada (TRE).

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em dois lotes de agricultores, em parcelas experimentais cultivadas com o acesso de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, identificado como BB-4219 e *Panicum maximum* (Colonião), identificado como PM-4739 plantados por mudas, em covas, com espaçamento de 1,0 m x 1,0 m no início de 1997. Cada parcela media 4,0 m x 12,0 m, com um espaçamento de 1,0 m entre elas, e estavam contidas em uma área de 14 x 51 m que em cada lote de agricultores foi submetida ao pastejo por 40 vacas durante 2 horas por dia, por dois dias (período suficiente para rebaixar as gramíneas à altura de 10 cm), a cada intervalo de 40 dias no ano de 1997 (9 vezes no ano). Os lotes pertencem aos Agricultores Antônio Mineiro e Arnildo cujos solos de ocorrência são, respectivamente, o Podzólico-Vermelho-Amarelo (PVA) e a Terra Roxa Estruturada (TRE).

Foram retiradas amostras deformadas e indeformadas de solo nas profundidades de 0-7 e 7-14 cm. As amostras deformadas serviram para a determinação da densidade de partículas, a qual foi

---

efetuada pelo método do balão volumétrico (Embrapa, 1977). As amostras indeformadas, que foram coletadas em cilindros de 250 cm<sup>3</sup>, foram utilizadas na determinação da densidade e da porosidade do solo. A porosidade foi determinada pela seguinte expressão:  $P_t = 1 - (\text{densidade do solo} / \text{densidade de partícula})$ ; os poros de movimentação da água ( $P > 50\mu$ ) foram obtidos pela diferença entre  $P_t$  e o teor de água em volume a 0,06kPa de tensão; os poros de armazenamento de água ( $P_{50-0,2\mu}$ ) pela diferença entre o teor de água em volume a 0,06kPa e o teor de água em volume a 15kPa de tensão; e os poros de umidade residual ( $P < 0,2\mu$ ) através do conteúdo de água em volume a 15kPa de tensão (Rowell, 1994). As referidas tensões foram obtidas pelo aparato de Richards (1954). As análises foram realizadas na EMBRAPA-Amazônia Oriental.

Foi efetuada a comparação estatística, através do teste t de Tukey, dos valores médios das amostras com a finalidade de identificar as diferenças entre os acessos das gramíneas e as duas profundidades consideradas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 constam os dados de densidade e porosidade obtidos nas profundidades de 0-7 e 7-14 cm em parcelas com os acessos de gramíneas BB- 4219 e PM- 7439, situadas em Podzólico Vermelho-Amarelo (PVA), no lote do agricultor Antônio Mineiro, enquanto no quadro 2, os dados equivalentes, em Terra Roxa Estruturada (TRE), no lote do agricultor Arnildo. Verifica-se no PVA que o volume de poros  $> 50\mu$  é mais elevado na parcela da gramínea BB- 4219 na profundidade de 0-7 cm do que na profundidade de 7-14 cm, bem como nas duas profundidades da parcela de PM- 7439. Por outro lado, neste mesmo solo, os poros de 0,2 a 50 $\mu$  são em maior volume na parcela de PM- 7439, profundidade de 0-7 cm, diferindo estatisticamente do volume à profundidade de 7-14 cm, assim como dos da parcela da outra gramínea, em ambas profundidades, que por sua vez, apresentam valores em torno de 0,17 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>, valor este que é considerado como aceitável (Rowell, 1994). Quanto aos poros  $< 0,2\mu$ , estão em correspondência de forma invertida aos poros de 0,2 a 50 $\mu$ ; ou seja, a gramínea PM- 7439 à profundidade de 0-7 cm é a que apresenta o mais baixo volume de poros  $< 0,2\mu$  (0,06 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>). Não há diferença significativa quanto à porosidade total do solo entre as parcelas de gramíneas, em ambas as profundidades, mas o valor deste fator na profundidade de 0-7 cm, na parcela de BB-4219, é maior que na profundidade de 7-14 cm.

Mediante os resultados obtidos no solo PVA, verifica-se que, a exceção da parcela BB 4219 à 0-7 cm, há restrições quanto aos poros de movimentação de água pois os valores estão em torno de 0,10 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>, valor considerado como limite inferior para uma adequada aeração do solo quanto à respiração das raízes (Rowell, 1994). Por outro lado, é na parcela PM- 7439 à 0-7 cm, cujo volume de poros de umidade residual ( $< 0,2\mu$ ) é o mais baixo e o de poros de armazenamento de água (0,2 a 50 $\mu$ ), o mais elevado, que ocorre as melhores condições em termos de retenção e disponibilidade de água aos vegetais.

Já no lote do agricultor Arnildo, em TRE, o volume de poros de movimentação de água ( $> 50\mu$ ) se apresentam próximos ou abaixo do limite de 0,10 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>, especialmente na parcela de PM-7439, à 0-7 cm onde é muito baixo (0,03 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>). O volume dos poros de armazenamento de água, em ambas as gramíneas e profundidades, estão em torno do que é considerado como restritivo (0,15 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>; Rowell, 1994), à exceção da profundidade de 7-14 cm na parcela de BB 4219, cujo valor é baixo (0,10 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>). Quanto aos poros de umidade residual, o volume mais baixo (0,19 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) ocorre na parcela de PM - 7439, à 7-14 cm, o qual, ainda assim, é sensivelmente mais elevado do que nas parcelas do PVA. Em termos de porosidade total, também, não há diferença entre as parcelas das duas gramíneas considerando-se a mesma profundidade, mas há diferença entre profundidades nas parcela de PM- 7439, sendo que é maior à 7-14 cm de profundidade.

## CONCLUSÕES

Os solos estudados, apesar de na parte superficial (0-7 cm) apresentarem valores idênticos de porosidade total, possuem diferenças marcantes quanto a distribuição de tamanho e volume de poros. A TRE possui porosidade de movimentação e de armazenamento de água mais baixa do que o PVA e

um volume de porosidade de umidade residual (não disponível às plantas) mais elevado. Na parte subsuperficial, (7-14 cm) a porosidade total é mais baixa no PVA.

Independentemente do tipo de solo, a gramínea *Brachiara brizantha* (acesso BB 4219) parece favorecer, o desenvolvimento da porosidade de movimentação de água na parte mais superficial do solo. Já as porosidades de armazenamento e de umidade residual aparentam depender do tipo de solo.

## BIBLIOGRAFIA

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análises de solos*. 2 ed. Ver. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.: il (EMBRAPA-CNPS. Documentos; 1).
- RICHARDS, L. A. ed. *Diagnosis and improvement of saline and alkaly soils*. Washington, USDA. 1954. 1609. (Agriculture Handbook n. 60).
- ROWELL, D. L. *Soil science: methods and applications*. Essex: Longman, 1994. p.62-63.
- VEIGA, J. B. da. Rehabilitation of degraded pasture areas. In : *SYMPOSIUM/WORKSHOP ON MANAGEMENT AND REHABILITATION OF DEGRADED LANDS AND SECONDARY FORESTS IN AMAZON*, 1993., Santarém, PA. Rio Piedras : International Institute of Tropical Forestry/USDA – Forest Science, 1995. p. 193-202.
- VEIGA, J. B.;QUANZ, D. & CRUZ, E. D. Avaliação de forrageiras em estabelecimentos rurais de Uruará, fronteira agrícola da Amazônia. In: *ANAIS DA XXXIV REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*. Juiz de Fora, MG. 1997. p.24-26.

Quadro 1 - Valores de Densidade do solo (Ds), Densidade de partículas (Dp), Poros de movimentação da água (P>50µ), Poros de armazenamento de água (P 50-0,2 µ), Poros de umidade residual (P<0,2 µ) e Porosidade total (Pt) de um Podzólico Vermelho-Amarelo cultivado com *Brachiara brizantha* (acesso BB-4219) e *Panicum maximum* (acesso PM-4739) nas profundidades de 0-7 e 7-14 cm.

Dry bulk density, particle density, transmission pore volume, storage pore volume, residual pore volume and total porosity averages (6 replications) of “Podzolic-vermelho-amarelo” – PVA (Ultisol) under pasture plots of *Brachiara brizantha* (acesso BB-4219) and *Panicum maximum* (acesso PM-4739) at deeps of 0-7 and 7-14cm.

SOLO/AGRI CULTOR	Prof. (cm)	Gramínea	Ds	Dp	P> 50 µ	P 0,2- 50 µ	P< 0,2 µ	Pt
			g/cm3		cm3/cm3			
PVA/ANTONIO	0 – 7	BB 4219	1,44	2,55	0,17 a	0,18 b	0,09 a	0,44 a
		PM 7439	1,56	2,56	0,10 b	0,24 a	0,06 b	0,39 ab
MINEIRO	7 – 14	BB 4219	1,64	2,61	0,10 b	0,16 b	0,10 a	0,36 b
		PM 7439	1,62	2,59	0,09 b	0,17 b	0,11 a	0,37 ab

(\*) - valores seguidos das mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste t a p<0,05.

Quadro 2 – Valores de Densidade do solo (Ds), Densidade de partículas (Dp), Poros de movimentação da água (P>50µ), Poros de armazenamento de água (P 50-0,2 µ), Poros de umidade residual (P<0,2 µ) e Porosidade total (Pt) de uma Terra Roxa Estruturada cultivada com *Brachiara brizantha* (acesso BB-4219) e *Panicum maximum* (acesso PM-4739)

Dry bulk density, particle density, transmission pore volume, storage pore volume, residual pore volume and total porosity averages (6 replications) of “Terra Roxa Estruturada” – TRE (Alfisol) under pasture plots of *Brachiara brizantha* (acesso BB-4219) and *Panicum maximum* (acesso PM-4739) at deeps of 0-7 and 7-14cm.

SOLO/AGRI CULTOR	Prof. (cm)	Gramínea	Ds	Dp	P> 50 µ	P 0,2- 50 µ	P< 0,2 µ	Pt
			g/cm3		cm3/cm3			
TRE/ARNILDO	0 – 7	BB 4219	1,49	2,67	0,09 a	0,14 a	0,21 b	0,44 ab
		PM 7439	1,52	2,64	0,03 b	0,16 a	0,23 a	0,41 b
	7 – 14	BB 4219	1,56	2,69	0,09 a	0,10 b	0,23 a	0,42 ab
		PM 7439	1,49	2,71	0,11 a	0,15 a	0,19 c	0,45 a

(\*) - valores seguidos das mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste t a p<0,05.

## ABSTRACT

### **The influence of pastures on soil physical characteristics of an Oxisols in the Eastern Plains (Llanos Orientales) of Colombia<sup>1</sup>**

*E. Amézquita, R.J. Thomas<sup>\*</sup>, I.M. Rao, D.L. Molina, P. Hoyos<sup>2</sup>*

It is widely accepted that tropical soils (mainly Oxisols) have excellent physical characteristics related to high infiltration rates, high permeability, good and stable soil structure and that consequently, they can support mechanized agriculture. However in the Eastern Plains (Llanos Orientales) of Colombia, when Oxisols are subjected to land preparation using harrowing, soil physical conditions deteriorate rapidly. We report here that the use of pastures can improve soil quality, improving the distribution of stable aggregates when compared with soils under monocropping. In addition infiltration rates and rainfall acceptance capacity are also improved.

We suggest that the intensive and continued use of these soils, is only possible if an “arable” or “productive layer” is produced and maintained i.e. a layer with little physical, chemical and biological constraints. One option to achieve this layer is the use of pastures with deep rooting abilities that can result in increased soil organic matter and associated improvements in soil physical and chemical properties. One land management option that can achieve these improvements is agropastoralism whereby pastures and crops are grown in short-term rotations.

---

<sup>1</sup> Paper presented at the International Symposium of Soil functioning under pastures in intertropical areas. Embrapa, Brasilia Oct. 16-20, 2000.

<sup>\*</sup> Correspondence author. E-mail: [E.Amezquita@cgiar.org](mailto:E.Amezquita@cgiar.org)

<sup>2</sup> CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia



# ATRIBUTOS EDÁFICOS COMO INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO EM ÁREAS COM COBERTURAS VEGETAIS DISTINTAS, PINHEIRAL (RJ)

MENEZES, C. E.<sup>1</sup>, SOUZA, J.M.P.F, de<sup>2</sup>, ANJOS, L.H.C.<sup>2</sup> e PEREIRA, M.G.<sup>2</sup>

1. Colégio Agrícola Nilo Peçanha, UFF, 27197-000, Pinheiral RJ. 2. UFRRJ, Depto de Solos, 23890-000, Seropédica RJ [lanjos@ufrj.br](mailto:lanjos@ufrj.br)

**Key Words:** soil properties, soil degradation, soil quality, pasture, agriculture

**Abstract: Soil attributes as indexes of soil quality in areas with distinct canopy.** The study was developed in four areas of Red-Yellow Podzolic in Pinheiral (RJ), to evaluate efficiency of soil attributes to indicate soil quality and degradation level. The areas were cultivated with annual crops (Agri), improved pasture (PF), natural pasture (PN), and an area of Atlantic Forest (PN). Soils were sampled in two slope positions (shoulder and back slope), to evaluate physical, chemical and biological properties. The attributes bulk density, total porosity, carbon microbial biomass (CBM), soil organic carbon, and S value, were most efficient to indicate variations in soil degradation and management of the agriculture and pasture systems.

A degradação dos solos que compõem as paisagens de regiões tropicais e subtropicais, dentre os problemas relacionados aos recursos naturais, é um dos que tem despertado maior preocupação nas últimas décadas. Os fatores que concorrem para o aumento da degradação são decorrentes do uso e manejo inadequado das terras causando uma progressiva destruição de suas propriedades originais, com diminuição da produtividade, além de danos ambientais como poluição do ar, assoreamento e poluição dos cursos d'água. Esse processo é acentuado no ambiente de Mar de Morros pela retirada da cobertura natural de Mata Atlântica e posterior cultivo dos solos, trazendo como consequência alterações em suas propriedades físicas, químicas e biológicas e modificando a paisagem da qual fazem parte. Santana e Bahia Filho (1998) afirmam que a qualidade do solo descreve a capacidade do solo para exercer funções de produção biológica, qualidade do ambiente e promover a saúde das plantas e dos animais de maneira sustentável. Os mesmos autores destacam que a qualidade do solo é o vínculo mais importante entre o sistema de produção e a sustentabilidade da agricultura. As diferentes formas de uso do solo, seja com a manutenção da floresta nativa secundária, culturas anuais e perenes, pastagens ou reflorestamento, podem mudar as características e propriedades edáficas. Para se manter a sustentabilidade das práticas agrícolas é fundamental o planejamento das formas de uso da terra, visando manter o potencial produtivo do solo e preservando, assim, seus recursos. O conhecimento das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo possibilita a avaliação de sua qualidade e sustentabilidade, assegurando um melhor uso e minimizando impactos do manejo inadequado (Doran & Parkin, 1994). Para Tisdall & Oades (1982) as pastagens proporcionam um aumento nos componentes orgânicos do solo pela maior produção de parte aérea e de raízes. Oades (1984) afirmou que o sistema radicular de pastagens, especialmente o de gramíneas, tem um papel chave na recuperação dos solos, já que elas provêm excelente distribuição e mistura de uma grande quantidade de materiais orgânicos dentro do solo. Ainda segundo o mesmo autor, a ausência ou menor intensidade de distúrbios no solo sob pastagem não somente melhora o ambiente físico e químico como também estimula a recuperação da fauna do solo. Neste estudo foram comparados cultivos agrícolas (pastagem e agricultura) e Mata Atlântica, posição na vertente (terço superior e médio), e profundidade, em áreas de solo Podzólico Vermelho Amarelo, classe dominante no município de Pinheiral (RJ). Foram individualizados os seguintes usos e coberturas vegetais: Área de Agricultura Anual - Agri, Área de Pasto Nativo - PN, Área de Pasto Manejado - PM, e Área de Floresta Secundária - FS. Em cada unidade foram comparadas propriedades dos solos em amostras compostas de terra coletadas na camada de 0-10 cm. Amostras dos horizontes diagnósticos dos perfis de solo foram coletadas em trincheiras no terço médio da encosta. A metodologia adotada para caracterização física e química foi aquela adotada pela Embrapa Solos nos levantamentos de solos. A comparação de propriedades edáficas nos perfis de solo (Quadro 1) indica espessura semelhante de horizonte A (A1 e Ap) em todas as áreas. As propriedades Valor T, CTC Arg e granulometria pouco variaram para os mesmos

horizontes, nas diversas áreas, indicando homogeneidade dos perfis de solo. Os valores de pH só apresentaram variação importante no perfil da área sob PF, onde diminuiu do horizonte A para o B, mantendo-se semelhante nos dois horizontes das demais áreas. Apesar das pequenas diferenças o pH em água mostrou maiores valores nas áreas de pastagem (PF e PN) em relação as demais. O teor de C org. no horizonte A decresceu da área de FS para as de pastagem e os menores níveis foram observados na área de agricultura anual. A maior saturação por Al, no horizonte A, foi observada no perfil de solo da área de mata secundária (FS) e os menores valores nas áreas de pastagem. As propriedades físicas densidade do solo e porosidade total, na camada de 0-10 cm (Quadro 2), variaram em função das diferenças entre as unidades de paisagem e o tipo de uso e cobertura vegetal, mostrando-se como bons índices para avaliação do processo de degradação das terras nas condições do estudo. A área de FS apresentou os menores valores de densidade do solo e os maiores de porosidade total. Os altos valores de densidade do solo e baixos de porosidade, observados na área sob PF, podem ser atribuídos ao manejo do solo, cujo preparo foi realizado com implementos e máquinas pesadas (trator de esteira), e ao maior trânsito de animais. A exceção da Agri, o DMP pouco variou entre as áreas e posições na encosta. De modo geral, os teores de alumínio aumentaram e os de cálcio e magnésio diminuíram em profundidade. Destacam-se os mais baixos valores de alumínio ( $0,0$  a  $0,8$   $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ) nas camadas superficiais da área sob PF, e os mais altos de cálcio ( $0,9$  a  $1,3$   $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ) e magnésio ( $0,8$  a  $1,7$   $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ) nessas camadas sob a mesma cobertura, para todos os pontos da encosta. Tais resultados podem ser justificados pelo efeito do emprego da calagem, que na região é principalmente praticada com calcário dolomítico e pela maior ciclagem de nutrientes pela biomassa vegetal que, neste caso, é renovada em curto período de tempo. Os mais altos valores de pH nas áreas de pasto formado – PF ( $5,2$  a  $7,0$ ), agricultura – Agri ( $5,1$  a  $5,4$ ) e pasto nativo – PN ( $4,9$  a  $5,8$ ) para a maioria dos pontos da encosta e, principalmente, na camada superficial (0-10cm), foram explicados, nas duas primeiras coberturas, pelo manejo destes cultivos, que incluiu a prática de calagem e, no PN pela ciclagem de nutrientes característica do abundante sistema radicular das gramíneas. Na avaliação do efeito da cobertura vegetal no teor de potássio, em cada um dos pontos da encosta, encontrou-se, na camada superficial, diferenças significativas nos teores de K entre as coberturas vegetais, destacando-se os maiores valores para PF, PN e FS e menores para Agri. Os maiores teores de CBM (Quadro 2) no solo da área sob PN, podem ser atribuídos à adição de carbono orgânico, proporcionada pelo sistema radicular muito denso e com renovação intensa das gramíneas, indicando que esse tipo de uso possibilita melhor manutenção desse atributo, quando comparada a Agri. Os menores valores encontrados na área de PF, apesar de não significativos em todas as posições da encosta, podem estar relacionados a qualidade do material orgânico adicionado e a menor disponibilidade de nutrientes no solo. Os valores de soma de bases (valor S) mostram uma tendência geral de diminuição nas áreas de FS e PN, e aumento nas demais, o que evidencia o efeito do manejo nas áreas de PF e Agri. Quanto à posição na encosta, o valor S, nas camadas superficiais, diminuiu no sentido terço superior para o terço médio, resultados estes atribuídos aos efeitos de perdas e adição pela erosão hídrica. Quando se avalia o efeito das coberturas, o comportamento do valor S é semelhante ao observado para cálcio e magnésio, com destaque dos valores mais altos para PF ( $2,2$  a  $3,7$   $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ) intermediários para Agri ( $1,1$  a  $2,3$   $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ) e PN ( $1,0$  a  $3,1$   $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ) e mais baixos para FS ( $0,6$  a  $1,3$   $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ). Das quatro paisagens submetidas a uma mais intensa pressão de uso atual (PF, PN e Agri), os índices de qualidade do solo, apontam para uma maior sustentabilidade naquelas sob pastagem, com destaque para a área de PN. A caracterização do estágio de degradação dos solos e a identificação dos fatores que concorrem para intensificação do processo erosivo, nas unidades agroambientais, poderão contribuir para um melhor planejamento de uso e conseqüente aumento da produção agrícola de forma sustentável, diminuindo os impactos sobre a qualidade do ambiente e a integridade do ecossistema.

DORAN, J.W & PARKIN, T. B. SSSA Spec. Publ. 35. SSSA, Madison, WI, p. 3-21, 1994.

OADES, J. M. Soil organic matter and structural stability. *Plant Soil* 76:319-334, 1984.

SANTANA, D. P. and BAHIA FILHO, A. F. Soil quality agricultural sustainability in the Brazilian cerrado. In *World Congress of Soil Science*, 16<sup>TH</sup>, 1998. Montpellier, ISSS. 1998.

TISDALL, J. M & OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil Sci.*, 33:141-163, 1982.

**Quadro 1- Características químicas dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais de perfis de solos nas áreas estudadas.**

**Table 1- Chemical properties of surface and subsurface horizons of soil profiles in the studied areas.**

Cober. <sup>1</sup>	Horiz.	Espes.	Valor T	CTCArg.	pH	Granulometria		C org	Sat. Al
						Argila	Silte		
		cm	cmol <sub>c</sub> /kg TFSE	cmol <sub>c</sub> /kg arg.	H <sub>2</sub> O	----- g kg <sup>-1</sup> -----			%
PF	A1	0-12	5	-	6,1	19	6	23,1	5
	Bt2	89-102	6	7,7	5,3	56	8	4,2	70
PN	Ap	0-11	8	-	5,1	27	15	24,8	27
	Bt2	67-107	7	7,7	4,9	60	13	5,9	83
FS	A1	0-11	9	-	4,2	21	3	33,9	71
	2Bt	44-79	7	5,3	4,6	53	4	8,9	86
Agri	Ap	0-13	7	-	4,8	21	21	17,8	41
	Bt2	61-86	7	6,3	4,6	68	9	5,3	31

<sup>1</sup> PF - pasto formado; PN – pasto nativo; FS – floresta secundária; Agri – agricultura anual.

**Quadro 2- Características físicas e químicas<sup>1</sup> da camada de 0-10 cm nas áreas estudadas.**

**Table 2- Physical and chemical properties of the 0-10 cm layer in the studied areas.**

Cobertura Vegetal <sup>2</sup>	Posição na Encosta	Densidade do Solo	Porosidade Total	DMP	C org.	CBM	Valor S
		g/cm <sup>3</sup>	%	mm	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>
PF	Superior	1,36	45	4,01	19,0	294	2,6
	Médio	1,32	49	3,94	10,6	293	2,2
PN	Superior	1,23	50	4,12	17,5	449	1,9
	Médio	1,36	44	3,84	16,5	434	1,2
FS	Superior	0,92	64	4,81	23,5	233	1,0
	Médio	1,02	58	4,22	26,2	283	0,9
Agri	Superior	1,24	50	3,70	14,0	380	2,1
	Médio	1,31	46	2,81	11,2	246	1,3

<sup>1</sup> Médias de três repetições. DMP = Diâmetro médio ponderado dos agregados. <sup>2</sup> PF - pasto formado; PN – pasto nativo; FS – floresta secundária; Agri – agricultura anual.

## ORGANIZAÇÃO DO SOLO E DISTRIBUIÇÃO RADICULAR EM PASTAGENS DA AMAZÔNIA

M.F. GUIMARÃES<sup>1</sup>, J. TAVARES FILHO<sup>1</sup>, M.M.L. MÜLLER<sup>2</sup> e T. DESJARDINS<sup>3</sup>

1. Londrina State University, PO box 6001, 86051-990, Londrina-PR, Brazil (e-mail: [mfatima@uel.br](mailto:mfatima@uel.br)). 2. Ph. D. student, FCA/UNESP, PO box 237, 18.603-970, Botucatu-SP, Brazil. 3. IRD, 32 av. Varagnat, 93143, Bondy-France.

Abstract: *SOIL ORGANIZATION AND ROOT DISTRIBUTION IN PASTURES FROM THE AMAZON REGION*

The study focused on two soils: Red Yellow Podzolic (Ultisol) and Yellow Latosol (Oxisol). For each, three pastures with increasing degradation stages were studied. Soil structure organization and root distribution were evaluated. For both soils, no critical situation in relation to soil structure organization or physical properties that restricted root growth was observed. However, with increasing pasture degradation there was a decrease in the number of roots, which also have got concentrated close to surface. This indicated that neither structure nor physical properties were playing a major role on degradation, and their modifications may rather be effects of degradation evolution.

Key words: Cultural profile, roots, Oxisol, Ultisol.

A queda de produtividade agrícola nas áreas de floresta tropical, poucos anos após o desmatamento, pode ser atribuída às pequenas reservas de nutrientes no solo, à toxicidade de alumínio e à fixação do fósforo, além de reduções na infiltração de água e na porosidade e da modificação da estrutura do solo. Na Amazônia, os solos ocupados por pastagens apresentam degradação de suas propriedades físicas com aparecimento de estruturas mais compactas na superfície, advindas do pisoteio pelo gado e da exposição do solo as gotas de chuvas (Teixeira et al, 1996). O objetivo deste trabalho foi estudar a evolução da organização da estrutura do solo sob pastagem e a distribuição do sistema radicular das forrageiras em dois solos da Amazônia. A primeira área, com solo Podzólico Vermelho Amarelo distrófico (PVA), fica em Jacundá, região de Marabá-PA, numa propriedade com exploração familiar. Nela foram estudadas três pastagens de *Panicum maximum*: pastagem de 12 anos, instalada após dois anos de mandioca (JP1); pastagem de 17 anos, instalada após um ano de arroz (JP2); pousio herbáceo de dois anos, sucedendo a 6 anos de pastagens precedida por uma alternância de mandioca e pousio por 8 anos (JP3). A segunda área, com Latossolo Amarelo distrófico (LA), fica na região de Manaus-AM e abrange propriedades de tamanho médio. As situações estudadas foram três pastagens de *Brachiaria humidicola*: pastagem de 15 anos com baixa infestação de plantas voluntárias (MP1); pastagem de 4 anos fortemente infestada com plantas voluntárias (MP2); pastagem de 15 anos extremamente infestada com plantas voluntárias (MP3). Diferentemente da região de Marabá, as pastagens da região de Manaus foram instaladas imediatamente após o desmatamento. A degradação das pastagens aumenta gradativamente de JP1 para JP3 e de MP1 para MP3. O estudo da organização da estrutura do solo foi feito com o método do perfil cultural (Tavares Filho et al, 1999) e a distribuição radicular foi avaliada por meio da contagem de raízes no perfil do solo (gride com quadrículas de 5 x 5 cm). Observou-se que a estrutura superficial do PVA é caracterizada por uma mistura de terra fina e matéria orgânica sustentada e agregada por um emaranhado de raízes finas (TR), enquanto a estrutura superficial do LA é composta de agregados subangulares a angulares (turrículos de minhocas), dispostos um ao lado do outro formando uma importante rede de fissuras mas com porosidade interna dos torrões muito baixa ( $F\Delta \epsilon F\Delta/\Delta\mu$ ). No LA, o caráter F é resultante do amontoado de turrículos de minhocas, e o caráter **do retrabalhamento dos agregados por formigas** e termitas. A porosidade média nos perfis do LA é superior à do PVA (Tabela 1). O número total de

raízes no PVA é maior que no LA e, para os dois solos, cerca de 60% do número total de raízes se encontra até 15 cm de profundidade. As estruturas encontradas nos perfis tiveram enraizamento equivalente para as mesmas profundidades, apesar das diferenças de porosidade (tabela 2). Para os dois solos, não se observou em nenhum perfil uma situação com organização da estrutura ou com propriedades físicas capazes de restringir o enraizamento das forrageiras. Entretanto, houve diminuição do número de raízes e concentração do sistema radicular próximo à superfície do solo com aumento da degradação da pastagem. Isto indica que as propriedades físicas do solo, bem como a organização de sua estrutura nas áreas estudadas, não se apresentaram como principais causas da degradação das pastagens, assumindo, um papel secundário no processo de degradação ou, até mesmo, apresentando modificações apenas como efeito da evolução da degradação.

Tabela 1: Caracterização física das diferentes estruturas identificadas pelo perfil cultural em dois solos da região Amazônica (Podzólico Vermelho-Amarelo [PVA]; Latossolo Amarelo [LA]) estudados em áreas de pastagens com diferentes estádios de degradação (JP1- JP2- JP3 → *Panicum maximum*; MP1- MP2- MP3 → *Brachiaria humidicola*).

Table 1: Physical characterization of the different structures identified by the cultural profile on two soils of the Amazon Region (Podzólico Vermelho-Amarelo [PVA]; Latossolo Amarelo [LA]) studied in pasture areas with different stages of degradation (JP1- JP2- JP3 → *Panicum maximum*; MP1- MP2- MP3 → *Brachiaria humidicola*).

Solo	Perfil	Estruturas	Camada (cm)	D <sub>p</sub> (g cm <sup>-3</sup> )	D <sub>s</sub> (g cm <sup>-3</sup> )	VTP (%)
PVA	JP1	TR	0-5	2,6	1,22	53,31
		CΔμ	5-25	2,5	1,52	39,22
		CΔμ/μ	25-48	2,6	1,39	46,76
	JP2	TR	0-5	2,5	1,27	48,95
		CΔμ	5-25	2,6	1,61	38,14
		CΔμ/μ	25-44	2,6	1,55	40,56
	JP3	TR	0-3	2,5	1,40	43,91
		CΔμ	3-28	2,6	1,52	41,40
		CΔμ/μ	28-48	2,6	1,47	43,57
MP1		FΔ	0-4	2,4	1,15	52,79
		FΔμ	4-25	2,5	1,16	53,72
		CΔμ	25-45	2,5	1,13	55,18
		CΔμ/μ	>45	-----	-----	-----
LA	MP2	FΔ	0-5	-----	-----	-----
		FΔ/Δμ	5-25	2,5	1,12	54,98
		CΔμ	25-50	2,5	1,02	59,53
		CΔμ/μ	>50	2,6	1,03	59,92
MP3		FΔ	0-10	2,4	1,17	50,49
		FΔμ	10-30	2,4	1,27	48,03
		CΔμ	30-45	2,4	1,20	50,21
		CΔμ/μ	>45	-----	-----	-----

**Legenda:** D<sub>p</sub> = densidade de partículas; D<sub>s</sub> = densidade do solo; VTP = volume total de poros; TR = terra fina, matéria orgânica em decomposição e emaranhado de raízes finas; CΔμ = contínuo com porosidade predominante de empilhamento de agregados arredondados; CΔμ/μ = contínuo com porosidade predominante de empilhamento de agregados arredondados e algumas porções sem porosidade visível a olho nu; FΔ = porosidade entre os torrões predominantemente fissural e estado interno compactado; FΔ/Δμ = porosidade entre os torrões predominantemente fissural e estado interno compactado com presença de empilhamento de agregados arredondados.

Tabela 2: Distribuição radicular em dois solos da Região Amazônica (Podzólico Vermelho-Amarelo [PVA]; Latossolo Amarelo [LA]) estudados em áreas de pastagens com diferentes estádios de degradação (JP1- JP2- JP3 → *Panicum maximum*; MP1- MP2- MP3 → *Brachiaria humidicola*).

Table 2: Root distribution on two soils of the Amazon Region (Podzólico Vermelho-Amarelo [PVA]; Latossolo Amarelo [LA]) studied in pasture areas with different stages of degradation (JP1- JP2- JP3 → *Panicum maximum*; MP1- MP2- MP3 → *Brachiaria humidicola*).

Camada de solo (cm)	PVA						LA					
	JP1		JP2		JP3		MP1		MP2		MP3	
	Nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
<b>0-5</b>	300	27	300	32	300	33	229	27	161	26	115	35
<b>5-10</b>	258	23	232	24	187	21	137	16	109	18	81	25
<b>10-15</b>	185	17	137	14	131	14	132	16	117	19	43	13
<b>15-20</b>	125	11	90	10	92	10	96	12	96	16	33	10
<b>20-25</b>	83	8	68	7	65	7	79	9	60	9	23	7
<b>25-30</b>	55	5	50	5	45	5	72	9	28	5	14	4
<b>30-35</b>	61	5	35	4	41	5	60	7	26	4	16	5
<b>35-40</b>	46	4	37	4	44	5	34	4	15	3	5	1
<b>TOTAL</b>	<b>1113</b>	<b>100</b>	<b>949</b>	<b>100</b>	<b>905</b>	<b>100</b>	<b>839</b>	<b>100</b>	<b>612</b>	<b>100</b>	<b>330</b>	<b>100</b>

Legenda: nº = número de raízes contadas na camada; % = percentual do número de raízes em relação ao total contado no perfil.

#### Referências:

- TEIXEIRA, W.G.; PEREIRA, E.G.; VALVERDE, C. Influência do uso nas características físico-químicas de um Latossolo Amarelo, textura muito argilosa, Manaus, Am. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. Anais. Campinas, SBCS/SLACS, 1996. (CD-ROM)
- TAVARES FILHO, J., GUIMARÃES, M.F., MEDINA, C.C. et al. Método do perfil cultural: adaptação e utilização nos estudos de manejo em solos tropicais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA - SIAGRO, 1, 1996, São Carlos. Anais... São Carlos: FINEP, 1996.

## **Ruissellement et détachabilité d'un sol sous pâturages cultivés dans le Cerrado (Brésil). Premiers résultats sur micro-parcelles d'érosion.**

Brunet D. & Brossard M.

[brunet@cpac.embrapa.br](mailto:brunet@cpac.embrapa.br), projeto IRD/Embrapa Cerrados, CP 7091, 71619-970 Brasília-DF, Brazil.

### **Abstract - Runoff and particles detachment of a soil under cultivated pastures in Cerrado (Brazil). First results on erosion's micro-plots.**

Are the runoff and particles detachment important elements in the degradation process of pastures in the Cerrado region? An experimentation led on erosion micro-plots of 1 m<sup>2</sup> on clayey oxisol under cultivated pastures in State of Goias during the rainy season 1999-2000 enabled to assess these two factors under natural rainfall. The first results show that, at this scale, they are negligible in the degradation process. The runoff coefficient is inferior at 1 %, and the particles detachment is light. No notable difference of runoff appears between the treatments of cultivated pastures installed recently and the control of light productivity of 9 years old.

key-words: oxisol, soil infiltration, *Brachiaria brizantha*, *Stylosanthes guianensis*

Les pâturages cultivés de la région des Cerrados sont souvent considérés de faible productivité, voire dégradés. Parmi les facteurs de dégradation, le ruissellement et la détachabilité du sol sont-ils des éléments à prendre en compte dans ce processus ?

Une expérimentation a été conduite sur micro-parcelles d'érosion de 1 m<sup>2</sup> sur latossol argileux dans l'Etat du Goias au cours de la saison des pluies 1999-2000, afin d'évaluer ces deux facteurs sous pluies naturelles. Des travaux ont étudié le ruissellement et l'érosion sous cultures annuelles ou sous pâturages en grandes parcelles (plusieurs m<sup>2</sup>) dans la région des Cerrados (i.e. Dedecek et al., 1986, Leprun, 1994, Silva et al., 1997). Mais, à notre connaissance, aucun n'avait étudié ces facteurs en petites parcelles de 1 m<sup>2</sup>. L'avantage de celles-ci, outre leur facilité d'installation, réside dans la possibilité de multiplier aisément les sites. Par contre, ces parcelles ne permettent que d'évaluer le début des mécanismes de détachabilité du sol, sans que ces données soient extrapolables à des valeurs d'érosion.

### Contexte

Le site expérimental est situé dans une fazenda à 30 km au nord de Planaltina de Goias. La pluviométrie enregistrée de septembre 1999 à avril 2000 a été de 1084 mm, avec un maximum journalier de 61mm. Deux courtes périodes de sécheresse de 8 et 9 jours ont été observées respectivement fin décembre et au cours de la première quinzaine de janvier. Les parcelles ont été installées sur un latossol argileux rouge foncé à 50 % d'argile dans les horizons superficiels. La structure du sol témoin se présente avec une croûte de surface de un à plusieurs cm d'épaisseur suivie par des volumes compacts pouvant être développés jusqu'à 50 cm de profondeur. Les observations des profils de sols ont pu mettre en évidence leur caractère limitant de l'enracinement homogène de la graminée. La pente est faible, de l'ordre de 3,5 % en moyenne.

### Matériel et méthodes

Neuf parcelles de ruissellement de 1 m<sup>2</sup> ont été mises en place en fonction de la topographie (haut de pente, mi-pente et bas de pente), à raison de 3 parcelles par traitement sur les pâturages suivants : un *Brachiaria brizantha* rénové en janvier 99, une association de *Stylosanthes guianensis* semé en février 99 et de *Brachiaria brizantha* rénové, et un témoin représenté par un *Brachiaria brizantha* de faible productivité âgé de 9 ans. La rénovation a consisté en un passage de charrue à disques afin de favoriser l'homogénéisation de l'épandage d'engrais, la graminée n'a pas été ressemée et elle repousse à partir des souches existantes et de la réserve naturelle de graines dans le sol. Le taux de couverture des pâturages était fin janvier de 70 à 80 % sur ces parcelles et de 60 % sur le témoin.

Les eaux de ruissellement ont été collectées après chaque épisode pluvieux à partir de la mi-octobre, après 83 mm de pluie. Les sédiments détachés des parcelles ont été collectés plus tardivement, à partir de fin février, après le développement de la couverture végétale sur les parcelles rénovées. Parallèlement à ces mesures, des mesures de l'humidité du sol ont été effectuées régulièrement afin de suivre l'évolution du profil hydrique des parcelles.

### Résultats, discussion

La vue synoptique du ruissellement au cours de la saison des pluies (fig. 1) permet de constater que celui-ci est faible. Les 2 épisodes pluvieux de 64 et 119 mm enregistrés fin novembre et début décembre 99 ont entraîné les ruissellements les plus importants de la saison des pluies. Ces résultats sont dus essentiellement au fort ruissellement qui s'est produit, à cette époque, sur la parcelle en bas de pente du traitement mixte *Stylosanthes + Brachiaria*. La couverture végétale ne s'était pas encore complètement établie sur cette parcelle. Le ruissellement total de l'ensemble des parcelles est faiblement corrélé avec les périodes de pluies incidentes ( $r^2 : 0,50$ ), dont la durée variait de 1 à 3 jours (fig. 2). En-deçà de 60 mm, le ruissellement est négligeable.

La position topographique semble être le facteur le plus déterminant du ruissellement. Quel que soit le traitement, les parcelles du bas de pente ruissellent plus que les autres parcelles (fig. 3). Si l'on calcule le coefficient de ruissellement (C.R.) en fonction de la pluviométrie totale, il est de 1,5 %, alors que le C.R. moyen est de 0,75 % pour l'ensemble du site.

Ces sols sont moins compacts (densité apparente  $<1$ ) que ceux situés en haut de pente et à mi-pente, et ont un taux d'humidité volumique inférieur.

Les sédiments récoltés au cours des 2 derniers mois de la saison des pluies viennent principalement du témoin, mais demeurent faibles avec  $17 \text{ g/m}^2$  (fig. 4). Ce qui représente 5 fois la quantité récoltée sur le traitement *Stylosanthes + Brachiaria*. Durant cette même période, le C.R. du témoin (0,7 %) est 2,5 fois plus élevé que celui des 2 autres traitements.

Le faible ruissellement de ces sols implique une bonne capacité d'infiltration. A cet effet, un suivi de leur humidité volumique a été réalisé, notamment, au cours d'une période de 16 jours sans pluie suivie de 63 mm de pluies réparties sur 6 jours. L'exemple de la figure 5 montre qu'en l'espace de 6 jours, la recharge en eau s'est accrue de 50 % en volume à 60 cm de profondeur et de 30 % à 30 cm. Ce qui semble indiquer une macro-porosité importante dans les horizons de surface.

### Conclusion

Ces premiers résultats confirment ceux acquis précédemment en grandes parcelles. On observe un faible ruissellement des latossols argileux rouge foncé sous pâturages (C.R.  $<1$  %), avec de faibles quantités de sédiments récoltés. Au cours de cette première année d'étude, il n'a pas été observé une différence notable du ruissellement entre les pâturages récemment installés et le témoin âgé de 9 ans. Il apparaît ainsi qu'à l'échelle du mètre carré, le ruissellement et la détachabilité interviennent de manière négligeable dans le processus de dégradation de ces sols.

Leur caractère filtrant laisse supposer la présence d'une importante porosité. L'étude en cours de cet aspect physique permettra de préciser son rôle.

### Bibliographie

DEDECEK R.A., RESCK D.V.S., De FREITAS J.R.E. (1986). Perdas de solo, agua e nutrientes por erosao em Latosolo Vermelho-Escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, (10) : 265-272.



LEPRUN J.C. (1994). Effets de la mise en valeur sur la dégradation physique des sols. Bilan du ruissellement et de l'érosion de quelques grands écosystèmes brésiliens. *Etude et Gestion des Sols* (1) : 45-65.

SILVA M.L.N., FREITAS P.L., BLANCANEUX P., CURI N., LIMA J.M. (1997). Relação entre parametros da chuva e perdas do solo e determinação da erodibilidade de um Latosolo Vermelho-Escuro em Goiania (GO). *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas (21) : 131-137.

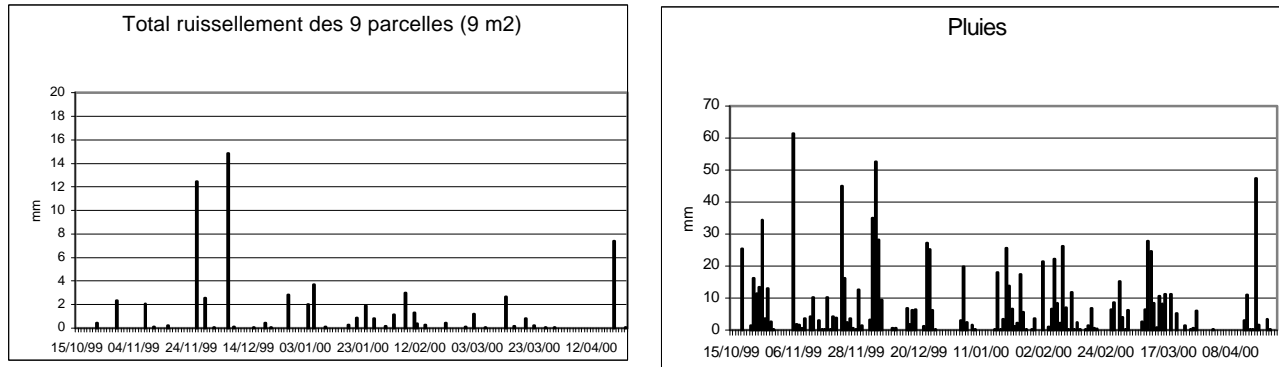


Figure 1 - Ruissellement total et pluies incidentes pendant la période considérée. Total runoff and rainfall during the considered period.

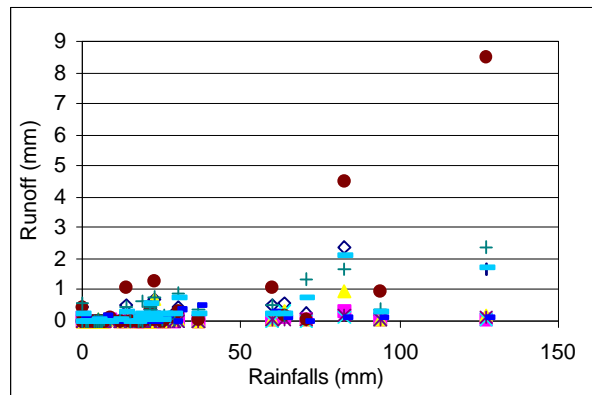


Figure 2 - Relation entre le ruissellement des 9 parcelles et les pluies incidentes. Relation between runoff and incident rain.

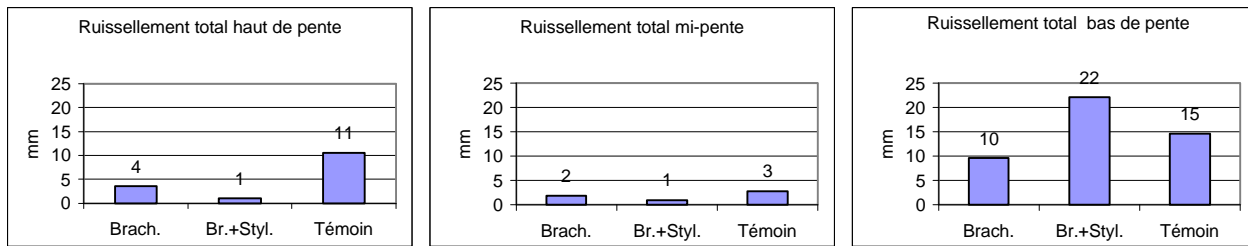


Figure 3 - Ruissellement des 9 parcelles. Runoff in the 9 micro-plots

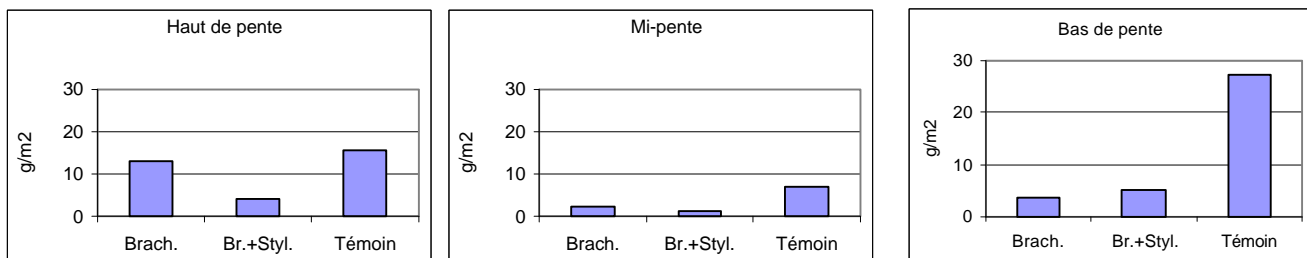


Figure 4 - Sédiments collectés. Collected sediments

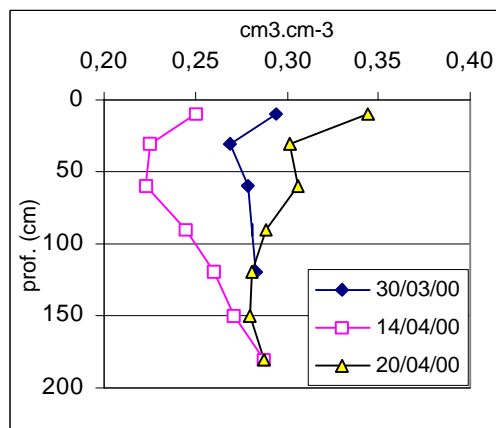


Figure 5 - Variations de l'humidité volumique du profil de sol de bas de pente du témoin. Soil volumic water content variations of bottom slope control.

# EFEITOS DA TAXA DE LOTAÇÃO OVINA SOBRE ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DO SOLO DE UMA PASTAGEM DE "COAST-CROSS"<sup>1</sup>

K.A. GASTALDI<sup>2</sup>, D.G. QUADROS<sup>2</sup> e A.G. SILVA SOBRINHO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Projeto conduzido com apoio financeiro da FAPESP

<sup>2</sup> Bolsistas da CAPES - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, FCAV-UNESP, Jaboticabal-SP, 14870-000. E-mail: kagastal@fcav.unesp.br

<sup>3</sup> Professor do Depto. de Zootecnia da FCAV-UNESP, Jaboticabal-SP, 14870-000

**PALAVRAS-CHAVE:** stocking rate, trampling, soil structure, compaction, pasture

## ABSTRACT

The objective of this work was evaluate the effect of three stocking rates (SR) (25, 40 and 55 sheep/ha) on physical and chemical properties of a dark red latossol cultivated with coast-cross pasture. The degree of soil compactness decreased in all treatments, being more accentuated in the superficial soil layers and in the lower SR. There were changes in the chemical properties of soil, probably for larger extraction of minerals in the SR of 40 e 55 sheep/ha.

## INTRODUÇÃO

Numa visão ecológica da pecuária atual, há necessidade de trabalharmos na recuperação de pastagens degradadas e aumentarmos a produção em ecossistemas já modificados pelo homem, diminuindo assim a necessidade do desmatamento de novas áreas. Na utilização de técnicas que visam o incremento da produtividade, destacam-se: adoção de novas cultivares, uso de fertilizantes e aumento da taxa de lotação. Na busca de aumento imediato de lucratividade, os produtores têm aumentado o número de animais por área, sem se preocuparem suficientemente com a oferta de forragem, o manejo da pastagem e as alterações que podem haver no solo em decorrência disso, principalmente no que tange a compactação devido ao pisoteio (WARREN *et al.*, 1986; PROFFITT *et al.*, 1993; PROFFITT *et al.*, 1995). O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes taxas de lotação ovina sobre algumas propriedades físicas e químicas do horizonte A de um Latossolo Vermelho-Escuro cultivado com pastagem de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coast-cross.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na FCAV-UNESP, Jaboticabal-SP, localizada a 21° 11' 22" de latitude Sul e 48° 18' 58" de longitude Oeste. Foram testadas durante 12 semanas, de janeiro a abril de 1995, três taxas de lotação: 25, 40 e 55 ovinos/ha, correspondendo a 1,5, 2,4 e 3,3 UA/ha, mantidos em pastejo contínuo sobre pastagem de capim "coast-cross". Para tanto, seis animais, machos e fêmeas com peso médio de 23,6 kg, permaneceram em piquetes de 2400, 1500 e 1100 m<sup>2</sup>. Os pastos sofreram um corte de uniformização a aproximadamente 5 cm do solo e após 30 dias deu-se início ao período experimental. A análise granulométrica do horizonte A do solo determinou a presença de 35% de areia grossa, 28% de areia fina, 7% de silte e 30% de argila, sendo classificado como franco argila arenoso. As amostras compostas para análises químicas foram retiradas antes e depois do período experimental, na camada de 0 a 20 cm de profundidade. Nas mesmas ocasiões, utilizando-se de um penetrômetro de impacto e das determinações da densidade global e da umidade do solo, procedeu-se um levantamento da compactação nas camadas de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 15 cm de profundidade. A distância percorrida pelos animais nos piquetes foi obtida através da colocação de um pedômetro na parte distal do membro posterior, o qual registrou o número de passos em 24 horas, que foi multiplicado pelo comprimento das passadas (0,55 m cada). A cada 14 dias avaliou-se a disponibilidade e a taxa de acúmulo de forragem. Durante o período experimental, no qual o índice pluviométrico foi de 806 mm, a mistura mineral e a água estiveram disponíveis *ad libitum*, em cada piquete. Na análise estatística dos dados referentes aos períodos pré e pós-experimentais, utilizou-se um DIC, com quatro repetições, para avaliar os tratamentos dentro de uma mesma faixa de profundidade e um DBC para avaliar os tratamentos na faixa de 0 a 15 cm, considerando-se cada intervalo de profundidade como um bloco.

Considerou-se como significativos os valores de probabilidade de F que, pelo teste Tukey, foram menores que 0,05.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1, visualiza-se os resultados das análises químicas dos primeiros 20 cm de profundidade do solo dos piquetes, antes e após o período experimental. O solo não estava nas condições naturais de fertilidade, pois anteriormente já havia sido corrigido e recebeu adubações na formação e manutenção da pastagem, o que justifica os altos teores de P, Ca, Mg e o bom índice de saturação de bases. A disponibilidade de forragem, a partir do 14º dia, foi superior no piquete com a menor taxa de lotação (25 ovinos/ha). Nesse tratamento houve um aumento nos teores de M.O. do solo, provocado pelas folhas que não foram aproveitadas e senesceram, o que pode ter influenciado a queda da taxa de acúmulo de forragem, a partir do 28º dia. O aumento nos teores de P no solo, com a presença dos animais nos piquetes, foi determinado pela reciclagem do elemento nas fezes, oriundo da mistura mineral. Houve um decréscimo nos teores de Ca, Mg e K nas lotações de 40 e 55 ovinos/ha, que, provavelmente, foram exportados através da produção de carne e lã. Na Figura 1, tem-se a representação gráfica dos resultados da densidade global do solo, do número de impactos por centímetro da haste do penetrômetro e da umidade do solo nas camadas avaliadas. Os resultados da densidade global e o número de impactos por centímetro de haste do penetrômetro, quando comparadas entre as camadas de solo estudadas e no mesmo período de coleta, não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ). Observando-se os resultados verifica-se que as pressões de pisoteio estudadas não provocaram efeitos deletérios ao solo, relativos à compactação, apesar dos animais terem percorrido distâncias iguais ( $P > 0,05$ ) nos três tratamentos (1,7, 1,63, 1,73 km.dia, relativo às lotações de 25, 40 e 55 ovinos/ha, respectivamente). Os resultados obtidos nesse experimento diferem das observações de PROFFITT *et al.* (1995), dentre as quais a condição física inicial e a taxa de lotação afetam a magnitude de dano estrutural do solo. Entretanto, considerando-se os valores médios de 0 a 15 cm de profundidade, pós-período experimental, houve diferença significativa na densidade global e número de impactos/cm de penetração, sendo superiores ( $P < 0,05$ ) nas lotações de 40 e 55 ovinos/ha, em relação a de 25 ovinos/ha.

No período chuvoso, as ocorrências de compactação e desagregação são favorecidas pela umidade do solo (WARREN *et al.*, 1996). A utilização do penetrômetro resultou em dados semelhantes aos da densidade global, sendo influenciado pelas variações na umidade do solo.

A oferta de forragem superior a demanda, a duração do período experimental, o tipo de forrageira trabalhada (hábito de crescimento prostrado) e a boa nutrição das plantas em água e nutrientes podem ter favorecido a rápida recuperação da pastagem, com o crescimento vigoroso das raízes e a presença de fauna no solo, os quais contribuíram para melhoria da estrutura e aeração do mesmo, evitando a compactação, até nas lotações mais altas que foram testadas.

Todavia, uma alta pressão de pisoteio pode provocar a redução do crescimento de raízes das plantas forrageiras, da taxa de infiltração de água no solo (PROFFITT *et al.*, 1993) e a desestruturação (PROFFITT *et al.*, 1995).

## CONCLUSÕES

Ocorreram alterações nas propriedades químicas do solo com a presença dos animais na pastagem, dentre as quais destacam-se: o aumento do fósforo, em todas as taxas de lotação testadas, devido à reciclagem do elemento da mistura mineral e, nas lotações de 40 e 55 ovinos/ha, a diminuição do cálcio e do potássio provavelmente exportados na forma de carne e lã.

Não houve compactação do solo para as taxas de lotação estudadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PROFFITT, A.P.B., BENDOTTI, S., HOWELL, M.R., EASTHAM, J. The effect of sheep trampling and grazing on soil physical properties and pasture growth for a red-brown earth. *Aust. J. Agric. Res.* v. 44. p. 317-31. 1993.

PROFFITT, A.P.B., JARVIS, R.J., BENDOTTI, S. The impact of sheep trampling and stocking rate on the physical properties of a red duplex soil with two initially different structures. *Aust. J. Agric. Res.* v. 46. p. 733-47. 1995.

WARREN, S.D., NEVILL, M.B., BLACKBURN, W.H., GARZA, N.E. Soil response to trampling under intensive rotation grazing. *Soil Sci. Soc. Am. J.* v. 50. p. 1336-41. 1986.

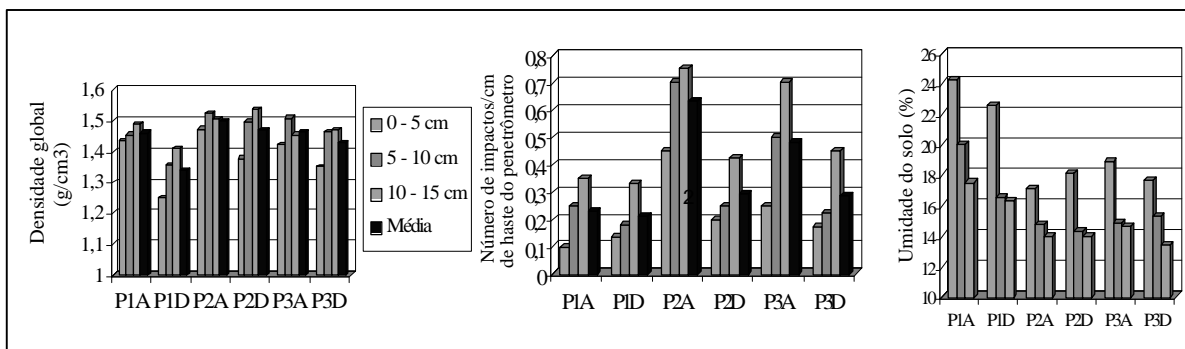
QUADRO 1 - Resultados da análise química do solo (0-20 cm) de uma pastagem de capim "coast-cross" sob diferentes taxas de lotação ovina. Os piquetes 1, 2 e 3 receberam 25, 40 e 55 ovinos, respectivamente. (As letras: P=piquete, A=antes da entrada dos animais nos piquetes e D=depois da saída dos animais dos piquetes).

BOARD 1 - Results of chemical analyse of soil (0-20 cm) of a coast-cross pasture under diferents sheep stocking rates. The paddocks 1, 2 and 3 recived 25, 40 and 55 sheep, respectively. (The letters: P=paddock, A=before the grazing and D=after the experimental period).

Tratamento	pH em CaCl <sub>2</sub>	M.O. (%)	P resina (mg/dm <sup>3</sup> )	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>						V (%)
				K	Ca	Mg	H+Al	S	T	
P1A	5,00	4,10	101	4,1	35	14	38	53,1	91,1	58
P1D	5,30	4,70	138	3,9	44	15	34	62,9	96,9	65
P2A	4,90	3,60	65	3,2	34	12	38	49,2	87,2	56
P2D	4,80	3,90	111	2,0	27	09	42	38,0	80,0	48
P3A	4,90	4,00	74	2,9	31	12	38	47,9	85,9	56
P3D	4,80	3,80	79	2,3	25	10	42	37,3	79,3	47

FIGURA 1 - Densidade global (g/cm<sup>3</sup>), número de impactos por centímetro da haste do penetrômetro e umidade do solo (%) de uma pastagem de capim "coast-cross" sob diferentes taxas de lotação ovina. Os piquetes 1, 2 e 3 receberam 25, 40 e 55 ovinos, respectivamente. (As letras: P=piquete, A=antes da entrada dos animais nos piquetes e D=depois da saída dos animais dos piquetes).

FIGURE 1 - Global density (g/cm<sup>3</sup>), number of impacts for centimeter of the penetrometer rod and soil moisture (%) of a coast-cross pasture under diferents sheep stocking rates. The paddocks 1, 2 and 3 recived 25, 40 and 55 sheep, respectively. (The letters: P=paddock, A=before the grazing and D=after the experimental period).



# ÉVOLUTION DE LA STRUCTURE D'UN SOL VOLCANIQUE INDURÉ RÉCUPÉRÉ APRÈS UN AN DE RAYGRASS

P PODWOJEWSKI, A GAVILANEZ, V NAVARRETE ET N GERMAIN

IRD, 32 Avenue Henri Varagnat, 93143 Bondy cedex., France-podwo@wanadoo.fr

Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central de Ecuador, casilla A 46-07, Quito, Ecuador

Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central de Ecuador, casilla A 46-07, Quito, Ecuador

IRD, BP 5045, 34032 Montpellier cedex, France- Nicolas.Germain@mpl.ird.fr

short abstract : STRUCTURE EVOLUTION OF RECLAIMED VOLCANIC ASH SOIL UNDER ONE YEAR RYEGRASS PASTURE EFFECT.

The rehabilitated hardened volcanic ashsoil of the ecuadorian Highlands has a geological structure that is sensitive to soil tillage. A trial was established with 2 kinds of soil preparation, and 5 cycles of cultivation were followed by a one year cultivation of a Ryegrass pasture cut every 5 weeks. The structure stability of the surface horizon did not vary within and after cultivation, and after one year of ryegrass pasture. The introduction of organic manure or the production of high amounts of grass roots did not improve the structure. In that case, soil tillage must be restricted.

key-words : aggregate stability, volcanic ashsoil, hardpan, Ecuador

Key-words : aggregate stability, volcanic ashsoil, hardpan, Ecuador

Les formations volcaniques indurées (cangahua) de la Sierra équatorienne, qui apparaissent par suite de l'érosion des horizons superficiels meubles, peuvent être mises en culture (Zebrowski et al., 1997). Ceci requiert une fragmentation manuelle ou mécanique, et des apports d'azote et de phosphore. La structure de ce matériau (entre sol et roche) est initialement particulièrement fragile, car ce sol ne contient ni argile minéralogique ni matière organique. La structure est d'origine géologique et comprend les fragments millimétriques de lapillis accréctionnés au moment du dépôt des cendres.

Lors d'une expérimentation croisant 2 modes de fragmentation du sol (grossier et fin) et 4 modalités de fumure et fertilisation (dont une correspondant à l'application de 80 t ha<sup>-1</sup> de poudrette de parc sur les terrasses 2 et 4), le matériau à l'issue de 5 cycles de culture reste composé de fragments de cangahua, sans la présence d'agrégats néoformés pédologiquement (Navarrete, 2000).

Cette étude se propose de mesurer l'influence d'une prairie fauchée de raygrass sur l'évolution de la structure et de la stabilité structurale de ce matériau en réhabilitation. En partant du principe que chaque nouvelle coupe le raygrass émet de nouvelles racines correspondant environ à 15% de la biomasse aérienne, on peut espérer qu'une gestion différenciée en terme de rendement fourrager accumulé conduira des différences de production d'agrégats pédologiques stables, qui pourra se matérialiser dans les mesures de structure et de stabilité structurale.

## MATERIEL et METHODES

L'essai est implanté avec un raygrass hybride (*Lolium multiflorum x perenne*) variété Tetralite, semé en ligne (interligne de 0,15m) et fauché toutes les 5 semaines. Il est disposé sur 8 terrasses, chacune de 100 m<sup>2</sup> environ, et correspondant au croisement d'un mode de fragmentation de la cangahua par une modalité de fumure et fertilisation. Les parcelles élémentaires, correspondant chacune à une fertilisation différenciée du raygrass, ont une surface de 4 m<sup>2</sup>. Les rendements de chaque coupe sont évalués par récolte d'un mètre linéaire.

Avant implantation du raygrass, un échantillon de sol a été prélevé à la houe sur chacune des terrasses. Après un tamisage doux en sec, la stabilité structurale des fragments >1mm et >0,25mm a été déterminé par tamisage sous eau de 50 g environ de sol (méthode de Kaouritchev, 1983).

Après 7 coupes de raygrass, 2 carottes de sol ont été prélevées par parcelle élémentaire sur les interlignes, à l'aide d'un plantoir à bulbe de 6 cm de diamètre et 10 cm de hauteur. Par terrasse seules 3 parcelles contiguës ont été échantillonnées de la sorte : ce choix a répondu au double objectif de disposer, au sein d'une terrasse, de la plus grande variation possible en terme de rendement accumulé, et de réduire les variations initiales d'état structural. Après séchage à l'air, chaque carotte a été tamisée durant 3 minutes sur une machine à tamiser, réglée à 60 oscillations par minute, et disposant de 3 tamis (mailles de 1, 2 et 4.75mm). 6 classes pondérales ont été distinguées : fragments sans racine

>4.75 mm, entre 4.75 et 2 mm, entre 1 et 2 mm, <1 mm, débris libres de racines et terre collée à des racines. La stabilité structurale en humide des fragments entre 1 et 2 mm et des fragments entre 2 et 4.75 mm a été déterminé sur une alicote de 20 g par agitation standardisée dans l'eau et tamisage sous eau (Kemper et Rosenau, 1986). En fonction de la quantité disponible de fragments entre 1 et 2 mm, des répétitions de cette détermination ont été possibles.

## RESULTATS et DISCUSSION

Avant implantation du raygrass, les stabilités structurales des fragments >1 mm et >0.25 mm sont très fortement corrélées. Les variations de stabilité de la structure ne sont liées ni à la teneur en matière organique, ni à la préparation initiale du sol en fragments fins ou grossiers, mais à un état structural initial dépendant soit de la nature de la cangahua, soit du travail mécanique du sol (tassement) au moment de la fragmentation par passage de bull-dozer (Navarrete, 2000). Les terrasses 2 et 4, ayant reçu 80 t.ha<sup>-1</sup> de poudrette de parc, ont une stabilité structurale relativement basse (graphique 1). Leur teneur en matière organique lors de la mesure n'atteignait pas 1,7 g.100g<sup>-1</sup>.

Durant la culture du raygrass, un mat racinaire en surface et le couvert végétal ont assuré une protection efficace durant des événements pluviométriques érosifs ou lors d'irrigation par aspersion (localement on peut atteindre une intensité de 30 mm\*heure<sup>-1</sup>). Par contre une irrigation par gravité provoque des griffes d'érosion.

Les résultats du tamisage en sec (tableau 1) ne montrent aucune relation avec le type de fragmentation ou le niveau de productivité fourragère atteint.

L'écart de stabilité structurale en humide des fragments de 1 à 2 mm, et issus de la même carotte, est de 0.013, avec un écart type de 0.032 (36 observations). L'écart de stabilité structurale en humide des fragments de 1 à 2mm ,et issus des 2 carottes prélevées sur une même parcelle élémentaire, est de 0.025, avec un écart type de 0.13 (30 observations).

Les stabilités structurales des fragments entre 1 et 2 mm et entre 2 et 4.75 mm sont très significativement corrélées (tableau 1). Par contre elles semblent indépendantes du type de fragmentation ou du niveau de productivité fourragère atteint.

La stabilité structurale moyenne par terrasse des fragments entre 1 et 2 mm après raygrass est très fortement liée à la stabilité structurale des fragments >1 mm en début d'expérimentation (graphique 1). De plus on ne constate aucun changement significatif entre les valeurs de ces 2 variables.

## CONCLUSION

La stabilité de la structure géologique peut se mesurer de la même manière qu'une structure pédologique. Dans le cadre de la réhabilitation de cendres volcaniques indurées, la situation initiale est primordiale. Ni le travail du sol, ni l'introduction de matière organique sous forme de fumier ou d'engrais vert ne peuvent améliorer cette stabilité compte tenu des faibles teneurs en matière organique stable restant dans le sol.

A l'échelle d'une année, une prairie fauchée de raygrass n'a aucun effet améliorant sur la structure. La stabilité de la structure demeure identique.

Pour limiter une rupture des fragments et les risques d'érosion, le travail du sol devra être réduit au minimum.

## REFERENCES

- KAOURITCHEV I. 1983. Manuel pratique de pédologie. Edition française traduite du russe. Edition MIR, Moscou, 279 p.
- KEMPER W and ROSENAU R. 1986. Aggregate stability and size distribution. In *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. Second edition*. Klute (Ed.). ASA SSSA, Madison Wisconsin USA : 425-442.
- NAVARRETE V. 2000. Influencia del cultivo de maiz sobre el contenido de materia organica y propiedades fisico quimicas del suelo, en el cuarto ciclo de rehabilitación de cangahua Tumbaco Pichincha. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, 88p.
- ZEBROWSKI C, QUANTIN P and TRUJILLO G (Eds.). 1997. Suelos volcanicos endurecidos. III Simposio Internacional (Quito, diciembre de 1996). ORSTOM, Quito, 514p.

Tableau 1 : structure en sec et stabilité structurale de quelques parcelles élémentaires après 7 coupes de raygrass

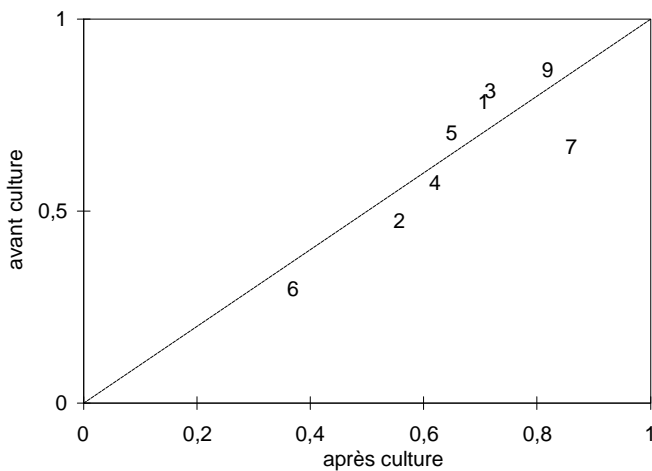
Table 1 : Structure and aggregate stability of some treatments after 7 cuttings of ryegrass.

frag	ter	Rdt t*ha <sup>-1</sup>	Tamisage en sec						stabilité structurale	
			fragments				rac	Trac	fragments	
			>4,75	4,75-2	2-10	<1			1-2	2-4.7
g*g <sup>-1</sup>				g*g <sup>-1</sup>		g*g <sup>-1</sup>				
G 1		2,2	0,056	0,163	0,165	0,601	0,0012	0,014	0,72	0,78
G 5		5,9	0,107	0,179	0,158	0,513	0,0047	0,039	0,70	0,69
G 2		6,1	0,193	0,168	0,147	0,426	0,0040	0,061	0,51	0,52
G 7		6,7	0,050	0,146	0,149	0,611	0,0060	0,038	0,89	?
G 7		13,9	0,081	0,176	0,154	0,544	0,0038	0,041	0,81	?
G 5		17,5	0,128	0,171	0,149	0,519	0,0022	0,030	0,60	0,61
G 1		17,9	0,074	0,156	0,153	0,559	0,0033	0,055	0,63	0,61
G 2		21,8	0,058	0,116	0,132	0,624	0,0031	0,068	0,59	0,48
F 3		3,7	0,080	0,140	0,139	0,601	0,0016	0,039	0,67	0,64
F 6		4,6	0,173	0,167	0,143	0,422	0,0060	0,090	0,30	0,32
F 9		8,0	0,057	0,147	0,145	0,609	0,0083	0,034	0,73	0,69
F 4		9,0	0,115	0,128	0,116	0,567	0,0097	0,064	0,66	0,81
F 3		16,6	0,058	0,176	0,170	0,488	0,0069	0,101	0,68	0,72
F 9		20,1	0,040	0,158	0,155	0,604	0,0061	0,037	0,91	0,93
F 6		22,4	0,075	0,148	0,152	0,539	0,0036	0,083	0,46	0,53
F 4		26,1	0,043	0,116	0,132	0,648	0,0020	0,059	0,56	0,55

frag : fragmentation (G grossier,F fin) ; ter : terrasse ; Rdt rendement accumulé ; taille des fragments en mm ; rac : débris de racine ; Trac : terre collée à des racines.

Graphique 1 : Stabilité structurale en humide des fragments entre 1 et 2mm après culture de raygrass (moyenne des 6 mesures par terrasse) et stabilité structurale en humide des fragments >1mm avant culture (Les nombres correspondent aux différentes terrasses).

Figure 1 : Aggregate stability after and before ryegrass pasture (numbers correspond to terraces).





# RELAÇÕES SOLO-PASTAGEM EM URUARÁ, TRANSAMAZÔNICA, PARÁ

Martins, P. F. da S.<sup>1</sup> Leopoldino, A. L. M.<sup>2</sup>e Veiga, J. B.<sup>3</sup>

**Key words:** Soil pasture, soil fertility, pasture sustainability, soil-pasture relationships

**ABSTRACT:** SOIL-PASTURE RELATIONSHIPS IN URUARÁ, TRANSAMAZÔNICA, PARÁ. This paper presents the soil-pasture relationships in the county of Uruará, Pará state, located at the Transamazônica highway. It uses the data obtained in *Brachiaria brizantha* cv Marandu pastures. A correlation linear analysis among several factors of Ultisol and matter dry production of Marandu (*Brachiaria brizantha*) was done, showing  $r^2$  values and respective p values. It seems that there is an interaction among the soil porosity and pasture productivity probably due to the root plant respiration. The relationship among pasture productivity and chemical parameters is not evident but there is some connection with the exchangeable aluminum.

## INTRODUÇÃO

A produção sustentada é a meta principal dos agropecuaristas na Amazônia, mas para que isto possa ser concretizado é necessário a busca de informações que preencham as lacunas existentes sobre o conhecimento das relações entre a pastagem, o solo e o meio ambiente.

Entre as várias informações que necessitam ser obtidas destacam-se aquelas ligadas ao efeito da fertilidade dos solos sobre a produtividade das pastagens. Nas áreas de pastagens pouco se conhece sobre as alterações da fertilidade e seu efeitos sobre a produtividade da forrageira. Essas informações são muito importantes para que se possa entender as relações que se processam entre a fertilidade do solo e a produtividade do rebanho.

O presente artigo apresenta as principais relações encontradas entre características do solo e a produtividade de *Brachiaria brizantha* cv Marandu.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Uruará, a partir dos dados coletados em Argissolos e respectivas produtividades de *Brachiaria brizantha* cv Marandu, obtidos em piquetes de pastagem, em dois estabelecimentos situados nos quilômetros 175 S e 185 S da rodovia Transamazônica conforme descrição contida em Leopoldino et al (em apresentação neste evento).

A pastagem do km 185 foi instalada em 1993 após uma roça de milho e a do km 175 S foi instalada em 1997, depois da roça de milho e arroz.

Os dados foram, no todo ou em parte, obtidos de diversas fontes, sendo os referentes às características químicas os mesmos utilizados por Farias et al (em apresentação neste evento), cujas amostras, juntamente com as referentes à porosidade (ainda não publicados) foram coletadas em dezembro de 1999; os de condutibilidade hidráulica por Leopoldino et al (em apresentação neste evento) em julho de 2000; e os de produtividade da gramínea por Bittencourt (em apresentação neste evento) em dois períodos distintos do ano de 1999: período de estiagem e período de chuvas.

Foi elaborada uma matriz de correlação linear entre os diversos dados do solo e a produtividade da gramínea utilizando as médias entre as profundidades de 0-7, 7-14 e 14-21 cm.

---

<sup>1</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. [pmartins@nautilus.com.br](mailto:pmartins@nautilus.com.br)

<sup>2</sup> Estudante de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição Mineral de Plantas, da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. [solospos@fcap.br](mailto:solospos@fcap.br)

<sup>3</sup> Pesquisador da EMBRAPA-Amazônia Oriental. [jonas@cpatu.embrapa.br](mailto:jonas@cpatu.embrapa.br)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 1 apresenta os dados de correlação linear, obtidos das amostras coletadas nos dois estabelecimentos citados. A banda inferior do quadro, em itálico, contém os valores de  $r^2$ , enquanto a banda superior, os respectivos valores de  $p$ . As correlações envolveram 13 fatores do solo e 2 da planta, no caso a produção de matéria seca de Marandu no período de estiagem e no período das chuvas, totalizando 105 correlações das quais 47 são significantes. Das correlações referentes ao solo, 45 envolveram os fatores químicos entre si (sendo 25 significantes) e 33 aos fatores físicos, entre si ou com os químicos. Quatro relacionaram o fator  $K_o$  com fatores químicos (negativa com P e V; positiva com  $H^{+1}$  e m), uma este mesmo fator com outro fator físico, no caso os macroporos (poros  $> 50\mu$ , positiva), 8 o fator microporos (poros  $> 50\mu$ ) com fatores químicos (positiva com C,  $H^{+1}$ ,  $Al^{+3}$ , T total e m; negativa com pH, P e V) e com a produção de matéria seca no período chuvoso (positiva).

A maior parte das correlações entre os fatores químicos estudados são bastante comuns, mas 6 delas devem ser destacadas. Com o pH: C (negativa) e o P (positiva); com o C:  $H^{+1}$  (negativa) e o  $Al^{+3}$  (negativa); com o P (além da já citada com o pH):  $Al^{+3}$  (negativa); e m (saturação de alumínio trocável, também negativa). É importante notar que o fator S (saturação em bases) não se correlacionou com nenhum dos fatores estudados.

Das 27 correlações possíveis entre os fatores do solo e da planta, apenas 9 foram significantes e todas com a produtividade no período chuvoso. Destas, duas ocorreram com fator físico, no caso com os macroporos (positiva) e os microporos (também positiva). Os fatores químicos correlacionados com a produção de matéria seca no período chuvoso foram: pH (negativa), C (positiva),  $H^{+1}$  (positiva), o  $Al^{+3}$  (positiva), m (saturação de alumínio trocável, também positiva), T total (positiva) e V (valor de saturação em bases, negativa), o que parece um tanto contraditório já que tratam-se de solos ácidos e distróficos. Também parece intrigante o fato de ter havido correlação negativa entre pH e C, C e  $Al^{+3}$ . Com a produtividade no período de estiagem não houve correlação.

Parece existir uma interação entre a distribuição de poros com o período das chuvas afetando a produtividade. Com efeito, embora os valores de macroporos, em ambos os estabelecimentos, sejam baixos (dados não publicados), há diferença significativa em favor do estabelecimento do km 175, no qual os macroporos e os microporos são mais elevados, e obteve maior produtividade no período das chuvas que no período de estiagem (Quadro 2). Isto denota que os microporos, responsáveis pela retenção de água, e os macroporos, utilizados na movimentação de água e respiração das raízes, podem ter um papel importante no desenvolvimento das gramíneas.

A movimentação de água (medida pelo fator  $K_o$ ), por sua vez, se relaciona positivamente com fatores do solo que normalmente influenciam negativamente a produtividade, tais como  $H^{+1}$  e m, e negativamente outros que comumente agem positivamente, como é o caso do P e de V. O fato é que, mesmo assim, este fator se relaciona positivamente com os macroporos que, por sua vez, também se relaciona positivamente com a produção de matéria seca no período das chuvas.

Farias et al (em apresentação neste evento), verificou que o estabelecimento do km 175 se diferenciou do estabelecimento do km 185 devido, principalmente, ao fato de possuir um mais elevado teor de  $Al^{+3}$ , o qual, por sua vez, influencia positivamente a T efetiva (Quadro 1), fato que, embora intrigante, parece se relacionar com uma melhor capacidade produtiva no inverno, conforme dados obtidos por Bittencourt et al (em apresentação neste evento)

## CONCLUSÕES

Parece haver uma interação entre a distribuição do tamanho dos poros com o período das chuvas afetando a produtividade das pastagens estudadas, provavelmente por facilitar a retenção de água e a respiração das raízes das plantas.

A relação da produtividade com os parâmetros químicos do solo foi contraditória, merecendo uma avaliação mais acurada, todavia está claro que essa relação pode estar relacionada à quantidade de alumínio trocável.

BITTENCOURT, P. C. S.; VEIGA, J. B. DA; BENDAHAN, A. B.; MARTINS, P.F. DA S. Características do solo e produção forrageira em sistemas de produção leiteira em Uruará, Pará. (em apresentação neste evento).

LEOPOLDINO, A. L. M.; AUGUSTO, S. G.; MARTINS, P. F. DA S.; BRITO, L. A.; VEIGA, J. B. Condutibilidade hidráulica do solo saturado sob mata e pastagem em Uruará, Transamazônica, Pará. (em apresentação neste evento).

FARIAS, S. K. P.; LEOPOLDINO, A. L. M.; MARTINS, P. F. DA S.; QUANZ, B.; VEIGA, J. B. Características químicas de solos sob mata e pastagem em Uruará, Transamazônica, Pará. (em apresentação neste evento).

Quadro 1 – Matriz de correlação linear entre diversos fatores de Argissolos e produção de matéria seca, indicando os valores de  $r^2$  (banda inferior, em itálico) e os respectivos valores de p (banda superior com os significantes em negrito)

Linear correlation matrix among several factors of Ultisol soil and matter dry production of Marandu (*Brachiaria brizantha*) showings  $r^2$  values (lower band, in italic) and respective p values (upper band with significant values in bold type)

	pH	C (%)	P (mg/Kg)	H <sup>+</sup> (cmol/dm <sup>3</sup> )	Al <sup>3+</sup> (cmol/dm <sup>3</sup> )	S (cmol/dm <sup>3</sup> )	Tefetiv (cmol/dm <sup>3</sup> )	T total (cmol/dm <sup>3</sup> )	V (%)	m(1) (%)	Ko (cm/h)	>50μ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	<50μ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	Ms E* (kg/ha)	Ms C** (kg/ha)
pH	1	<b>0,004</b>	<b>0,030</b>	<b>4E -04</b>	<b>1E-04</b>	0,954	<b>0,037</b>	<b>0,006</b>	<b>0,010</b>	<b>0,005</b>	0,056	0,136	<b>6E-04</b>	0,403	<b>0,012</b>
C	<i>-0,945</i>	1	0,100	<b>0,003</b>	<b>0,004</b>	0,649	<b>0,008</b>	<b>0,001</b>	0,081	0,059	0,186	0,223	<b>0,024</b>	0,286	<b>0,048</b>
P	<i>0,855</i>	<i>-0,729</i>	1	0,051	<b>0,015</b>	0,890	0,093	0,057	0,051	<b>0,010</b>	<b>0,048</b>	0,137	<b>0,009</b>	0,466	0,074
H <sup>+</sup>	<i>-0,983</i>	<i>0,954</i>	<i>-0,809</i>	1	<b>7E-04</b>	0,936	<b>0,027</b>	<b>0,003</b>	<b>0,024</b>	<b>0,013</b>	<b>0,044</b>	0,121	<b>0,003</b>	0,435	<b>0,018</b>
Al <sup>3+</sup>	<i>-0,990</i>	<i>0,945</i>	<i>-0,900</i>	<i>0,978</i>	1	0,932	<b>0,020</b>	<b>0,003</b>	<b>0,021</b>	<b>0,006</b>	0,052	0,118	<b>6E-04</b>	0,360	<b>0,017</b>
S	<i>0,031</i>	<i>0,238</i>	<i>0,073</i>	<i>0,043</i>	<i>0,046</i>	1	0,300	0,545	0,397	0,571	0,620	0,723	0,787	0,142	0,994
Tefetiv	<i>-0,838</i>	<i>0,925</i>	<i>-0,740</i>	<i>0,862</i>	<i>0,882</i>	<i>0,511</i>	1	<b>0,001</b>	0,254	0,148	0,235	0,126	0,070	0,112	0,077
T total	<i>-0,935</i>	<i>0,972</i>	<i>-0,798</i>	<i>0,956</i>	<i>0,958</i>	<i>0,314</i>	<i>0,972</i>	1	0,107	0,056	0,115	0,105	<b>0,019</b>	0,214	<b>0,032</b>
V	<i>0,916</i>	<i>-0,758</i>	<i>0,809</i>	<i>-0,871</i>	<i>-0,879</i>	<i>0,428</i>	<i>-0,554</i>	<i>-0,720</i>	1	<b>1E-03</b>	<b>0,042</b>	0,269	<b>0,005</b>	0,836	<b>0,045</b>
m (*)	<i>-0,945</i>	<i>0,795</i>	<i>-0,918</i>	<i>0,904</i>	<i>0,937</i>	<i>-0,294</i>	<i>0,667</i>	<i>0,800</i>	<i>-0,974</i>	1	<b>0,021</b>	0,171	<b>3E-04</b>	0,670	<b>0,031</b>
Ko	<i>-0,799</i>	<i>0,623</i>	<i>-0,814</i>	<i>0,824</i>	<i>0,807</i>	<i>-0,259</i>	<i>0,572</i>	<i>0,709</i>	<i>-0,828</i>	<i>0,878</i>	1	0,069	<b>0,022</b>	0,820	0,059
>50μ	<i>-0,682</i>	<i>0,584</i>	<i>-0,680</i>	<i>0,700</i>	<i>0,705</i>	<i>0,187</i>	<i>0,695</i>	<i>0,722</i>	<i>-0,539</i>	<i>0,640</i>	<i>0,778</i>	1	0,121	0,161	<b>0,021</b>
<50μ	<i>-0,979</i>	<i>0,871</i>	<i>-0,923</i>	<i>0,955</i>	<i>0,98</i>	<i>-0,143</i>	<i>0,776</i>	<i>0,886</i>	<i>-0,944</i>	<i>0,987</i>	<i>0,876</i>	<i>0,701</i>	1	0,515	<b>0,017</b>
Ms E*	<i>-0,423</i>	<i>0,524</i>	<i>-0,373</i>	<i>0,398</i>	<i>0,459</i>	<i>0,674</i>	<i>0,713</i>	<i>0,593</i>	<i>-0,110</i>	<i>0,224</i>	<i>0,121</i>	<i>0,651</i>	<i>0,336</i>	1	0,213
MsC**	<i>-0,910</i>	<i>0,815</i>	<i>-0,770</i>	<i>0,889</i>	<i>0,891</i>	<i>-0,004</i>	<i>0,764</i>	<i>0,849</i>	<i>-0,821</i>	<i>0,852</i>	<i>0,795</i>	<i>0,879</i>	<i>0,892</i>	<i>0,595</i>	1

(1) Saturação de alumínio trocável; \* Produção de matéria seca no período de estiagem; \*\* Produção de matéria seca no período das chuvas.

Quadro 2 – Valores médios<sup>1</sup> de produtividade de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em dois estabelecimentos agrícolas de Uruará-PA, no período de estiagem e no período das chuvas. 1999.

Productivity averages of *Brachiaria brizantha* cv. in two farms of Uruará-PA Transamazônica region at dry and wet season. 1999.

Estabelecimento	Estiagem	Chuvas
	----- Kg de MS/ha ----	
Km 235 S	3584 <b>bc</b>	2677 <b>c</b>
Km 175 S	4371 <b>ab</b>	5053 <b>a</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de t a p < 0,05

# O COMPONENTE SOLO NA SUSTENTABILIDADE DAS PASTAGENS EM URUARÁ, TRANSAMAZÔNICA, PARÁ<sup>1</sup>

Martins, P. F. da S.<sup>2</sup>, Farias, S. K. P.<sup>3</sup> e Veiga, J. B.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo CNPq no âmbito do projeto Comportamento edáfico de forrageiras na sustentabilidade das pastagens em Uruará, Transamazônica, Pará.

<sup>1</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. [pmartins@nautilus.com.br](mailto:pmartins@nautilus.com.br)

<sup>1</sup> Estudantes de graduação da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará

<sup>1</sup> Pesquisador da EMBRAPA-Amazônia Oriental. [Jonas@cpatu.embrapa.br](mailto:Jonas@cpatu.embrapa.br)

**Key words:** Soil pasture, soil fertility, pasture sustainability

**ABSTRACT:** Soil attributes and pasture sustainability in the county of Uruará, Pará state (Brazil).

This paper shows two subjects of the research hypothesis carried out in the county of Uruará, Pará state, located at the Transamazônica highway. The first subject is the effect of soil factors on the pasture sustainability. These factors are soil slope, soil water, soil nutrients and previous land use. The second subject is the effect of the high grazing pressure on the soil and the pasture availability.

## Introdução

A expansão da pecuária e o conseqüente aumento do rebanho bovino na Amazônia tem levado à substituição gradativa das grandes extensões de floresta por pastagens. Muito embora se saiba que esta é uma das formas de uso do solo mais criticadas e que se deve encontrar uma forma de conter a forte tendência das zonas de fronteira à pecuarização, por outro lado, é necessário se buscar o aumento da produtividade e a melhoria do manejo das pastagens já implantadas bem como se conhecer mais as implicações dessas mudanças na preservação do ambiente.

O presente trabalho aborda, de forma esquemática (modelo) dois assuntos envolvendo hipóteses de pesquisa relacionadas à sustentabilidade das pastagens e à adequação do solo, que estão sendo pesquisados em Uruará (Pará): os fatores do solo ligados à sustentabilidade; e os efeitos decorrentes de uma elevada pressão de pastejo sobre o solo e a disponibilidade de forragem. As relações entre o solo e as gramíneas, bem como as modificações que as pastagens provocam no solo, que também estão sendo estudadas, são temas de outros trabalhos.

## Fatores do solo e sustentabilidade da pastagem

Os principais fatores do solo que teoricamente condicionam a sustentabilidade das pastagens são: a) declividade do terreno, b) água, c) nutrientes, e d) uso anterior da área. Deixa-se de incluir o manejo de uma forma mais ampla, como fator, pelo fato de se ter escolhido enfocar, principalmente neste trabalho, o componente solo.

A declividade do terreno, cujo limite adequado é 20%, é um fator que afeta diretamente a perda de solo e nutrientes; por outro lado, quando o terreno é plano, no período das chuvas, pode ocorrer o excesso de água no solo. Tanto as perdas de solo e nutrientes quanto a retenção de água são condicionadas pela textura, pelo teor de matéria orgânica e pela estrutura.

Por outro lado, o fator água, que além do suprimento adequado controla, também, o aeração do solo com efeitos sobre a respiração das raízes, decorre do equilíbrio entre poros de retenção de água e poros de circulação de água e oxigênio (Rowell, 1994).

O fator nutrientes, além de ser influenciado pela declividade, depende do tipo de solo e do manejo, incluindo a adubação. Este fator implica em restrições decorrente do elevado investimento na

---

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo CNPq no âmbito do projeto Comportamento edáfico de forrageiras na sustentabilidade das pastagens em Uruará, Transamazônica, Pará.

<sup>2</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. [pmartins@nautilus.com.br](mailto:pmartins@nautilus.com.br)

<sup>3</sup> Estudantes de graduação da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará

<sup>4</sup> Pesquisador da EMBRAPA-Amazônia Oriental. [Jonas@cpatu.embrapa.br](mailto:Jonas@cpatu.embrapa.br)

aplicação de fertilizantes além de depender de análise do solo e de pesquisas sobre o material de origem do solo que permitam o zoneamento dos solos já que a unidade de maior ocorrência em Uruará, o Argissolo (Embrapa, 1999) , apesar de ácido e distrófico, possui uma gama de variação quanto às características físicas e químicas, o que decorre em grande parte do material de origem, o qual é bastante diversificado na transamazônica. Além da textura, do teor de matéria orgânica e da estrutura, este fator nutrientes depende do pH do teor de fósforo, da saturação de alumínio trocável e da capacidade de troca de cátions.

O uso anterior da área recai, geralmente, no pousio que quanto mais prolongado, propiciando elevada quantidade de fitomassa, acarreta maior neutralização da acidez e enriquecimento pelas cinzas da queimada. A restrição neste caso deve-se ao aumento do custo devido a necessidade do reestabelecimento da pastagem após o pousio.

### **Consequências da elevada pressão de pastejo**

A problemática em torno dos efeitos da elevada pressão do pastejo está representada no diagrama de fluxo da Figura 1, no qual os retângulos (numerados) contêm a indicação dos eventos, os quais estão encadeados de acordo com a natureza negativa ou positiva dos seus efeitos. A figura apresenta que uma elevada pressão do pastejo (4), devido à retirada seletiva das gramíneas, ocasiona um aumento da incidência de ervas invasoras (3), geralmente mais adaptadas ao ambiente adverso de baixa disponibilidade de nutrientes que as forrageiras (Lorenzi, 1982).

O aumento de incidência de ervas invasoras, por sua vez, acarreta maior competição por luz e nutrientes baixando o desenvolvimento e a disponibilidade da forrageira e aumentando o banco de sementes de invasoras (1), o que retro-alimenta o processo de aumento de incidência de invasoras.

Por outro lado, a manutenção de uma boa disponibilidade de forragem (1a), é diretamente dependente do desenvolvimento da forrageira (3a) que por sua vez pode ser afetada positiva, ou negativamente, pela absorção de nutrientes e água (2). Uma grande deposição de resíduos no solo, tanto de raízes da forrageira ou de invasoras, quanto de excrementos dos animais (5), melhora as condições físicas do solo, aumenta sua porosidade e retenção de água, além desse material constituir fonte de nutrientes para as plantas. Essas condições melhoram o desenvolvimento da forrageira.

Se uma elevada pressão de pastejo (4) aumenta a deposição de excrementos (5), o que pode trazer benefícios consideráveis, a aplicação de uma alta pressão, pode causar a diminuição da adição de fitomassa aérea (6) – mesmo que sob certas condições possa ser compensada pela deposição de fitomassa das invasoras - e a compactação do solo (7) devido à pressão das patas dos animais, piorando suas condições físicas caso acarrete a diminuição do volume dos poros, especialmente dos macroporos responsáveis pela circulação da água e aeração do solo (Rowell, 1994). Em consequência, a absorção de nutrientes (2) passa a ser prejudicada, levando a um menor desenvolvimento da forrageira (3a) e da disponibilidade de forragem (1a).

### **Conclusão**

Com as pesquisas em curso no município de Uruará , espera-se poder testar as hipóteses aqui apresentadas e oferecer uma contribuição para a solução do importante tema da sustentabilidade das pastagens na região.

### **Bibliografia**

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa. Produção de Informação; Rio de de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- LORENZI, H. *Plantas daninhas do Brasil - terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais*. Nova Odessa, H. Lorenzi. 1982. 440p.
- ROWELL, D. L. *Soil science : methods and applications*. Essex : Longman, 1994. 370 p.



## **AValiação DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO SUBMETIDOS AO CULTIVO DE PASTAGENS NAS ÁREAS DO CAMPUS II DA U.C.G.**

R. TOLEDO DE MAGALHÃES<sup>1</sup>, O. COSTA COELHO<sup>2</sup>, J. SOUZA BENKO<sup>2</sup> e K. APARECIDA DE PINHO COSTA<sup>2</sup>, I. PEREIRA DE OLIVEIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> M Sc, Professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Católica de Goiás, Cx. Postal 86, Cep. 74605-010, Goiânia-GO.

<sup>2</sup> Acadêmicos do curso de Zootecnia da Universidade Católica de Goiás.

E-MAIL: [olguim@bol.com.br](mailto:olguim@bol.com.br)

<sup>3</sup> Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão

**RESUMO:** Foram avaliados os índices de resistência do solo à penetração (compactação) e o conteúdo de matéria orgânica em áreas submetidas ao manejo de pastagens e culturas anuais em solos de cerrado. As avaliações foram monitoradas em áreas com um a quatro anos de implantação do sistema, tendo como testemunha, uma área com perfil pedológico não perturbado. Os teores de matéria orgânica determinados são compatíveis aos citados por LOPES (1982), variando entre 3,5 a 4,5% e a resistência do solo à penetração obtiveram maiores índices nas áreas manejadas por quatro anos, variando de 12Mpa a 14Mpa.

**Palavras- Chave:** Compactação, pastagens, matéria orgânica

## **VALUATION OF PHYSIC CHARACTERISTICS OF SOIL SUBMITTED TO CULTIVATION OF PASTURES AT PLACES OF CAMPUS II DA U.C.G.**

**ABSTRACT:** Indexes of resistance of soil to penetration (compaction) and the content of organic matter in areas submitted to management of pasture and annual culture in savannah soils were evaluated. The evaluation were monitored in 1 and 4 year-areas, having as check treatment an untrouble pedologic profile. The organic matter concentration found are according to LOPES (1982), varying from 3,5 to 4,5% and the resistance of soil to penetration achieved higher index at places managed by four years, changing from 12Mpa to 14Mpa.

**Key Words:** Compaction, pastures, organic matter.

## **INTRODUÇÃO**

Os solos de cerrado são naturalmente de baixa fertilidade, ácidos e com matéria orgânica de baixa atividade biológica, em contrapartida, são profundos, com alta estabilidade de agregados. Os autores concluem que a capacidade desse solo é reduzida em níveis de manejo primitivo, porém o seu potencial é elevado, uma vez corrigidas as limitações nutricionais. Os teores de matéria orgânica na maioria dos solos de cerrado situam-se entre 2 a 3% (LOPES, 1982), o que resulta em baixos conteúdos de nitrogênio, enxofre e boro potencialmente mineralizáveis. A compactação do solo é um processo de densificação na qual há um aumento da sua resistência, redução da porosidade, permeabilidade, diminuição da disponibilidade de nutrientes e água, resultado de cargas aplicadas. Segundo MANTOVANI (1987), se for considerado a variável pressão de contato entre máquinas agrícolas e o solo, observa-se que, sob pressões maiores as mudanças na densidade também são maiores; portanto para se evitar a compactação, deve-se trabalhar com pressões de contato menores. O trabalho teve como objetivo avaliar as alterações do conteúdo de matéria orgânica e a resistência do solo a penetração das áreas manejadas por pastagens.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nas áreas de pastagens (75.348 m<sup>2</sup>), no Campus II da UCG, Goiânia - Goiás, onde foram avaliados os índices de compactação e o conteúdo de matéria orgânica, a partir do ano agrícola de 1998. No campo foram determinados a compactação, estimados pela resistência do solo à penetração, com o uso do penetrômetro de impacto, segundo procedimentos e cálculos de STOLF *et al.* (1983) e ASAE (1975). O conteúdo de matéria orgânica foi determinada pela metodologia de WALKLEY & BLACK (1934). As amostras foram coletadas em áreas do sistema de pastagens com 7 tratamentos (anos de implantação do sistema), com uma testemunha (perfil pedológico não perturbado), com 3 profundidades e 10 repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras plotadas no gráfico 1, mostram a evolução da resistência do solo à penetração em profundidade, a partir de determinações feitas na época seca. Os valores determinados, aumentaram ao longo dos anos de implantação do sistema de pastagem; na mata, os valores máximos não ultrapassaram 8 Mpa, possivelmente devido aos maiores teores de matéria orgânica (Tabela 1) e à menor oscilação da umidade. Na área cultivada por 4 anos, a resistência à penetração atingiu valores próximos a 12Mp e 14Mp, em virtude do efeito combinado de tráfego de máquinas agrícolas e do pisoteio animal.

## CONCLUSÕES

Os teores de matéria orgânica encontrados nas áreas manejadas por pastagens são compatíveis com os teores encontrados por LOPES (1982), variando de 2,5% a 3,5%. Os valores de resistência a penetração do solo das áreas sob pastejo variam de acordo com o ano de implantação do sistema, atingindo maiores índices (12Mpa e 14Mpa) na faixa considerada de 6 a 18cm de profundidade na área cultivada por 4 anos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAE. Recommendation ASAE R313.1. **Agricultural Engineers Yearbook**. St. Joseph, Mich. USA. 1975. p.368.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo, Rio de Janeiro. **Manual de métodos de análises químicas de solos**. Rio de Janeiro, CNPS/EMBRAPA, 1997. 212Pp.
- LOPES, A.S. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros; região dos cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro, 1997. (CD-ROM - seção 4 e 8).



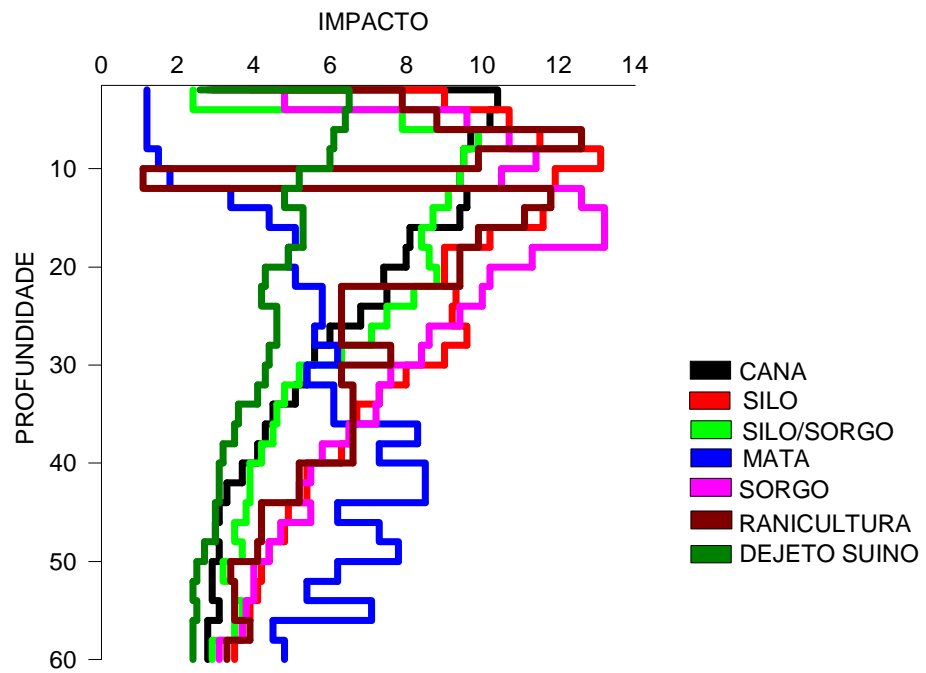
Tabela 1: Teores de matéria orgânica e porcentagem de umidade nas áreas de pastagem do Campus II UCG.

Table 1 : Organic matter concentrations and percentage of humidity in areas of pasture at Campus II UCG.

<b>LOCAL</b>	<b>PROF.</b>	<b>UM.%</b>	<b>O.M.%</b>
<b>MATA</b>	00-20	18,80	3,9
<b>MATA</b>	20-40	19,60	2,0
<b>MATA</b>	40-60	18,90	1,0
<b>MILHO</b>	00-20	12,60	3,1
<b>MILHO</b>	20-40	14,10	2,5
<b>MILHO</b>	40-60	7,50	1,5
<b>SORGO</b>	00-20	11,60	3,2
<b>SORGO</b>	20-40	12,27	2,6
<b>SORGO</b>	40-60	14,69	1,5
<b>CANA</b>	00-20	12,14	2,8
<b>CANA</b>	20-40	13,68	2,3
<b>CANA</b>	40-60	14,27	1,8
<b>MAQUÍNAS</b>	00-20	11,41	3,2
<b>MAQUÍNAS</b>	20-40	12,30	1,6
<b>MAQUÍNAS</b>	40-60	14,80	2,1
<b>DJ. SUINOS</b>	00-20	12,33	2,8
<b>DJ. SUINOS</b>	20-40	13,06	2,8
<b>DJ. SUINOS</b>	40-60	13,77	2,4

Figura 1: Avaliação da compactação (medidas em Mpa) de solos manejados pelo sistema de pastagens.

Figure 1: Evaluation of soil compaction (measure by Mpa) managed by different systems of pastures.



## EVOLUÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE SOLOS SUBMETIDOS AO MANEJO DO “SISTEMA BARREIRÃO”<sup>1</sup>

R. TOLEDO DE MAGALHÃES<sup>1</sup>, H. KLIEMANN<sup>2</sup> e I. PEREIRA DE OLIVEIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>M.Sc, Professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Católica de Goiás Cx.Postal 86, Cep.74605-010, Goiania-GO

<sup>2</sup>Dr., Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Goiás

<sup>3</sup>Dr, Pesquisador em Solos e Nutrição de Planta Embrapa Arroz e Feijão.

E-mail: itamar@cnpaf.embrapa.br

**RESUMO** - Avaliou-se a evolução histórica das propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Escuro, distrófico, fase cerrado em uma área de pastagem proveniente do cerrado original. A avaliação das propriedades físicas foi monitorada em áreas com um a seis anos de implantação do “Sistema Barreirão”, tendo como referências uma área de mata nativa e outra com 17 anos de pastejo tradicional. Os dados obtidos permitem concluir, que existe uma relação inversa entre a produção de matéria verde com a resistência média à penetração na época seca, na camada de 8 a 16 cm de profundidade, com um nível crítico de 2,22 Mpa.

Palavras – Chaves:. Densidade global, resistência a penetração e relação entre produção de massa verde e resistência a penetração.

### EVOLUTION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF SOILS SUBMITTED TO THE MANAGEMENT OF THE “BARREIRÃO SYSTEM”<sup>1</sup>

**ABSTRACT** – The historic evolution of the physical properties of a dystrophic, silty loamy clay Dark Red Latosol, cerrado phase, was monitored in renovated 1-6 years areas where the “Barreirão System” was implanted, using as reference an area of native forest and another 17 years old traditional pasture. According to the obtained data, it was permitted to conclude that there is an inverse relationship among the production of green matter and medium resistance to penetration of the impact penetrometer at drought period, in 8-16 cm depth layer, with a critical level of 2,22 Mpa.

Keywords: bulk density, resistance to penetration, green mass production and soil penetration resistance relationship

### INTRODUÇÃO

A fertilidade, embora importante, não é o único fator do solo que influi no rendimento das pastagens, as propriedades físicas e o manejo também devem ser consideradas, pois, mesmo com a reposição de nutrientes, o potencial de reprodução das pastagens tropicais cai sensivelmente nos anos subsequentes à formação (Correa & Reichardt, 1995). Apesar de a resistência à penetração ser afetada pela textura, densidade do solo e conteúdo de água, Canarache (1990) sugere que valores acima de 2,5 MPa começam a restringir o pleno crescimento das raízes das plantas. Outros pesquisadores como Sene et al. (1985), consideram críticos os valores que variam de 6,0 a 7,0 MPa para solos arenosos e em torno de 2,5 para solos argilosos. A densidade global, usada como indicador da compactação do solo, é alterada ao longo dos anos de pastoreio, como mostram dados de Corrêa (1982), que verificou o gradativo aumento da resistência à penetração e da densidade global da floresta nativa em solos com 4, 6 e 10 anos de pastoreio. Este trabalho tem como objetivo avaliar a evolução histórica das propriedades físicas (densidade global e resistência do solo à penetração), de áreas manejadas segundo o “Sistema Barreirão”. Essas propriedades são relacionadas com a produção de fitomassa (verde e seca) de pastagem de *Brachiaria brizantha*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nas áreas de implantação do "Sistema Barreirão" (Kluthcouski *et al.*, 1991; PORTES *et al.*, 1993), na Fazenda Barreirão, Piracanjuba, Goiás. O clima local, pela classificação de Köppen é do tipo Aw. A densidade de partículas e a densidade global foram determinadas por metodologia rotineira (EMBRAPA, 1997). A compactação do solo foi estimada pela resistência do solo à penetração com o uso do penetrômetro de impacto de ponta fina, segundo procedimentos e cálculos de Stolf *et al.* (1983) e ASAE (1975). Os dados obtidos com o penetrômetro de impacto (impactos  $\text{dm}^{-1}$ ) foram transformados em resistência do solo à penetração pela equação de regressão determinada por Stolf (1991) para expressão dos resultados em Mpa. Os tratamentos consistiram em áreas com diferentes número de anos desde a reforma pelo Sistema Barreirão, com duas testemunhas, uma do perfil pedológico não perturbado (mata virgem) e a outra, com o sistema tradicional de manejo de pastagens (16 anos). As amostragens de solo foram feitas nas profundidades de 0-20 cm, 20-40cm e 40-60cm para a determinação das análises físicas do solo em três repetições. As tendências de decaimento das propriedades físicas ao longo dos anos (densidade global e resistência à penetração) e suas relações com a produção de fitomassa (massa verde e matéria seca) foram avaliadas pelo ajuste das regressões polinomiais pelo método dos mínimos quadrados e regressões exponenciais pelo algoritmo iterativo de Marquadt (1963). O processamento foi feito usando o software científico SIGMAPLOT 1994).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor estimado da densidade global nas camadas de 0-10 cm do solo na mata natural foi de  $1,146 \text{ kg dm}^{-3}$ , sofrendo aumentos para  $1,379$  e  $1,388 \text{ kg dm}^{-3}$  nas áreas sob pastejo de 6 anos e 17 anos (Figura 1). A tendência ao aumento da densidade global do solo pode ser creditada ao tempo de pastejo e à degradação da própria pastagem. Verifica-se na Figura 2, a evolução da resistência à penetração em profundidade, a partir de determinações feitas nas épocas seca e chuvosa. Os valores encontrados mostram diferenças que chegam a ser três vezes maiores na época da seca quando comparados com os da época chuvosa. A resistência à penetração determinada na época seca, aumentou ao longo dos anos de implantação do Sistema Barreirão: na mata, os valores máximos não ultrapassaram 8 Mpa, possivelmente devido aos maiores teores de matéria orgânica e à menor oscilação da umidade. Na área cultivada por 6 anos a resistência à penetração atingiu valores próximos a 14Mpa e 17 Mpa no pasto testemunha na faixa considerada de 8 a 16 cm de profundidade, em virtude do efeito combinado de tráfego de máquinas agrícolas e do pisoteio animal. A relação decrescente entre a produção de matéria verde de *Brachiaria brizantha* e a resistência média à penetração na profundidade de 8 a 16 cm na época seca foi estimada pela equação da Figura 3. O valor crítico é atingido com apenas 2,22 MPa, muito próximo do encontrado por Sene *et al.* (1985) e Canarache (1990), que sugerem valores acima de 2,5 MPa para ocasionar um impedimento físico no crescimento das raízes das plantas em solos argilosos. A produção de matéria verde de *Brachiaria brizantha* é claramente afetada pelo aumento da resistência à penetração, atingindo o valor de 12,8 MPa para uma produtividade estimada de  $4,95 \text{ t ha}^{-1}$  para a testemunha, com 17 anos de pastejo convencional

## CONCLUSÕES

Ocorre aumento progressivo, ao longo dos anos, da densidade global na camada superficial de 0 a 10 cm de profundidade por efeito do pastejo, não mostrando correlação significativa com a produção de massa verde. A produção de massa verde apresenta relação inversa com a resistência média à penetração na época seca, na camada de 8 a 16 cm de profundidade, obtendo-se nível crítico de 2,22 MPa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo, Rio de Janeiro. **Manual de métodos de análises químicas de solos**. Rio de Janeiro, CNPS/EMBRAPA, 1997. 212Pp.
- SENE, M. ; VEPRASKAS, M.J. ; NADERMAN, G.C. & DENTON, H.P. Relationships of soil texture and structure to corn yield response to subsoiling. **Soil Sci. Soc. Am. J.** ,

Madison, v.49., p. 422-427, 1985.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação de dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, v.15, n.3, p.229-235, 1991.

### FIGURAS

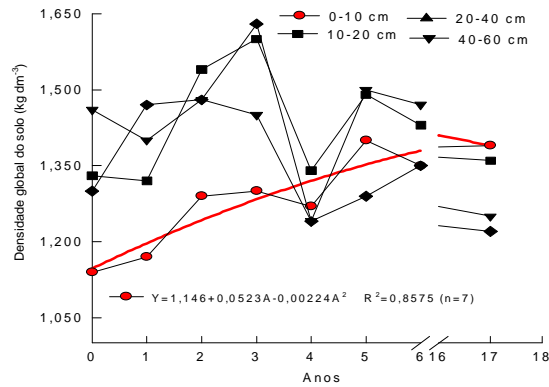


Figura 1. Evolução da densidade global ao longo dos anos em solo LVd explorado com pastagem de *Brachiaria brizantha*.

Figure 1. Evolution of bulk density trough the years in a Distrophic Dark Red Latosol explored by pasture of *Brachiaria brizantha*.

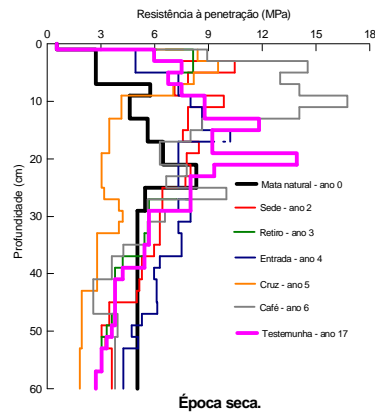


Figura 2. Resistência do solo à penetração determinado por penetrômetro de impacto submetidos ao sistema de manejo Barreirão, ao longo dos anos.

Figure 2. Resistance of soil penetration trough the years by impact penetrometer submitted to Barreirão management.

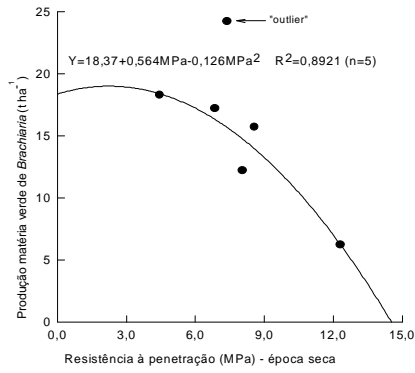


Figura 3. Relação entre a produção de matéria verde de *Brachiaria brizantha* e a resistência média a penetração na profundidade de 8 a 16 cm.

Figure 3. Relationship between green mass production of *Brachiaria brizantha* and mean soil penetration resistance at 8-16 cm layer.

## Balço das medidas de perdas em terra e água por erosão hídrica em solos cultivados do Cerrado. O papel das pastagens.

Leprun J-C.<sup>1</sup>, e Brossard M.<sup>2</sup>

1. IRD, BP 5042 34032 Montpellier, France, [leprun@mpl.ird.fr](mailto:leprun@mpl.ird.fr)
2. IRD/Embrapa Cerrados, CP 7091, 71619-970 Brasília-DF, Brésil

Key words : conservation tillage, runoff, rill erosion.

**Abstract:** Soil and water losses balance by erosion under cultivation in the Cerrados (Brazil). The role of pastures.

The Cerrado is an important region of crop production and the first one in cattle production in Brazil, but there is a lack of information about soil erosion and conservation. An overview of existing data shows that water and soil losses under experimental cultivated sites are quite similar to others observed in other Brazilian regions. The runoff rate is one of the lowest observed and it can be explained by the high infiltration rates of latossols (ferralsols), which are the most largely cultivated soils in this region. Under pastures the soil and water losses are very low. These results, which represent the laminar erosion enhance a research priority to the real danger represented by rill erosion in « voçorocas », and can affect overgrazed areas.

### Introdução

Os estudos sobre a conservação de solos no território brasileiro são muito diversos nas cinco grandes regiões do País. Eles são numerosos e de qualidade no Sul, Sudeste e Nordeste, mas dados relevantes faltam no Centro-Oeste e no Norte (Leprun, 1988). O bioma Cerrado, com uma extensão de dois milhões de hectares, considerado o celeiro do País, foi particularmente pouco estudado (Leprun, 1994). Neste bioma, as áreas de pastagens cultivadas são de 49 10<sup>6</sup> hectares (Sano et al., 1999), sendo que 80% estão plantadas com o gênero *Brachiaria*. É oportuno fazer um balanço dos estudos desenvolvidos, até agora, no Cerrado, e enfatizar algumas orientações decorrentes desses trabalhos.

### Material e métodos

Os principais dados disponíveis foram publicados por Dedecek et al., (1986) para Planaltina (DF); Blancaneaux et al., (1993) e Silva et al., (1997) para Goiânia (GO); Hernani et al., (1997) e Hernani et al., (1999) para Dourados (MS) e Baccaro et al., (2000) para Iraí de Minas (MG). A tabela 1 resume as principais características das experimentações.

Os locais de estudo podem ser considerados como representativos das condições e da diversidade do meio ambiente da região. O intervalo pluviométrico anual de 1100 a 1600 mm ocorre em mais da metade da região. O tamanho das parcelas permite comparações entre elas. Os experimentos foram mantidos por vários anos, e as médias obtidas podem ser consideradas como representativas. As parcelas foram implantadas sob Latossolos que representam 46% da superfície do Cerrado. Entre esses Latossolos, os Vermelhos-Escuros são os mais procurados, considerando-se o potencial agrícola que representam. As declividades das parcelas de 4 a 5 % são as mais freqüentemente observadas no relevo ondulado da região Centro-Oeste. Os cultivos testados estão entre os mais importantes da região que produz um terço da soja e é a primeira região pecuária do País.

### Resultados e discussão

Os dados sobre as perdas de terra e água estão apresentados no tabela 2. A análise desses dados permite enfatizar os pontos a seguir:

- nas parcelas com solo trabalhado e mantido nu, do tipo Wischmeier, as perdas de terra e água foram as mais elevadas, entretanto, ficaram dentro de patamares de valores médios quando comparadas a outras regiões (Leprun, 1994);
- sob cultivos de soja e milho, as perdas foram comparáveis às outras regiões do Sul do País;
- sob pastagens, a proteção do solo é praticamente total. As perdas em terra foram nestes casos negligenciáveis e representaram menos de 1% daquelas observadas em solo nu e de 1.4 a 3.2% sob cultivos.

Os baixos valores podem ser explicados pela estrutura e a mineralogia dos Latossolos que fomentam uma excelente infiltração e, em consequência os índices de erodibilidade fracos, observados por Silva

et al., (1994). Parcelas em solos Podzólicos e Cambissolos teriam, talvez, tido perdas muito mais importantes. Entretanto, deve-se considerar que esses resultados satisfatórios foram obtidos em parcelas de pequena superfície comparadas àquelas dos perímetros cultivados e que esses dados consideram apenas a erosão laminar. Esta metodologia não avalia a erosão linear em sulco, sendo a voçoroca a forma mais característica. Essas não são específicas do Cerrado, mais elas têm uma ocorrência importante, visível ao longo das estradas e ocupam proporção importante nas vertentes do Centro-Oeste cultivadas mecanicamente. Elas podem se desenvolver bastante em pastagens degradadas pelo pisoteio e o sobrepastejo. Os volumes de terra movimentados pelas voçorocas representam valores altamente superiores àqueles provocados pela erosão laminar. O impacto dessas degradações na economia não foi avaliado, mas o prejuízo pode ser estimado muito elevado. As pesquisas dos fatores e mecanismos de início das voçorocas, infelizmente até agora pouco desenvolvidas, devem passar a ser uma prioridade para a sociedade civil e a comunidade científica brasileiras.

### **Conclusões**

Os poucos dados disponíveis sobre perda dos solos no Cerrado, obtidos em parcelas experimentais, indicam taxas de erosão e de escoamento que se situam dentro da média baixa das taxas medidas em outras regiões do Brasil, nas mesmas condições experimentais. Como naquelas outras regiões, exceto a região amazônica, a pastagem, quando bem manejada, pode ser considerada como o mais conservacionista dos cultivos.

### **Referências bibliográficas**

- BACCARO C.A.D. ; SILVA J.B. ; VIEIRA W.C. ; CAMPOS C.A.A. ; SILVA G.A. (2000). Comportamento da ação pluvioerosiva em parcelas com pastagem na microbacia do correjo da Divisa. Apresentado neste simpósio.
- BLANCANEUX P. ; De FREITAS P.L. ; AMABILE R.F. ; DE CARVALHO A. (1993). Le semis direct comme pratique de conservation des sols des cerrados du Brésil central. *Cah ; ORSTOM, sér. Pédol.* XXVIII (2) :253-275.
- DEDECEK R.A, RESCK D.V.S. ; De FREITAS JR,E. (1986). Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, (10) :265-72.
- HERNANI L.C. ; SALTON J.C. ; FABRICIO A.C. ; DEDECEK R. ; ALVAS M.Jr. (1997). Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, (21) :667-676.
- HERNANI L.C. ; KURIHARA C.H. ; SILVA W.M. (1999). Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, (23) :145-154.
- LEPUN J.C. (1988). A situação da conservação do solo e da água no Brasil. O papel do SNLCS da EMBRAPA. Relatório EMBRAPA, SNLCS, Rio de Janeiro, 42 p.
- LEPRUN J.C. (1994). Effets de la mise en valeur sur la dégradation physique des sols. Bilan du ruissellement et de l'érosion de quelques grands écosystèmes brésiliens. *Etude et Gestion des Sols* (1) :45-65.
- SANO E.E.; BARCELLOS A. de O. ; BEZERRA H.S. (1999). Área e distribuição espacial de pastagens cultivadas no Cerrado brasileiro. Embrapa Cerrados, Boletim de pesquisa n3, 21 p.
- SILVA M.L.N. ; CURI N. ; FERREIRA M.M. ; LOMBARDI NETO F. Comparação entre métodos direto e indiretos para a determinação da erodibilidade em Latossolos sob cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, (29) :1751-1761.
- SILVA M.L.N. ; FREITAS P.L. ; BLANCANEUX P. ; CURI N. ; LIMA J.M. (1997). Relação entre parâmetros da chuva e perdas de solo e determinação da erodibilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro em Goiânia (GO). *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, (21) :131-137.



Quadro 1 – Principais características dos experimentos contemplados  
Main characteristics of the experimental sites.

Local	Pa (mm) (1)	R (EI30) (2)	Periodo (3)	Parcela (m <sup>2</sup> ) (4)	Solo (5)	Declividade (%)	Tratamentos Testados (6)
Planaltina	1 600	7 897	1977-83	77	LVEd	6	N, S,M,P*
Goiânia	1 522	8 355	1989-93	77	LVEd	4	N, S,M,P
Dourados	1 400	6 411	1987-95	77	LVEd	3	S
Iraí de Minas	1 150	7 000	1998-99	10	LRa	5	N, P**

(1) Pluviometria media anual ; (2) Fator erosividade das chuvas R de Wischmeier expressp em unidades internacionais MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; (3) Período do experimento ; (4) superfície da parcela retangular (22 x 3.5 m ou 10 x 1 m); (5) LVEd : Latossolos Vermelho-Escuro distrófico, LRa : Latossolos Roxo álico ; (6) N : nu ; S : soja ; M : milho ; P : pastagem.(\* *Brachiaria decumbens* ;\*\* *Paspalum nonatum*).

Quadro 2 –Perdas de terra e escoamento nos diferentes experimentos.  
Soil losses and runoff in the different experimental sites.

Experimento	Perdas em terra (t ha-1 ano-1) (1)	Escoamento (% Pa) (2)
<b>Solo Nu</b>		
Planaltina	53.00	23.60
Goiânia	46.00	28.90
Iraí de Minas	5.10	4.30
Media 1	34.70	18.93
<b>Soja convencional **</b>		
Planaltina	9.00	14.50
Goiânia	3.50	11.10
Dourados	7.26	5.20
Media 2	6.59	10.27
<b>Milho convencional</b>		
Planaltina	29.00	21.30
Goiânia	1.40	8.40
Media 3	15.20	14.85
<b>Pastagem</b>		
Planaltina	0.10	1.30
Goiânia	0.07	2.90
Iraí de Minas	0.47	0.01
Media 4	0.21	1.40
Media 4/media 1	0,6	7,4
Media 4/media 3	3,2	13,7
Media 4/media 2	1.4	9.5

(1) total anual das perdas de solo por enxurrada ; (2) escoamento total em % da pluviometria média anual. \*\* valor estimado ; preparo convencional do solo : uma aração com discos seguida de duas gradagens niveladoras.

# CONDUTIBILIDADE HIDRÁULICA DO SOLO SATURADO SOB MATA E PASTAGEM EM URARÁ, TRANSAMAZÔNICA, PARÁ<sup>1</sup>

Leopoldino, A. L. M.<sup>2</sup>, Augusto, S. G.<sup>3</sup>, Martins, P. F. da S.<sup>4</sup>, Brito, L. A de<sup>5</sup> e Veiga, J. B<sup>6</sup>

**Key words:** Physical soil properties, hydraulic conductivity, soil pasture, deforestation

**ABSTRACT:** This study was carried out in two farms of the Uruará county, state of Pará, located at the Transamazônica highway. The hydraulic conductivity of saturated soil ( $K_0$ ) of Ultisoils under forest and pasture (*Brachiaria brizantha*, cv Marandu) was determined at the depths of 0-7, 7-14 and 14-21cm. The measurement was done at the field and at laboratory, under comparable conditions. At the field the  $K_0$  was determined by infiltrometer cylinder and at the laboratory by core samples which environ of 100 cm<sup>3</sup>. There was striking difference of the  $K_0$  among soil depth under pasture in one place. Under forest the soils were more permeable than under pasture.

## INTRODUÇÃO

A partir dos anos 70 a região amazônica viveu um forte processo de pecuarização, sendo implantados milhares de hectares de pastagens. A forma usual de implantação destas pastagens, e seu sistema de manejo, aliado às características químicas e físicas do solo, são os principais fatores intervenientes na produtividade e estabilidade desses ecossistemas. Contudo, o que vem se observando é um elevado grau de degradação das pastagens e isso, certamente, está relacionado com esses fatores.

Se, por um lado, o plantio de forrageiras para alimentação bovina na Amazônia vem, desde a abertura das grandes rodovias, adquirindo importância cada vez maior, por outro, estudos que avaliem as modificações causadas no solo pela implantação das pastagens são muito escassos.

No que diz respeito às características físicas naturais, os solos da Amazônia, em geral, não apresentam restrições, pois normalmente são profundos, friáveis, e bem drenados (Vieira, 1988), todavia é necessário avaliar se estas características não se modificam com a implantação das pastagens.

O presente trabalho, desenvolvido no município de Uruará, Pará, compara dados de condutibilidade hidráulica do solo saturado sob área de mata e pastagem obtidos de duas formas: através de teste de infiltração, no campo e em laboratório, através de amostras indeformadas, coletadas em cilindros.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Uruará, em dois estabelecimentos de agricultores (E1 e E2) localizados entre os quilômetros 130 e 235 da rodovia Transamazônica. Foram coletadas, em dezembro de 1999, para determinação da condutibilidade hidráulica do solo saturado, em laboratório, amostras indeformadas de Argissolos (Embrapa, 1999) em parcelas de pastagens de Marandu (*Brachiaria brizantha*) e em áreas adjacentes de mata, sob condições topográficas semelhantes, nas profundidades de

---

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo CNPq no âmbito do projeto Comportamento edáfico de forrageiras na sustentabilidade das pastagens em Uruará, Transamazônica, Pará.

<sup>2</sup> Estudante de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição Mineral de Plantas, da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. [solospos@fcap.br](mailto:solospos@fcap.br)

<sup>3</sup> Pesquisador da CEPLAC – Marituba (PA).

<sup>4</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. [pmartins@nautilus.com.br](mailto:pmartins@nautilus.com.br)

<sup>5</sup> Estudante de Curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

<sup>6</sup> Pesquisador da EMBRAPA - Amazônia Oriental. [jonas@cpatu.embrapa.br](mailto:jonas@cpatu.embrapa.br)

0-7, 7-14 e 14-21cm. O teste de infiltração no campo foi efetuado em julho de 2000, às proximidades dos locais de coleta das amostras indeformadas, através do método do infiltrômetro de anel (Reichardt, 1987).

A pastagem em E1 foi instalada em 1993 após uma cultura de milho e desde então as invasoras foram controladas com fogo. Já em E2 foi instalada em 1997, depois da cultura de milho e arroz sendo o controle das invasoras feito através de roçagem manual.

As amostras indeformadas foram coletadas em cilindros de aproximadamente 100 cm<sup>3</sup>, em três repetições e analisadas no laboratório da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) através de permeâmetro de carga constante (Klar, 1984).

Foi efetuada a análise de variância dos dados e o teste F, comparando-se estatisticamente as média através do teste t (Gomes, 1984).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 1 apresenta os valores de condutibilidade hidráulica do solo saturado ( $K_0$ ), referentes as coberturas de mata e pastagem dos dois estabelecimentos agrícolas estudados, medidos de duas formas diferentes: diretamente no campo, através de testes de infiltração, e no laboratório, através de avaliações em amostras indeformadas. Verifica-se que a condutibilidade hidráulica do solo saturado é maior estatisticamente na mata que na pastagem pelo método de campo, nos dois estabelecimentos, enquanto que pelo método de laboratório a diferença ocorre apenas no estabelecimento E2.

Por outro lado, quando se compara os estabelecimentos verifica-se que não houve diferença significativa em nenhum dos dois tipos de cobertura.

As diferenças encontradas entre os dois métodos podem ser explicadas por pelo menos dois fatos: no campo o processo de avaliação dá-se em relação ao conjunto do perfil enquanto no laboratório e feito em amostras retiradas por camadas de solo; no laboratório o volume de solo abrangido é muito menor e mais homogêneo que no campo. De qualquer forma constata-se que a pastagem tende a diminuir a capacidade do solo transmitir água pois, tanto na condição de campo como na de laboratório, o valor médio da mata entre os dois estabelecimentos pode ser considerado como moderadamente rápidos (6 a 12 cm/h) enquanto na pastagem como moderado ou moderadamente lento (0,5 a 6 cm/h) segundo ( Klar, 1984).

Apesar de não haver diferença entre a mata e o pasto pelo método de laboratório no E1, há diferença entre as médias dos dois estabelecimentos.

O quadro 2 exhibe dados referentes à  $K_0$  obtidos, em laboratório, de forma detalhada quanto às três profundidades estudadas. Constata-se que não há diferença estatisticamente significativa, no estabelecimento E1, entre as diferentes profundidades, tanto na mata quanto no pasto. Já no estabelecimento E2 verifica-se que há diferença apenas na pastagem e entre as profundidade de 0 – 7 cm e 14 – 21 cm. Observa-se, ainda, que em determinados casos há uma elevada variância dos dados, como acontece com a profundidade de 0 – 7 cm na mata de ambos os estabelecimentos, dificultando-se detectar diferenças estatísticas entre as médias.

## CONCLUSÕES

A condutibilidade hidráulica do solo saturado apresentou diferenças entre a mata e o pasto nos dois estabelecimentos pelas duas formas de avaliação, a exceção de um dos estabelecimentos (E1), pelo método de laboratório.

Diferenças na condutibilidade hidráulica, entre profundidades, foram detectadas utilizando amostras indeformadas em cilindros, no laboratório, somente em um dos estabelecimentos (E2) e sob pastagem.

Essa característica possui elevada variância na camada superficial (0-7 cm) do solo sob mata. Isto, de certa forma, pode impedir a detecção de diferenças, contudo, considerando os dados obtidos pode-se afirmar que as pastagens estudadas tenderam a uma diminuição movimento de água no solo.

## BIBLIOGRAFIA

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa. Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- GOMES, F. P. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. Piracicaba, POTAFOS, 1984. 160p.
- KLAR, A. E. *A água no sistema solo-planta-atmosfera*. São Paulo, Nobel, 1984. p.91.
- REICHARDT, K. *A água em sistemas agrícolas*. São Paulo, Manole, 1987. p.80.
- VIEIRA, L. S. *Manual da Ciência do Solo, com ênfase aos Solos Tropicais*. S. Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1988. 464p.

Quadro 1- Valores médios (\*) da condutibilidade hidráulica do solo saturado ( $K_0$ ) de Argissolo em dois estabelecimentos agrícolas (E1 e E2), sob cobertura de mata e de pastagem, na profundidade de 0-21 cm, medido no campo (3 repetições, Junho 2000) e em laboratório (3 a 6 repetições, Dezembro 1999), .  
Averages (\*) of hydraulic conductivity of saturated soil of Ultisols in two farms (E1 and E2) under forest and pasture at 0 – 21 cm depth, measured at the field (3 replications, June 1999) and at laboratory (3 to 6 replications, December 99)

ESTABELECIMENTO	$K_0$ (cm/h) Campo		$K_0$ (cm/h) Laboratório	
	Mata	Pastagem	Mata	Pastagem
E1	10,13 <b>aA</b>	2,30 <b>bA</b>	3,92 <b>aA</b>	2,42 <b>aA</b>
E2	10,95 <b>aA</b>	1,17 <b>bA</b>	11,04 <b>aA</b>	6,48 <b>bA</b>
Média	10,54 <b>a</b>	1,73 <b>b</b>	7,48 <b>a</b>	4,45 <b>b</b>

(\*) Os valores seguidos pelas mesmas letras, minúsculas entre as colunas, para cada método, e maiúsculas entre as linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste F a  $p < 0,05$ .

Quadro 2- Valores médios (\*) da condutibilidade hidráulica do solo saturado ( $K_0$ ), respectivas variâncias ( $\sigma^2$ ) e desvios padrões ( $\sigma$ ), de Argissolo em dois estabelecimentos agrícolas (E1 e E2), sob cobertura de mata e de pastagem, nas profundidades de 0-7, 7-14 e 14-21cm, obtidos em laboratório (3 a 6 repetições, Dezembro 1999)

Saturated hydraulic conductivity averages, respective variance and standard deviation, of Ultisols of two farms (E1 and E2) under forest and pasture at de 0-7, 7-14 e 14-21cm deep keep out at laboratory (3 to 6 replications, December 99)

ESTABE- LECI- MENTO	Profundi- dade (cm)	Mata			Pastagem		
		$K_0$ (cm/h) Laboratório	Variância ( $\sigma^2$ )	Desvio Padrão ( $\sigma$ )	$K_0$ (cm/h) Laboratório	Variância ( $\sigma^2$ )	Desvio Padrão ( $\sigma$ )
E1	0 - 7	9,33 <b>aA</b>	117,50	10,84	3,46 <b>aA</b>	0,31	0,56
	7 - 14	0,84 <b>aA</b>	0,02	0,14	1,38 <b>aA</b>	0,43	0,66
	14 - 21	1,61 <b>aA</b>	4,43	2,10	2,42 <b>aA</b>	1,09	1,04
E2	0 - 7	25,26 <b>aA</b>	55,87	7,48	9,16 <b>aAB</b>	9,01	3,00
	7 - 14	5,79 <b>aA</b>	18,28	4,28	6,76 <b>aB</b>	51,41	7,17
	14 - 21	2,06 <b>aA</b>	3,03	1,74	3,53 <b>aBC</b>	5,71	2,39

(\*) Os valores seguidos pelas mesmas letras, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste t a  $p < 0,05$ .

# EFFECT OF THE SOIL PHYSICAL PROPERTIES ON PASTURE DEGRADATION IN THE AMAZON REGION (BRAZIL)

Michel GRIMALDI<sup>1</sup>, Eleusa BARROS<sup>2</sup>, Miguel COOPER<sup>3</sup>

1 Pesquisador do IRD, Unité Sol et Agronomie de Rennes et Quimper, 65 rue de St-Brieuc, 35042 Rennes cedex, [grimaldi@ns.ird.fr](mailto:grimaldi@ns.ird.fr)

2 Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas Amazonicas (INPA), Depto de Ecologia, Manaus, AM, Brasil

3 Professor da ESALQ/USP Depto. de Solos e Nutrição de Plantas, Av. Pádua Dias, 11 CEP 13.418-900, Piracicaba (SP)

Key words: Amazonia, Pastures, Degradation, Soil structure, Soil hydric properties

## INTRODUCTION

Key words In the Brazilian Amazon region, half of the 50 million hectares where the forest has been replaced by pastures, are degraded. The forage resource has practically disappeared. Phytosanitary problems and low soil fertility have been used to explain this degradation. Today, the agronomist accuse the bad management practices performed by the farmers, specially the incorrect control of weeds that compete with the pastures and the insufficient herd load. Can we, on the other hand, not consider the soil, and say that its properties, specially the physical ones, have not evolved after deforestation, limiting the suitability to satisfy the water and nutrient necessities for the cultivated plants? We have tried to answer this question studying a clayey Oxisol in the Manaus region.

## MATERIAL AND METHODS

The clayey Oxisols of central Amazon ("Latosolos Amarelos álicos argilosos", according to the Brazilian classification, "Ferralsols" according to the World Reference Base for Soil Resources), are kaolinitic (>80%), occupy plateaus with low declivities and an area of more than 10% of the Amazon region. The physical properties of various soils under pastures were compared to soils under forest. Soil structure and its dynamics were observed and measured taking into account the history of the plot and climatic and biological factors. To complement the cultural profile morphological descriptions and the classical soil physical measurements (densities and water content), the pore size distribution was analyzed using a mercury porosimeter (Lawrence, 1977). The consequences of the changes in soil structure on the hydrodynamic properties and the soil water dynamics, were also evaluated. Water retention curves were done in the laboratory using undeformed soil samples. Hydraulic conductivity was measured in the field using a tension infiltrometer (Ankeny *et al.*, 1991). The soil water potentials were measured continuously during rainstorms using tensiometers.

## RESULTS AND DISCUSSION

Under forest, the structure of the Oxisol, polyedric and microaggregate, is favorable to infiltration and to water storage. The clayey microaggregates have a biological origin and are fragile due to the lack of metallic oxyhydroxides in their structure, when compared to the red Oxisols developed on basalt or sedimentary rocks in southern Brazil. The structure becomes lamellar or massive due to the coalescence and deformation of the microaggregates, induced by the pressures exerted by livestock and by the machines used for deforestation. The volume and continuity of the macropores (fissures, vughs and packing voids) are strongly reduced by compaction (Table 1, Grimaldi *et al.*, 1993). The decrease in the macroporal volume in the degraded pastures frequently reaches 80% in relation to the forest soil. The available water for the cultivated plants is also reduced due to the decrease in hydraulic conductivity and the

available water retention capacity (Table 2). On the other hand, the elementary clayey particle organization is not modified. The water retained by the micropores, preserved by this unmodified particle organization, is not available because the necessary suction for its extraction is higher than the suction at wilting point (Chauvel *et al.*, 1991).

Summing up to the mechanical and hydric strains suffered by the soils after deforestation, the compacting action of certain species of soil invertebrates drastically increase the soil density in the pastures, while the biodiversity diminishes. An extreme case was observed in a pasture where a species of earthworm dominates, *Pontoscolex corethrurus*. This specie ejects very wet castings on the soil surface, these form a continuous layer, with width of a few cm, in which the poral space is practically uniquely formed by very fine pores between the kaolinite particles (Table 1, Chauvel *et al.*, 1999). This layer favors the apparition of anoxic conditions and develops, after a few years, a pseudo-gley morphology: gray colors and indurated ochre stains on the border of the aggregates, whereas, under the forest, the soil is reddish yellow, homogeneous and plastic. In the pastures, the tensiometric measurements, during rainstorms, showed the formation of a more or less superficial water table, whereas, under forest, the saturation is rarely reached during the rainy season, thanks to the microaggregate structure that favors the vertical drainage of the water.

## CONCLUSION

The introduction of the pastures cause an important and rapid change in the superficial structure of the clayey Oxisols, mainly due to physical and/or biological mechanisms. This change affects the vegetation, at least locally and temporally. Finally, when no significant change in the soil structural state is evidenced, only the study of the soil functioning on the field together with the state and productivity of the vegetation permits to confirm the soil's aptitude to satisfy the plant's needs.

## REFERENCES

- Ankeny, M.D., Ahmed, M., Kaspar, T.C., Horton, R., 1991. Simple field method for determining unsaturated hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **55**, 470-476.
- Chauvel, A., Grimaldi, M., Tessier, D., 1991. Changes in soil pore-space distribution following deforestation and revegetation: an example from the Central Amazon Basin, Brazil. *For. Ecol. Manag.*, **38**, 259-271.
- Chauvel, A., Grimaldi, M., Barros, E., Blanchart, E., Sarrazin, M., Lavelle, P., 1999. An amazonian earthworm compacts more than a bulldozer. *Scientific Correspondence Nature*, **398**: 32-33.
- Grimaldi, M., Sarrazin, M., Chauvel, A., Luizão, F., Nunes, N., Rodriguez, M.de R., Amblard, P., Tessier, D. 1993. Effets de la déforestation et des cultures sur la structure des sols argileux d'Amazonie brésilienne. *Cahiers Agricultures*, **2**, 36-47.
- Lawrence, G.P. 1977. Measurement of pore sizes in fine-textured soils: A review of existing techniques. *J. Soil. Sci.*, **28**, 527-540.

**Table 1:** Macropores and micropores volumes deduced of mercury porosimetry measurements (means of 2 to 4 replicates).

Origin of the samples	Depth (cm)	Macropores (100 $\mu$ m to 0.1 $\mu$ m) volume (cm <sup>3</sup> .100g <sup>-1</sup> )	Micropores (0.1 $\mu$ m to 3.75nm) volume (cm <sup>3</sup> .100g <sup>-1</sup> )
Primary forest	0 -2	21.3	21.6
	2 -5	12.0	23.7
	5 -10	7.8	24.1
	10 -20	8.5	25.2
Three years old pasture (manual deforestation)	0 -2	24.1	20.7
	2 -5	18.3	21.5
	5 -10	4.1	25.0
	10 -20	6.8	25.6
Pasture disused since 5 years	0 -5	2.5	19.6
	5 -10	4.2	20.4
	10 -20	5.5	21.2
15 years old pasture	0 -5	9.4	24.9
	5 -10	8.2	26.2
	10 - 15	8.0	26.0
Casts of <i>Pontoscolex corethrurus</i>	-	1.6	20.3
Mechanical compression (10 <sup>3</sup> kPa)	-	2.7	23.4
Recent mechanical deforestation	0 - 5	2.6	25.2

**Table 2:** Water retention properties of soil samples (means of 5 to 10 replicates  $\pm$  95 % confidence interval)

Origin of the samples	Depth (cm)	Water storage at -1 kPa matric potential (cm <sup>3</sup> /100g) (1)	Water storage at -1600 kpa matric potential (cm <sup>3</sup> /100g) (2)	Maximum available water volume (cm <sup>3</sup> /100g) (1) - (2)
Primary forest	5 -10	46.0 ( $\pm$ 4.9)	33.8 ( $\pm$ 0.7)	12.2
	10 -20	41.0 ( $\pm$ 1.4)	33.4 ( $\pm$ 0.4)	7.6
Pasture disused since 5 years	0 -5	28.2 ( $\pm$ 0.5)	23.6 ( $\pm$ 0.5)	4.6
	5 -10	34.1 ( $\pm$ 0.3)	25.3 ( $\pm$ 0.4)	8.8
	10 -20	34.3 ( $\pm$ 0.9)	27.7 ( $\pm$ 0.2)	6.6
15 years old pasture	5 -10	39.9 ( $\pm$ 4.6)	30.5 ( $\pm$ 0.9)	9.4
Mechanical compression (1 MPa)	-	39.6 ( $\pm$ 0.6)	33.4 ( $\pm$ 0.5)	6.2

## ALTERAÇÕES DO ESPAÇO POROSO DE UM LATOSSOLO ARGILOSO SOB PASTAGENS.

G.A.F. FREGONEZI<sup>1</sup>, M.F. GUIMARÃES<sup>2</sup>, C.C. MEDINA<sup>2</sup> & M. BROSSARD<sup>3</sup>

1. Estudante de mestrado e bolsista CAPES – Departamento de Agronomia, CCA, UEL.
2. Prof. Associado Departamento de Agronomia, CCA, Universidade Estadual de Londrina. CP 6001, 86051-990 Londrina (PR). [medina@uel.br](mailto:medina@uel.br).
3. IRD/Embrapa Cerrados, CP 7091, 71619-970 Brasília (DF). [brossard@cpac.embrapa.br](mailto:brossard@cpac.embrapa.br).

### **Abstract. Porosity transformations in a clayey ferralsol under cultivated pastures (Cerrado, Brazil).**

The research was done in the western region of Minas Gerais (Brazil). The objective of this work was to evaluate the morphological and physical modification occurred in a ferralsol after a conversion of a 20 years old *Brachiaria decumbens* pasture, in intensive pasture systems, a pure *Brachiaria decumbens* and an association of this gramineae with the *Stylosanthes guianensis* legume, using as reference an area of native “Cerrado”. The soils were described and identified structures were physically characterized (bulk density, particle size distribution, water-retention curve). It could be concluded that the recovered of the old pastures, be a pure *Brachiaria decumbens* or an association of this gramineae with the *Stylosanthes guianensis* legume, improved the structure. The re-structuration was promoted by the soil macrofauna invertebrates and roots activities in the upper layers, 0-50 cm.

Keywords: cultural profile, structure morphology, pore space, pasture management

### **Introdução**

A busca da sustentabilidade sócio-econômica da exploração agrícola passa pelo manejo adequado dos solos. Pode-se considerar que 50 % das pastagens cultivadas no bioma Cerrado estão degradadas ou em processo de degradação. Em observações de perfis sob pastagens suspeita-se que fatores físicos possam contribuir na limitação da produtividade. O objetivo do trabalho foi avaliar as modificações morfológicas e físicas de um Latossolo Vermelho Amarelo, comparando pastagens antigas mono-específicas de *Brachiaria decumbens* (BCO) de baixa produtividade de 20 anos com outras duas áreas renovadas, cinco anos, sendo uma mono-específica (BRP) e outra consorciada com *Stylosanthes guianensis* (BRC), usando como referência uma área de Cerrado (CER).

### **Material e métodos.**

O trabalho foi realizado no município de Uberlândia (19°20'S, 48°10'W, 900 m altitude). A precipitação média anual é de 1574 mm (1981-1997). A morfologia dos solos foi descrita utilizando a metodologia do perfil cultural (Tavares Filho et al., 1999) em duas trincheiras por tratamento. Em cada tratamento e para cada estrutura encontrada no perfil cultural, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas. A densidade de partículas foi medida pelo método do balão volumétrico com álcool etílico (Embrapa, 1997). A densidade dos torrões foi medida pelo método do querosene (Mathieu & Pieltain, 1998). A curva de retenção de água foi realizada em extratores de membrana pelo método do secamento. O teor de água volumétrica foi calculado: ((peso úmido - peso seco)/peso seco) densidade dos cilindros, e utilizada a relação de classe de poros e tensões: 1 Kpa = 150 µm e 3 Kpa = 47 µm (macroporosidade); 6 Kpa = 25 µm e 10 Kpa = 15 µm (mesoporosidade); 33 Kpa = 4,7 µm, 100 Kpa = 1,5 µm e 1500 Kpa = 0,094 µm (microporosidade)

### **Resultados.**

As pastagens antigas de baixa produtividade se caracterizam por um desenvolvimento de impedimentos estruturais no solo (Quadro 1), tais como: formação de crostas superficiais com estruturas laminares de espessura de 5 mm até 1 cm, que se selam completamente (estrutura ZΔ da BCO) e valores de densidade do solo elevados, mas não o suficiente para afetar o desenvolvimento radicular, revelando problemas de infiltração de água.



Os teores de água volumétrica para as estruturas localizadas na profundidade de 0 a 30 cm são apresentados na Figura 1 A. Observa-se que na parcela BCO a estrutura  $F\Delta$  não diferiu estatisticamente das estruturas encontradas na parcela CER ( $F\Delta\mu$  pt gt,  $C\Delta\mu$ ) e na parcela BRP ( $F\Delta\mu$  pt gt) para teores de água armazenadas nas diferentes classes de poros; entretanto, apresentou maiores quantidade de água armazenada nos poros de 150, 47 e 25  $\mu$ m de diâmetro em relação à estrutura  $F\Delta\mu$  pt gt da parcela BRC, ou seja, o consórcio com leguminosas (BRC) pode reduzir a quantidade de água armazenada, uma vez que apresentam torrões (turrículos de minhoca) mais compactos o que pode ser constatado na Quadro 1. Quando comparadas às estruturas das pastagens renovadas ( $F\Delta\mu$  pt gt da parcela BRP e BRC), não são observadas diferenças.

Na camada de 30 - 50 cm (Figura 1 B), a parcela BCO ( $C\Delta/\Delta\mu$ ) não apresenta diferença significativa para teores de água armazenadas em todas as classes de poros e valores significativamente maiores em relação a estrutura  $F\Delta\mu/\mu$  da parcela BRP para quantidade de água armazenada nos poros de 10 e 4,7  $\mu$ m de diâmetro. Quando são comparadas as parcelas renovadas (BRP e BRC), não foram verificadas diferenças.

Para a estrutura microagregada ( $C\mu$ ), a partir de 50 cm de profundidade, a parcela Cerrado apresentou valores significativamente menores para teores de água armazenada em todas as classes de poros em relação à mesma estrutura encontrada nas pastagens cultivadas, ou seja, as pastagem podem ao longo do tempo aumentar a quantidade de água armazenada no solo.

### **Conclusão**

Os resultados obtidos indicam que a renovação das pastagens antigas, sejam monoespecíficas ou consorciadas, promovem a médio prazo, melhorias na estrutura, principalmente resolvendo problemas de infiltração de água. As transformações do perfil do solo e da porosidade dos volumes estruturais são importantes até 30 cm de profundidade e devem ser relacionadas as modificações do enraizamento e das populações de macrofauna de invertebrados (Medina et al., & Pasini et al., neste simpósio).

### **Referências bibliográficas**

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, Centro Nacional de Ciência do Solo. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed., Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- MATHIEU, C. & PIELTAIN, F. Analyse physique des sols: méthodes choisies. Paris, Lavoisier Tec & Doc, 1998.
- TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. F.; MEDINA, C. C.; BALBINO, L. C. & NEVES, C. S. V. J. Método do perfil cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais. R. Bras. Ci. Solo, 23: 393-399, 1999.

**Quadro 1.** Principais características físico-químicas dos volumes estruturais estudados. *Main physical and chemical soil properties.*

Parcela	Profundidade cm	Tipo de Estrutura*	Areia	Silte	Argila	Densidade dos torrões	pH	CTC
			----- (g kg <sup>-1</sup> )-----			( Kg dm <sup>-3</sup> )	(água)	(mmol. kg <sup>-1</sup> )
<b>Cerrado(CER)</b>	0-5	L Δμ pt	340	95	563	1,054	4,55	67,20
	5-15	F Δμ pt gt	280	120	600	1,119	4,55	67,20
	15-35	CΔμ	290	138	573	1,087	4,42	52,00
	35-50	C Δ/Δμ	225	85	690	1,112	4,42	52,00
	50-70	Cμ	243	118	640	1,017	4,53	39,20
<b>Pastagem convencional (BCO)</b>	0-5	Z Δ	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	5-20	F Δ/Δμ	268	228	505	1,244	5,14	67,35
	5-20	F Δ	280	213	508	1,316	5,14	67,35
	20-50	C Δ/Δμ	220	140	640	1,151	4,83	59,85
	50-70	Cμ	223	128	620	0,980	4,89	41,90
<b>Pastagens renovadas - Pura (BRP)</b>	0-5	F Δ pt	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	5-35	F Δμ pt gt	230	156	614	1,121	5,23	69,70
	35-55	F Δμ/μ	243	130	628	1,081	4,95	48,00
	55-70	Cμ	255	130	615	0,969	4,95	48,00
	<b>- Consorciada (BRC)</b>	0-10	F Δ pt	290	145	565	1,361	5,68
10-35		F Δ pt gt	220	165	615	1,324	6,47	44,10
35-50		F Δμ/μ	178	178	645	1,210	4,73	44,50
50-70		Cμ	nd	nd	nd	nd	nd	Nd

\* ZΔ = estrutura essencialmente laminar;

LΔμ = torrões soltos, com média porosidade visível;

FΔ = porosidade entre os torrões predominantemente fissural e estado interno dos torrões compactado;

FΔμ = porosidade fissural e de empilhamento de agregados arredondados;

FΔ/Δμ = transição de FΔ para FΔμ;

FΔμ / μ = transição de FΔμ para Cμ;

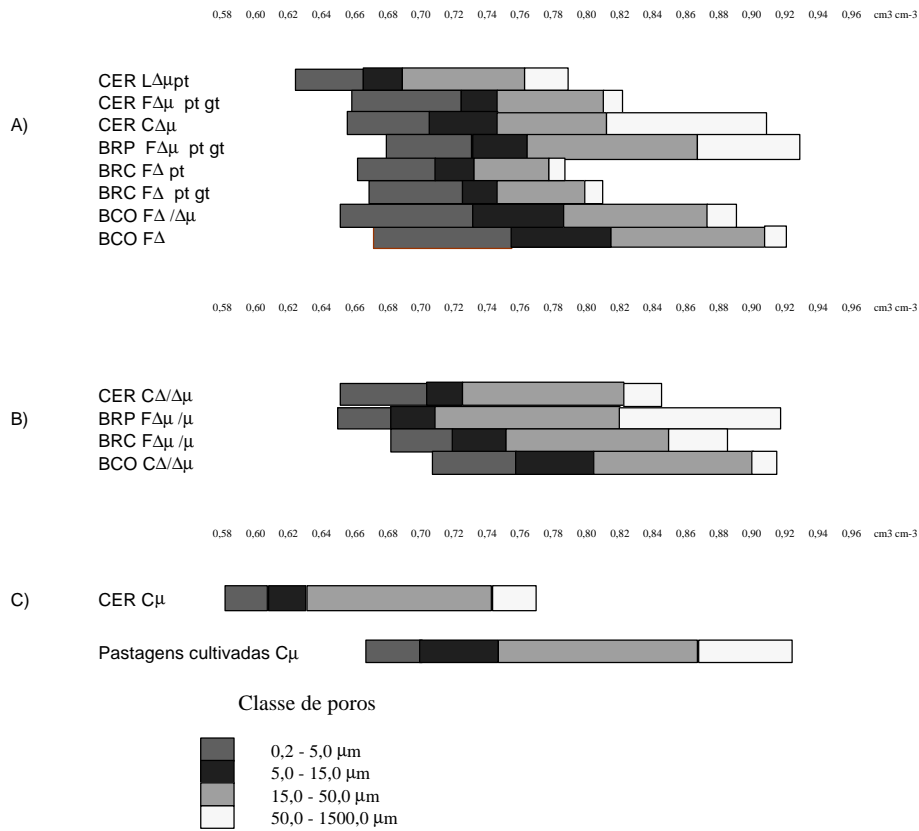
CΔμ = contínuo com porosidade predominante de empilhamento de agregados arredondados;

CΔ/Δμ = contínuo com porosidade de empilhamento de agregados com aspecto mais compacto que o CΔμ;

Cμ = típica estrutura encontrada nos latossolos, horizonte Bw;

gt = grandes torrões;

pt = pequenos torrões originados por minhocas.



**Figura 1.** Teor de água volumétrica e espaço poroso das estruturas observadas em superfície (A), em subsuperfície (B) e em profundidade (C).  
*Water content (cm<sup>3</sup>.cm<sup>-3</sup>) and pore space in the different soil structure observed in the upper layers (A), subsuperficial layers (B) and in the deep layers (C).*

## GRANJAS AGROFORESTALES EN EL ECOTONO SABANA-BOSQUE DE LA AMAZONÍA VENEZOLANA: ¿UN SISTEMA SOSTENIBLE?

D. López-Hernández<sup>1</sup>, Y. Araujo<sup>1</sup>, A. Y. López<sup>1</sup>, I. Hernández-Valencia<sup>1</sup>, C. Hernández<sup>1</sup> y M.P. García-Guadilla<sup>2</sup>

1. Instituto de Zoología Tropical. Universidad Central de Venezuela.

2. Grupo de Estudios Urbano Ambientales, Universidad Simón Bolívar.

e-mail: [dlopez@strix.ciens.ucv.ve](mailto:dlopez@strix.ciens.ucv.ve)

### ABSTRACT

**ORGANIC AGROFORESTAL FARMS IN THE ECOTONE SAVANNA-FOREST OF VENEZUELAN AMAZONIA: A SUSTAINABLE SYSTEM?** The savannas around Puerto Ayacucho (PA), Estado Amazonas, Venezuela are characterised by the presence of sandy soils, with a low natural fertility and a high potential evapotranspiration. Primary productivity in those savannas has been reported as one of the lowest in the world. Although these environmental constraints, amerindian and criollos (creole) communities surrounding PA have been compelled to use those savannas for agricultural purposes as a consequence of the lack of primary and secondary forests currently used for slash and burn cultivation. As it happens with most savannas in the world, any agriculture in the zone can not be undertaken without the use of convenient fertiliser doses. The use of chemical fertilisers in the Venezuelan Amazonia however is impeded, not only for its unaffordable prices (nowadays they are not subsidised) but also because of transportation costs.

In order to alleviate that situation, some criollo farmers started since 1968 to fertilise small patches (about 5 ha) of savanna soils with organic manure (chicken and pig manure and composts). As a consequence of the continuous use of organic amendments, the savanna has been transformed in agroforestral systems (AFS) where profound changes have occurred in the soil properties. This paper examines the changes in the soil fauna (particularly earthworms), as well as the soil physical and chemical transformation that have taken place in organic agroforestral soils in relation to the natural savanna (NS). Comparisons between agroforestral and natural savanna soils indicate for the earthworm population a low biodiversity index, but a significant higher earthworm biomass in AFS in relation to NS. The increase in pedofauna biomass is related to an important increase in soil fertility (N and P available forms) and an improvement in the soil physical properties of AFS. A socio-economic analysis of the farms indicated that the agroforestral system was sustainable when the prices of chicken food were subsidised, once the subsidies were eliminated the farmers were compelled to diversify their economy.

**Key words:** savanna, organic farm, agroforestral, earthworms, biodiversity

### INTRODUCCIÓN:

Puerto Ayacucho (PA), capital del Estado Amazonas, Venezuela ha presentado un crecimiento de población acelerado en los últimos años. Este crecimiento del área urbana ha sido paralelo con el del eje vial El Burro-Samariapo (EBS) que se extiende al Norte y Sur de PA. A lo largo del eje vial existen grandes extensiones de sabanas estratégicamente localizadas con suelos de baja fertilidad natural y alta capacidad erosiva. Esta área de sabana ha incrementado en las últimas décadas por la deforestación básicamente para dar sustento a las poblaciones de indígenas y criollos a través de las diferentes modalidades de conucos (López-Hernández et al. 1997). La agricultura convencional de altos insumos implantada en las sabanas al norte de Venezuela resulta muy costosa en el Estado Amazonas, debido a los costos de transporte y a las grandes cantidades de fertilizantes inorgánicos que se requieren para conseguir una producción sostenida en estos suelos arenosos y ácidos. Sin embargo, en los alrededores de Puerto Ayacucho se han implantado sistemas de producción (SP) orgánicos en pequeñas extensiones (< 5 ha), que son realizadas por la población criolla de la región y que utilizan como abono la gallinaza y el compost. Estos sistemas de producción representan alternativas para el mejoramiento de la fertilidad de los suelos de una manera económica y ecológicamente sustentable, permitiendo así aumentar la capacidad productiva de las sabanas existentes y

reducir la presión de deforestación sobre el bosque amazónico. El objetivo de este estudio, fue evaluar los cambios en las poblaciones de lombrices de tierra y en el estado nutricional del suelo de un SOA que ha estado sometido a agricultura orgánica durante más de veinte años en sabanas cercanas a Puerto Ayacucho, Amazonas.

### **AREA DE ESTUDIO:**

El sistema orgánico estudiado se encuentra en las cercanías de Puerto Ayacucho (Estado Amazonas) a 14 Km al noreste, en la localidad de Provincial. Consiste en un sistema orgánico agroforestal (SOA) en donde originalmente el suelo de sabana se enriqueció en nutrientes con la adición de gallinaza, una vez que el subsidio a los alimentos animales fue eliminado la fertilización se cambió a compost elaborado con los residuos de plantas del sistema agroforestal. En la actualidad la granja mantiene algunos cerdos, al igual que se ha logrado una producción de frutales con excedentes que son vendidos en el mercado.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

En el SOA y en las sabanas aledañas no perturbadas (control) se colectaron 10 muestras de suelo al azar (0-5cm de profundidad). Las muestras fueron homogeneizadas, secadas al aire y tamizadas (< 2 mm de apertura) y posteriormente a 3 sub-muestras para cada tratamiento y control se les determinó las fracciones de P total, P orgánico (Po) y P disponible, al igual que calcio, magnesio, potasio, materia orgánica, textura y pH (Anderson e Ingram 1992).

#### **Muestreo de lombrices**

El muestreo se realizó en el año 1994, durante el mes de agosto (máximo de lluvia). Las lombrices se colectaron utilizando el método de extracción manual y posterior tamizado. Se delimitaron 10 parcelas de 25x25 cm en cada lugar, tomadas a intervalos regulares de 10 m a lo largo de una transecta escogida al azar. Para estudiar la distribución vertical de las diferentes especies se dividió cada parcela en tres estratos de 10 cm de profundidad cada uno. Las lombrices fueron separadas manualmente del suelo, además éste fue pasado a través de un tamiz de 3 mm, mayores detalles aparecen en Araujo y López-Hernández, 1999. Las lombrices extraídas se fijaron y preservaron en formol al 10%. Adicionalmente se tomaron muestras de suelo en cada parcela para determinar algunas características importantes del entorno inmediato en el que se encuentran las poblaciones de lombrices.

### **RESULTADOS**

#### **Cambios en los parámetros químicos y físicos del suelo.**

Los parámetros del suelo evaluados señalan que los sistemas estudiados presentan condiciones físicas diferentes (Tabla 1). Según el análisis de varianza, todas las variables presentaron variaciones significativas ( $P < 0,05$ ) con respecto a la localidad y profundidad del suelo. Se encontró una temperatura menor y un mayor contenido de humedad en la granja orgánica-SOA (24,7-24,9°C y 9,7-16,2% respectivamente) en comparación con la sabana (24,8-25,3°C y 8,9-9,1% respectivamente), lo cual se debe al efecto aislante que ofrece la hojarasca sobre el suelo de éste sistema. La densidad aparente del suelo del SOA correspondiente al estrato de 0-10 cm fue ligeramente menor (1,27 g/ml) con respecto a la registrada en la sabana (1,42 g/ml). En ambas localidades los suelos poseen un alto contenido de arena en todos los estratos, siendo ésta proporción levemente mayor en la sabana control (89-91%). La tabla 1 muestra que los suelos estudiados son muy arenosos, de pH moderado a ligeramente ácidos, en el caso del SOA los valores de pH son superiores a los controles, debido a la adición de cal y/o a la naturaleza de los residuos adicionados. Los contenidos de materia orgánica son superiores en el SP orgánico como consecuencia de la adición de abonos animales, lo que incide a su vez en una menor densidad aparente y mayor capacidad de retención de agua. El contenido de materia orgánica sin embargo se mantiene en un nivel bajo, no obstante, la adición abonos orgánicos. En lo que respecta a los tenores de fósforo, es notorio el incremento del mismo en SOA, tanto en sus formas disponibles, como orgánicas y totales (Tabla 2). Estos resultados confirman que

el pool de P para las plantas se ve favorecido con la adición de los abonos orgánicos, bien sea por a) el alto contenido de P disponible de estos abonos o b) la mineralización de una buena parte del fósforo orgánico (Po) contenido en los mismos.

Para el caso de los cationes disponibles, se encontraron incrementos significativos y notorios en el SOA respecto al control.

### **Composición de lombrices**

La mayoría de los individuos identificados en SOA pertenecen a la familia Glossoscolecidae. En éste sistema se distinguieron tres géneros diferentes de lombrices, donde predominan los individuos de *Onychochaeta*, en menor proporción se encontraron los géneros *Goiascolex* y *Pontoscolex*.

En lo que concierne a la composición de las poblaciones de lombrices encontrada en la sabana, ésta incluye individuos pertenecientes a la familia Glossoscolecidae y a la familia Megascolecidae. Debido al estado inmaduro de todos los especímenes colectados, no fue posible identificar los géneros correspondientes.

### **Densidad y Biomasa**

La densidad promedio de lombrices estimada para el SOA es de 155,2 ind./m<sup>2</sup>, mientras la biomasa promedio es de 18,86 g/m<sup>2</sup>. En la sabana control la densidad y biomasa promedios fueron 35,2 ind./m<sup>2</sup> y 1,09 g/m<sup>2</sup>, respectivamente (Tabla 1). Estos resultados indican que AOS posee una densidad y biomasa promedio de lombrices considerablemente mayor que la sabana control.

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

Los agroecosistemas estudiados bajo fertilización orgánica, se distinguen por un considerable aumento en las cantidades de P total, orgánico y disponible, cationes y materia orgánica, que eventualmente favorecen la producción vegetal y que afectan de manera significativa la pedofauna.

Se ha mostrado que el manejo de la materia orgánica en los suelos de sabana ha modificado notablemente las poblaciones de lombrices estimadas en los suelos de estudio, encontrando 1,6-4,8 veces más lombrices en SOA que en la sabana original. A pesar que este sistema ha sido intervenido, la entrada de enmiendas orgánicas al suelo ha proporcionado un sustento apropiado para las lombrices, además el cambio de las condiciones microclimáticas (por el cultivo de árboles frutales, hojarasca, etc.) ha permitido probablemente el establecimiento y predominio de estas poblaciones.

La mayor diversidad de lombrices encontrada en la sabana, podría ser consecuencia de los cambios físicos, químicos y biológicos que se han producido en el suelo del sistema agroforestal por la aplicación de excrementos animales y las perturbaciones ocasionadas por los cultivos, lo cual ha variado las condiciones microclimáticas del suelo y los recursos alimenticios naturales, induciéndose la desaparición de especies nativas. Estas últimas, incrementan en densidad y biomasa en la granja orgánica debido a la mayor abundancia de recursos alimenticios y las mejoras en las condiciones microclimáticas. Un estudio socioeconómico de las granjas estudiadas indica que estas son sostenibles bajo el esquema de subsidio a los alimentos de animales y fertilizantes.

## **REFERENCIAS**

- Anderson, J.M. & Ingram, J.S. (eds). 1992. Tropical Soil Biology and Fertility: A handbook of methods. CAB International, Wallingford, U.K. London.
- Araujo, Y. & López-Hernández, D (1999) Earthworm populations in a savanna agroforestry system of Venezuelan Amazonia. *Biol. Fert. Soils* 29:413-418
- López-Hernández, D.; Garcia-Guadilla, M. P.; Torres, F.; Chacón, P. & Paoletti, M. G. 1997. Identification, characterization and preliminary evaluation of Venezuelan Amazonian production systems in Puerto Ayacucho savanna-forest ecotone. *Interciencia* 22: 307-314.

earthworm biomass in AFS in relation to NS. The increase in pedofauna biomass is related to an important increase in soil fertility (N and P available forms) and an improvement in the soil physical properties of AFS. A socio-economic analysis of the farms indicated that the agroforestral system was sustainable when the prices of chicken food were subsidised, once the subsidies were eliminated the farmers were compelled to diversify their economy.

Tabla 1. Parámetros físicos y densidad de lombrices de tierra en el suelo y en el sistema orgánico agroforestral (SAO) y la sabana natural (S). Todos los valores presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Parámetros	SOA	S
<b>Temperatura (°C)</b>	24,8 ± 0,7	25,3 ± 0,6
<b>Humedad (%)</b>	16,2 ± 2,2	8,9 ± 0,6
<b>% Arena</b>	86,7 ± 1,5	91,2 ± 1,1
<b>% Arcilla</b>	8,5 ± 0,7	7,5 ± 0,5
<b>% Limo</b>	4,8 ± 1,6	1,3 ± 0,9
<b>Densidad Aparente (g/ml)</b>	1,3 ± 0,03	1,4 ± 0,02
<b>Densidad de Lombrices (ind/m<sup>2</sup>)</b>	155,2 ± 11	18,6 ± 1,3
<b>Biomasa de Lombrices (g/m<sup>2</sup>)</b>	35,2 ± 3,1	1,09 ± 0,1

Tabla 2. Parámetros químicos del suelo en el sistema orgánico agroforestral (SAO) y la sabana natural (S). Todos los valores presentan diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Parámetro	SOA	S
<b>pH</b>	6,1	4,7
<b>Materia Orgánica (µg/g)</b>	36500	14000
<b>Nitrógeno total (µg/g)</b>	1200	574
<b>Fósforo total (µg/g)</b>	499	214
<b>Fósforo orgánico (µg/g)</b>	156	70
<b>Fósforo disponible (µg/g)</b>	67	6
<b>Calcio (µg/g)</b>	864	60
<b>Magnesio (µg/g)</b>	145	16
<b>Potasio(µg/g)</b>	108	42

## MACROFAUNA DE INVERTEBRADOS DO SOLO EM PASTAGENS NO CERRADO DE UBERLÂNDIA -MG

A. Pasini (Depto de Agronomia, UEL, Londrina-PR; pasini@uel.br), I.C.B. Fonseca (Depto de Agronomia, UEL, Londrina-PR), M. Brossard (IRD, Brasília-DF), M. F. Guimarães (Depto de Agronomia, UEL, Londrina-PR).

### ABSTRACT

**Soil macrofauna under pastures in the Cerrado of Uberlândia-MG, Brazil.** The soil macrofauna on Cerrado of Uberlândia-MG were assessed, on May, 1997. Five treatments with oxisols (latosols) have been considered: Cerrado (native), No Tillage, *Braquiaria decumbens* (traditional), *B. decumbens* (improved) and *B. decumbens* + *Stylosantes guianensis*. The macrofauna was separate handy; density and biomass has been determined. Higher populations density were found in Cerrado and *B. decumbens* (improved) treatments. The major component of density were termites (91,5%); ants (4%); beetles (1,2%); earthworms (0,5%), and other invertebrates (2,8%). The Cerrado, *B. decumbens* (improved) and *B. decumbens* + *S. guianensis* have the highest biomass. Populations were concentrated in the upper part of the soil in the 0-10 cm layer (47%).

Key Words: soil insects, Oxisols (Latosols), termites, earthworms, *Brachiaria decumbens*,

### INTRODUÇÃO

Nos trópicos úmidos, os macroinvertebrados são os principais agentes reguladores dos processos dos solos, afetando a fertilidade tanto do ponto de vista químico quanto físico. No entanto, apesar da região do Cerrado estar inserida nos trópicos, sendo um importante componente na expansão agrícola, poucas pesquisas enfatizaram a diversidade biológica dos solos em relação à fauna edáfica. Desta forma, objetivou-se avaliar a macrofauna edáfica, em cinco áreas do Cerrado, sendo 3 áreas com pastagens, uma área com cultura agrícola e outra com Cerrado nativo.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho realizou-se em área com latossolo vermelho amarelo, em Uberlândia, MG.

Foram selecionadas cinco áreas (1 ha cada), durante a estação seca (maio/1997), sendo:

1) Braquiária Tradicional (BT): *Brachiaria decumbens* durante 20 anos; 2) B. Renovada (BR): áreas renovadas com a referida pastagem em novembro e dezembro de 1992; vinha sendo mantida por 15 anos com *B. decumbens*; o solo foi preparado duas vezes com grade de discos; 3) B. Renovada Consorciada (BC): manejo semelhante ao BR, porém consorciada com *Stylosantes guianensis* cv Mineirão; 4) Milho em Plantio Direto (PD): dois anos de semeadura direta após 8 anos com culturas; 5) Cerrado (CE): Cerrado Nativo, típico da região.

No método do monolito (ANDERSON & INGRAM, 1993), em cada tratamento foram coletadas amostras de solo de 25x25x30cm, distanciadas de dez metros, perfazendo cinco repetições. Cada amostra foi subdividida em quatro camadas: serapilheira, 0-10cm, 10-20cm e 20-30cm de profundidade. A macrofauna (SWIFT et al., 1979) foi separada manualmente e conservada em álcool 70%. A densidade (indivíduos/m) e a biomassa (g/m) foram determinadas em laboratório. Os dados referentes à biomassa foram corrigidos (Decaëns et al., 1994).

No método do transecto, em cada tratamento foram retiradas amostras de 25x25x10cm, perfazendo 20 repetições. Cada amostra foi subdividida em 3 camadas: serapilheira, 0-5 cm e 5-10cm de profundidade, avaliando-se somente a densidade populacional da macrofauna.

Para o método do monolito, realizou-se a análise de variância dos dados referentes a densidade populacional e à biomassa, através do programa SAS Windows versão 6.12 para experimento inteiramente casualizado em esquema fatorial, e complementada pelo teste de Tukey, no nível de 5% de probabilidade, sendo os dados corrigidos para  $\sqrt{n+0,5}$ . Para o método do transecto, bem como para a comparação dos dados referentes a densidade populacional nos dois métodos, realizou-se o estudo completo de tabelas de contingência  $R \times C$ , para  $R \geq 2$  amostras independentes (tratamentos) e  $C \geq 2$  variáveis classificatórias, de acordo com CURI, 1997.



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As práticas agrícolas promoveram alterações na macrofauna de invertebrados do solo nos diferentes tratamentos. Verificou-se estatisticamente maior densidade populacional nas áreas com Cerrado e na Braquiária Recuperada, sendo, no entanto semelhantes entre si (Tabela 1).

A macrofauna foi constituída principalmente por cupins (91,5%) . Em proporções baixas aparecem as formigas (4%), os coleópteros (1,2%) e as minhocas (0,5%), dentre outros (2,8%). A densidade populacional dos cupins foi estatisticamente superior nas áreas com Braquiária Recuperada e no Cerrado.

Semelhantemente à densidade populacional, a biomassa foi superior na Braquiária Recuperada e no Cerrado(Tabela 2); no entanto, também foi maior na Braquiária Consorciada. Neste caso, aparece a contribuição das minhocas e quilópodos, que embora participem com baixa densidade populacional, refletem em alta biomassa pelo grande tamanho corpóreo.

A representação dos cupins também foi expressiva quanto à biomassa, atingindo 82,41% do peso total computado. Em proporções inferiores apareceram os coleópteros (6,15%), minhocas (3,6%), formigas (2,83%), dentre outros (5,0%);

Verificou-se também que a profundidade do solo exerce influência sobre a macrofauna, sendo observada maior abundância na camada de 0-10cm (Tabela 1). Nesta mesma camada foi encontrada a maior quantidade de cupins, enquanto que na serapilheira a menor quantidade.

O fato de ter sido encontrado grupos taxonômicos da macrofauna semelhantes tanto na Braquiária Recuperada quanto na testemunha (Cerrado) , aliado à adequada produtividade daquela pastagem, é um indicativo de que a forma de manejo adotada é passível de utilização. Pode-se considerar também que a macrofauna, representada principalmente pelos cupins, não foi prejudicial ao sistema. Mesmo sendo encontrados gêneros de algumas espécies consideradas pragas agrícolas, como *Syntermes* , *Cornitermes* e *Heterotermes*, as mesmas não foram prejudiciais economicamente às pastagens.

Para as minhocas, a interação positiva entre o tratamento Braquiária Consorciada e a camada de 10-20cm (Tab.3) confirma a influência do manejo sobre a macrofauna. A maior cobertura vegetal fornecida ao solo pela leguminosa *Stylosantes guianensis* cv Mineirão, além da consequente umidade e oferta alimentar, propiciou aumento da população de minhocas.

No entanto, uma pastagem sem um manejo adequado (Braquiária Tradicional) reduz consideravelmente a macrofauna. Da mesma forma, verifica-se que no tratamento com Plantio Direto, a macrofauna foi bastante reduzida. Neste caso, possivelmente, o efeito dos produtos químicos utilizados (agrotóxicos) teve um efeito aditivo significativo, aliado ao preparo do solo com máquinas, visto que o plantio direto era recente no local.

No Plantio Direto foram coletadas larvas de coleópteros, principalmente na camada de 0-10cm. A incidência desde grupo tem sido comum em culturas agrícolas anuais do Paraná. Em certas regiões têm-se verificado redução da produção de soja e trigo por espécies pertencentes a aquela ordem (Scarabaeidae, Curculionidae e Chrisomelidade), que também foram encontradas nas áreas do Cerrado. Observou-se também uma interação positiva entre o tratamento com Plantio Direto e diplópodos (piolho-de-cobra). No entanto, este grupo tem atacado cotilédones e plantas recém-emergidas também em áreas agrícolas do Paraná.

Desta forma, o manejo não adequado no ecossistema do Cerrado, pela ação do homem, pode promover complicações futuras, pois espécies potencialmente pragas, que atualmente estão em equilíbrio no sistema, podem vir a causar danos de natureza econômica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J.M. & INGRAM, J. (ed.) 1993. Tropical Soil Biology and Fertility. A handbook of Methods, 2nd edition, Oxford, C.A.B., 221.
- DECAËNS, T.; LAVELLE, P.; JIMENEZ JAEN, J.J.; ESCOBAR, G. ; RIPPSTEIN; 1994. Impact of land management on soil macrofauna in the Oriental Llanos of Colombia. Eur. J. Soil Biol., 30, (4): 157-168.
- LAVELLE, P. 1984. The soil system in the humid tropics. Biol. Int. 9:2-17.
- LEE, K.E. & WOOD, T.G. 1971. Termites and soils. Academic Press, Lond, UK.
- SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; M.A.J. 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems Blackwell Scientific, oxford.

Tabela 1 – Densidade populacional média (corrigida:  $\sqrt{n+0,5}$ ) da macrofauna de invertebrados nos tratamentos submetidos aos diferentes manejos e camadas do solo.

Corriged density in the different soil layers

Manejo	Camada				
	Serapilheira	0 – 10 cm	10 – 20 cm	20 – 30 cm	Total
BC	2.98 A <sup>(1)</sup> a <sup>(2)</sup>	10.90 AB a	7.8 AB a	3.44 B a	25.12 B
BR	0.81 A c	20.09 A a	14.90 A b	15.06 A b	50.86 A
BT	0.71 A a	7.38 B a	8.83 AB a	4.22 B a	21.14 BC
CE	0.71 A c	19.34 A a	15.72 A ab	9.31 AB bc	45.08 A
PD	1.88 A a	5.41 B a	3.37 B a	1.87 B a	12.53 C

(1) médias seguidas de letras maiúsculas iguais, em uma mesma coluna não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey (DMS = 9.97).

(2) médias seguidas de letras minúsculas iguais, em uma mesma linha não diferem entre si, no nível de 5% de significância pelo teste de Tukey (DMS = 9.37).

Tabela 2 – Biomassa média (g) da macrofauna de invertebrados nos tratamentos submetidos aos diferentes manejos. (nível de significância de 5%; DMS=6,8752)

Mean biomass in the different plots

Manejo	Biomassa média (g/m <sup>2</sup> )
CE	8.2192 A
BR	6.9504 AB
BC	3.0736 AB
PD	0.8624 B
BT	0.5168 B

Tabela 3 - Densidade populacional de minhocas nos diferentes tratamentos e profundidades. Earthworms (corrige density:  $\sqrt{n+0,5}$ ) en the different plots and layers.

Manejo	serapilheira	0-10cm	10-20cm	20-30cm
BC	0,94 A b	1,37 A b	2,30 A a	1,20 A b
BR	0,71 A a	1,12 A a	0,88 B a	0,88 A a
BT	0,71 A a	0,71 A a	0,71 B a	0,71 A a
CE	0,71 A a	0,71 A a	0,71 B a	0,71 A a
PD	0,71 A a	1,06 A a	0,91 B a	0,71 A a

DMS (5%) Solo/profundidade = 0,6648

DMS (5%) Profundidade/solo = 0,6246

## DISTRIBUIÇÃO DE RAÍZES DE PASTAGENS (*Brachiaria decumbens*) SOB DIFERENTES SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO

C. C. Medina<sup>1</sup>, M. Brossard<sup>2</sup>, C. Lebourg<sup>2</sup> e C.S.V.J. Neves<sup>1</sup>

1. Universidade Estadual de Londrina, C.P. 6001, 86051-990, Londrina, PR, Brasil, medina@uel.br
2. IRD/Embrapa Cerrados, CP 7091, 71619-970 Brasília, DF.

Palavras-chave: root, degraded pasture, *Stylosanthes guyanensis*, savannas.

### ROOT DISTRIBUTION OF *Brachiaria decumbens* PASTURE UNDER DIFFERENT RECOVERY SYSTEMS

**Abstract:** A trial with *Brachiaria decumbens* with different management systems was carried out in Uberlândia (MG) in a yellow red latosol in a “cerrado” site. Three treatments were used: degraded *Brachiaria decumbens*; *Brachiaria decumbens* with *Stylosantes guyanensis* cv. Mineirão; *Brachiaria decumbens* renewed 5 years before. The pasture root system was evaluated by the profile wall method. In all treatments there were significantly more roots in the 0-25 cm layer than in the 25-50 cm layer. Pasture renewal had advantages in the root amount over the other treatments.

O cerrado é uma vegetação natural que ocorre em 2 milhões de km<sup>2</sup> nas regiões central e amazônica do Brasil, cobrindo cerca de 22 % do território do país. De acordo com Ker & Resende (1996), os latossolos predominam na região de cerrados, com 46 % do total da área. Apresentam, de maneira geral, baixa fertilidade e acidez elevada. A pecuária é uma das principais atividades do cerrado. A produtividade das pastagens tropicais, comparada com a das pastagens de clima temperado, é muito baixa. Isto se deve, principalmente, à natureza marginal crescente da maioria das terras onde se desenvolvem as pastagens, em consequência da utilização das melhores terras por culturas anuais (Spain & Vilela, 1990). Do total da área de pastagem cultivada, cerca de 80 % encontram-se degradadas. As causas da degradação são a baixa fertilidade natural dos solos, o superpastejo, a baixa tecnologia e o longo período sem manejo ou reforma adequada. A introdução de leguminosas pode contribuir para contornar estes problemas, podendo ser utilizadas independentemente ou associadas a outras práticas (Zimmer et al., 1994). A seleção de forragens tropicais (leguminosas e gramíneas) adaptadas a solos ácidos de baixa fertilidade é considerada o manejo mais viável para incremento de produtividade dos pastos (Rao et al., 1995). O objetivo do trabalho foi avaliar o enraizamento de plantas em sistemas intensivos de criação de bovinos. O ensaio foi conduzido em áreas comerciais no Triângulo Mineiro, Uberlândia, MG, em Latossolo Vermelho Amarelo. Foram avaliados três sistemas de manejo de pastagens: BCO: pastagens de *Brachiaria decumbens* de 20 anos, com baixa produtividade; BR: pastagem renovada de 5 anos de *Brachiaria decumbens*; BC: pastagem renovada de 5 anos com *Brachiaria decumbens* consorciada com *Stylosantes guyanensis* cv. Mineirão. As observações foram efetuadas no final da estação chuvosa. A avaliação das raízes foi feita pelo método da parede do perfil, sendo abertas duas trincheiras por tratamento, subdivididas em duas partes, perfazendo quatro repetições por tratamento. As raízes foram expostas e o perfil dividido em 4 quadrantes de 25 x 25 cm e filmado. As imagens foram digitalizadas e analisadas pelo programa Kontron (Kontron & Liktronik, 1994), obtendo-se o número, a densidade (número/cm<sup>2</sup>) e a área (em porcentagem) de raízes por profundidade. Nas mesmas trincheiras, foram coletadas amostras para análises de densidade do solo, pelo método do balão volumétrico. Observou-se que o tratamento BC foi o que apresentou maiores valores de densidade do solo na camada de 0 a 50 cm, estando estes entre 1,21 a 1,36 kg dm<sup>-3</sup>. Os tratamentos BCO e BR apresentaram as seguintes variações de valores: 1,15 a 1,31 e 1,08 a 1,12 kg dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Nas Tabelas 1, 2 e 3 são apresentados os resultados referentes à quantidade de raízes nos três tratamentos avaliados. Observa-se que, em todos os tratamentos, a camada de 0-25 cm apresentou significativamente mais raízes do que a camada 25-50 cm. Comparando-se os tratamentos, observa-se que tanto a avaliação do número de raízes como a do número de raízes /cm<sup>2</sup> mostraram uma vantagem significativa para o tratamento BR, indicando que a renovação da pastagem teve efeito benéfico sobre o desenvolvimento das plantas.

## REFERÊNCIAS

- KER, J.C.; RESENDE, M. Recursos edáficos dos cerrados: ocorrência e potencial. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8., 1996, Brasília. **Anais...**, Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1996. p. 15-19.
- KONTRON Imaging Systems. **KS 300** – Rel. 1.1b, abril, 1994. Kontron Elektronik.
- RAO, I.M.; AYARZA, M.A.; GARCIA, R. Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils. I. differences in plant growth, nutrient acquisition and nutrient utilization among C<sub>4</sub> grasses and C<sub>3</sub> legumes. **J. Plant Nutrition**, 18 (10): 2135-2155, 1995.
- SPAIN, J.M.; VILELA, L. Perspectivas para pastagens consorciadas na América Latina nos anos 90 e futuros. In: **Pastagens**. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba, FEALQ, 1990. p. 87-105.
- ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; BARCELLOS, A.O.; KICHEL, A.N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11°. Piracicaba: FEALQ, 1994. **Anais...**, Piracicaba, 1994. p. 153-208.

TABELA 1. Contagem de raízes de pastagens submetidas aos manejos de recuperação.

Profundidade (cm)	Número de raízes			Média
	Tratamentos			
	BCO*	BC	BR	
0-25	604,0	355,0	747,0	568,7 A
25-50	255,5	204,0	424,0	294,5 B
Média	429,7 b	279,5 c	585,0 a	

\*BCO: *Brachiaria decumbens* sem renovação; BC: *Brachiaria decumbens* consorciada com *Stylosantes guyanensis* cv. Mineirão; BR: *Brachiaria decumbens* renovada há 5 anos.

TABELA 2. Área de raízes (em porcentagem) de pastagens submetidas aos manejos de recuperação.

Profundidade (Cm)	% da área com raízes			Média
	Tratamentos			
	BCO*	BC	BR	
0-25	8,03	9,28	12,08	9,80 A
25-50	3,01	1,76	4,45	3,07 B
Média	5,52 a	5,52 a	8,27 a	

\*BCO: *Brachiaria decumbens* sem renovação; BC: *Brachiaria decumbens* consorciada com *Stylosantes guyanensis* cv. Mineirão; BR: *Brachiaria decumbens* renovada há 5 anos.

TABELA 3. Densidade (número/cm<sup>2</sup>) de raízes de pastagens submetidas aos manejos de recuperação.

Profundidade (Cm)	Número de raízes / cm <sup>2</sup>			Média
	Tratamentos			
	BCO*	BC	BR	
0-25	2,42	1,42	2,99	2,28 A
25-50	1,02	0,82	1,70	1,18 B
Média	1,72 b	1,12 c	2,35 a	

\*BCO: *Brachiaria decumbens* sem renovação; BC: *Brachiaria decumbens* consorciada com *Stylosantes guyanensis* cv. Mineirão; BR: *Brachiaria decumbens* renovada há 5 anos.

# THE IMPACT OF SOIL ORGANISMS ON SOIL FUNCTIONING UNDER TROPICAL PASTURES. A CASE STUDY OF A NATIVE ANECIC EARTHWORM SPECIES

J. J. Jiménez<sup>1</sup> and T. Decaëns<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Soil and Plant Nutrition Unit, CIAT, AA 6713, Cali, Colombia. E-mail: j.jimenez@cgiar.org

<sup>2</sup> Laboratoire d'Ecologie, UFR Sciences et Techniques, Université de Rouen, F-76821 Mont Saint Aignan Cedex, France

*Martiodrilus carimaguensis* (Oligochaeta, Glossoscolecidae) is a large (adults are 9.3 mm in diameter, 194 mm length and a formalin-preserved weight of 11.2 g on average), dorsally dark-grey anecic native earthworm from the natural savannas of the eastern plains of Colombia. During the last 7 years, several studies were carried out in the Research Station of Carimagua, which aimed at identifying the main biological, ecological and functional attributes of this species in natural savanna and derived agroecosystems. This species was chosen for this extensive research because it produce large quantities of large casts at the soil surface and because it adapts very well to a large range of agroecosystems.

A stratified random sampling procedure was performed during 17 months (from April 1994 to September 1995, except June 1994) in a native savanna and in an intensive pasture. Each month earthworms were handsorted from five 1x1x0.5 m monoliths in each system (after Lavelle 1978). Sampling depth varied occasionally up to 80 cm to follow seasonal vertical movements by some species, especially *M. carimaguensis*.

Density and biomass were much higher in the introduced grass-legume pasture compared to the savanna. Differences in population density between both ecosystems was also reflected in the number of fresh casts deposited on the soil surface. Monthly deposition in the improved pasture system was  $38.4 \times 10^3$  fresh casts. ha<sup>-1</sup>, eleven times greater than that in the native savanna.

Cocoons of *M. carimaguensis* are yellowish, ovoid in shape, rather large (23.6 x 14 mm) and weighing on average 1.81 g. Two individuals, weighing 0.76 g each on average (n = 33), hatch from each cocoon but soon descend into the soil to begin a resting period, i.e diapause, from August to the onset of the next rainy season. The ratio cocoon weight/adult weight is the highest ever recorded in any study of earthworm communities. *M. carimaguensis* lay its cocoons at 20 to 50 cm depth at the end of the rainy season in contrast to adults and juveniles which can reach greater depth, and only few cocoons do not hatch during this period but at the onset of the next rainy season.

This species shows strong vertical migrations during the year. It is active in the superficial soil layer during the beginning of the rainy season, and enter in a true diapause to withstand adverse mesologic conditions during the dry period. Interestingly, important differences appear in the onset of diapause between immature and mature worms. Whilst adults enter diapause at the end of the rainy season, in November and December, immature worms will initiate it four months before, in July and August. All the fresh casts observed at the soil surface from July/August on will belong to adults. Soil moisture seems to be an important factor determining the vertical distribution of this species, although differences between immature worms and adults are also likely to be of biotic origin. Diapause begins after the individual goes down to 60-100 cm depth and builds an aestivating chamber in which it coils itself up, after emptying its gut. It remains quiescent until the next rainy season. Another outstanding feature is the sealing of the end of its burrow with several walls built with cast material, apparently to avoid an excessive loss of moisture from the body surface and support a minimal respiration rate. The combination of these forms of behaviour allows this species to reduce the otherwise high risk of mortality during the unsuitable conditions of the dry season.

Mature worms of *M. carimaguensis* are located at greater depth than immature ones in the soil ( $p < 0.01^{**}$ ). Normally, most of aestivating immature worms were found in the 40-50 cm layer, whilst both adults and subadults locate in the 50-60 cm layer. Without taking into account the age class of the population, a significant non-linear correlation exists between the weight of worms in diapause and their location in the soil profile (Kruskal-Wallis ANOVA,  $P = 0.011$ ). The larger the individual the deeper it aestivates and its average weight ranges from 1 to 2.5 g (4 g maximum), which is very low when compared to the fresh adult weight. This is the result of emptying their guts to coil themselves up in their aestivating chambers.

*M. carimaguensis* inhabits semi-permanent vertical burrows at the entrance of which individuals deposit superficial and tower-like casts of very large size. Fresh casts indicate the presence of an active individual, and from July to December casting indicates the presence of active adults since immature worms initiate a period of diapause. A very significant relationship ( $p < 0.01$ ) was observed between the number of fresh casts and the number of individuals collected in the upper 10 cm of soil during the rainy season. Cast production shows strongly marked seasonal fluctuations, with maximum deposition at the beginning of the rainy season and none during the dry season.

An accurate study of the impacts on soil functioning of ageing casts of *M. carimaguensis* was conducted in a native savanna and an intensive pasture of Carimagua. In both systems, *M. carimaguensis* is active and in the same burrow during at least the first week after cast deposition begins. Surface casts of this species are globular and formed by a continuous deposition of material at the opening of the burrow over several days, resulting in a combination of dry and fresh material at the bottom and the top of the cast respectively. The final structure is a towerlike cast easily distinguishable from other soil surface casts. Casts can reach up to 15 cm height and 400 g weight. When the earthworm leaves its semi-permanent burrow or when it descends deep into the soil profile to start diapause, the cast dries completely and is progressively destroyed by e.g. fires, rain drop impacts, invertebrate activity, cattle trampling and land management practices. Finally, old casts are broken in macroaggregates that are spread at the surrounding soil surface before being progressively integrated into the soil profile.

In May 1996, at the onset of the rainy season and during the peak of earthworm activity, an experiment was started in which, 160 surface casts of *M. carimaguensis* were divided into 4 groups of 40 neighbouring casts and identified individually with small metal plates. At this stage, only fresh and yet small casts (*i.e.*, at the early phase of deposition) were chosen. In doing that, we ensure the presence of earthworms in each of the marked casts, while avoiding any cumulative effect of cast material. In the pasture, each group of casts was protected from animal trampling by a 2 x 2 m metallic cage. Samples were taken 1, 2, 3, 7, 14 days and 1, 2, 5, 6.5, 8 and 11 months after deposition of the casts. At each date, a sample was randomly taken from each group of 40 casts. From each group the following samples were taken: (i) one cast, (ii) the underlying soil (located directly below the cast) and (iii) the adjacent soil (located 20 cm away from the cast).

Compared to the bulk soil, casts produced in the two systems had significantly higher total C contents (1.5-1.9 times higher, in the savanna and pasture respectively) and total N (1.4-1.6 times higher), what means that this species selects food substrates with high organic contents. In general, C contents significantly increased during cast ageing (+ 100%), possibly because of CO<sub>2</sub> fixation processes, dead root accumulation and/or macrofaunal activities in casts. In fresh casts, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> levels are very much higher (294.20 to 233.98 µg. g dry cast<sup>-1</sup> in the savanna and the pasture respectively), than in the soil (26.96 to 73.95 µg. g dry soil<sup>-1</sup>), associated with the intense mineralisation processes that occurs during the transit of soil and organic matter through the earthworm gut. During the first week of cast ageing, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> levels sharply decreased, while NO<sub>3</sub><sup>-</sup> levels showed successive peaks in the casts, the underlying soil and the adjacent soil. These results suggest a rapid production of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> by nitrification processes in fresh casts, followed by diffusion to the nearby soil, first vertically, then horizontally.

Macroinvertebrates colonised casts 4 and 6 weeks after their formation in the pasture and the savanna, respectively. In the two grasslands, macroinvertebrate density was

significantly higher below casts (1660 to 5310 ind m<sup>-2</sup>) than in the control soil (400 to 1700 ind m<sup>-2</sup>), while no differences were observed in biomass, richness, diversity and evenness. The presence of casts at the soil surface increases the relative dominance of epigeic populations (+ 185% to + 250%) at the expense of larger endogeic species (- 39% to - 76%). Taxonomic richness was positively correlated with the number of casts at the soil surface at the scale of a few decimetre quadrats, while diversity was unchanged and evenness decreased. These results were mainly attributed to the creation of new habitats (macropores, galleries) by earthworm activity and to the concentration of litter and organic matter in casts.

The impact of *M. carimaguensis* on seed banks was assessed in a native savanna and two pastures of different age. *M. carimaguensis* ingests large amounts of seeds with their food substrate (58 to 163 seeds. 100 g<sup>-1</sup> of ingested soil). The percentage of germination of seeds is 3 to 40 times lower in earthworm casts than in soil, probably as a consequence of damages suffered by ingested seeds during gut transit. We estimate that from 18 to 878 germinable seeds. m<sup>-2</sup>. yr<sup>-1</sup> can be excreted in surface casts, representing from 1% to 13% of the total germinable seed bank of the soil. In the savanna and the older pasture, the composition of the vegetation is relatively closer to that of the cast seed bank than that of the soil seed bank. This may be due to the presence of enhanced conditions for germination in surface casts, which may increase the chances for excreted living seeds to germinate and contribute to the plant cover. Cast then may be considered as a regeneration niche for some plant species, and earthworm activity as a factor enhancing the expression of the native vegetation, even in agroecosystems.

An experimental approach was used to assess the impact of *M. carimaguensis* at an observation scale larger than that of its own casts. Fibre glass netting was used to prevent the colonisation of the top soil by reactivating individuals at the onset of the humid season. This manipulation succeeded in preventing *M. carimaguensis* activity in the top soil. The impact on soil and vegetation was assessed using a principal component analysis. The effect of earthworm absence on soil properties and plant growth explains 16.50% of the total variance and mainly consists in an increase of superficial soil compaction and Al saturation, a decrease of C contents and herbaceous biomass with a higher relative abundance of weeds.

These results support the general knowledge of how earthworm can affect soil fertility and plant growth. *M. carimaguensis*, through the production of casts affects the availability and nature of both the spatial and trophic resource in soil, and causes significant consequences on soil invertebrate community and plant growth. This species certainly belongs to the functional group of “ecosystem engineers”, as it controls some resources for other organisms through the production of physical bio-structures. Further research should be focused now to test whether *M. carimaguensis* is a keystone species (*sensu* Paine, 1969) or not.

Key words: Earthworms, Soil functioning, Pastures, Savannas, Ecosystem engineers, Functional ecology.

Soil macrofaunal communities in permanent pastures derived from tropical forest or savanna.

DECAËNS, T.; JIMÉNEZ, J.J.; BARROS, E.; CHAUVEL, A.; BLANCHART, E.; LAVELLE, P.

The impact of the conversion of native ecosystems into extensive or intensive pastures was assessed with a standardised methodology in two neotropical phytogeographical regions, *i.e.* a tropical savanna area (Eastern Plains of Colombia) and a tropical rain forest area (Brazilian Amazon).

In the savanna area, extensive cattle ranching only leads to a slight enhancement of earthworm populations and to short-term fire-induced decreases of macrofaunal density. In intensive pastures, the initial taxonomic richness and composition of soil macrofauna is maintained, while native earthworm biomass is highly increased. This may be explained by the similar mesologic conditions between these systems (similar vegetation structure) and by the highest quality of the organic inputs in the pastures (roots, litter and cattle faeces). Increased macrofaunal activity with a high taxonomic diversity is expected to have positive impacts on the sustainability of pastures in Colombian savannas.

In the Amazon basin, slashing and burning of the forest for intensive pasture establishment origins more dramatic effects on native macrofauna. Taxonomic diversity is particularly deeply affected. Native earthworm species are largely depleted at the expense of exotic peregrine species like e.g. *Pontoscolex corethrurus*. These results are probably bound with the dramatic environmental changes that follow the conversion of forest into grassland ecosystems. Such modifications of macrofaunal communities are likely to have potential negative effects in terms of soil functioning and sustainability of agropastoral systems in this area.

Key words: Tropical savannas, forests, pasture establishment, soil macrofauna, earthworms, soil biodiversity.



# A MACROFAUNA DO SOLO NAS PASTAGENS NATIVAS E INTRODUZIDAS DO TRÓPICO ÚMIDO MEXICANO

## SOIL MACROFAUNA IN NATIVE AND INTRODUCED PASTURES OF HUMID TROPICAL MEXICO

G. G. Brown<sup>1</sup>, I. Barois<sup>1</sup>, A. G. Moreno<sup>2</sup>, C. Fragoso<sup>1</sup> e P. Rojas<sup>1</sup>

1. Departamento de Biología de Suelos, Instituto de Ecología, A.C., A.P. 63, Xalapa, Ver., 91000, Mexico. e-mail: [browng@ecologia.edu.mx](mailto:browng@ecologia.edu.mx) 2. Facultad de Biología Animal I, Universidad Complutense, Madrid, 28040, Spain.

### English Abstract:

A large proportion of the land in E. Mexico is under grazed pastures, providing ideal conditions for proliferation of soil macrofauna. Over 40 macrofauna communities were sampled revealing a dominance of earthworms, termites and ants (abundance) and earthworms (biomass). Mean density and biomass (all sites) was 812 indiv. m<sup>-2</sup> and 32 g m<sup>-2</sup>, respectively; slight differences were observed between native and introduced pastures, and a marked seasonality was seen for most organisms. The prevalence of ecosystem engineers in large numbers and biomass seems to point to an important, and as of yet little studied role of these organisms in soil processes and plant productivity in Mexican tropical pastures.

**Key words:** *soil fauna communities, pasture ecosystems, E. Mexico*

Uma grande parte da zona tropical úmida Mexicana é dedicada às pastagens para alimentar o gado bovino, caprino e ovino. Só no estado de Veracruz aproximadamente 65% da área é de pastagens (3.7 milhões de ha), das quais 70% são pastagens nativas. Reconhece-se que o solo das pastagens de zonas tropicais úmidas, ao ser protegido da perturbação (aragem) e ter adição constante de matéria orgânica na forma de raízes e restos da vegetação aérea, contém quantidades elevadas de C e recursos alimentícios para a macrofauna do solo.

Este trabalho teve como objetivo quantificar as comunidades da macrofauna edáfica em diversas pastagens no leste do México, usando a metodologia padronizada do TSBF (Anderson e Ingram, 1993). As amostragens se realizaram principalmente nas zonas úmidas (>1100 mm precipitação anual) e baixas (planície costeira) do país, e somente nos estados de Veracruz, Chiapas e Tabasco (Tabela 1). Juntando todos os dados para a época chuvosa, pode-se ver que a abundância média da macrofauna foi 812 indivíduos m<sup>-2</sup> e a sua biomassa, 32 g m<sup>-2</sup> (Figura 1). A densidade foi dominada pelos cupins, formigas e minhocas, ocupando quase igual proporção, seguida dos besouros e miriápodos. Os “outros” organismos (soma dos hemípteros, homópteros, larvas de lepidópteros e dípteros, gastrópodos, isópodos, ortópteros, blatárias e pseudo-escorpiões) representaram 9% do total. A biomassa foi dominada exclusivamente pelas minhocas, que ocuparam, na média, 84% do total, só chegando a ocupar 9% deste total os besouros e o resto da fauna, 6%.

As pastagens nativas, compostas de gramas Mexicanas (p.ex. os gêneros *Paspalum*, *Sporobolus* e *Axonopus*), contém densidades e biomassas de macrofauna ligeiramente diferentes às das pastagens introduzidas (principalmente gêneros Africanos como *Cynodon*, *Brachiaria*, *Digitaria* e *Andropogon*). Trabalhos desenvolvidos no estado de Veracruz (5 sítios) mostraram maiores densidades e biomassas totais da macrofauna nas pastagens nativas na época chuvosa, mas sem maiores diferenças na época seca (Figura 2). As diferenças foram principalmente na quantidade de formigas e cupins, que foram significativamente mais abundantes nas pastagens nativas.

Enquanto à estação do ano, pode-se ver tanto nas pastagens nativas como introduzidas, maiores biomassas e densidades totais da macrofauna na época chuvosa (Figura 2). Enquanto à biomassa, a diferença mais marcada foi a das minhocas e de densidade, a dos cupins. Essa sazonalidade é provavelmente devido à disponibilidade da água e de recursos, que são mais abundantes na época chuvosa.

As altas biomassas da macrofauna (principalmente de minhocas) nas pastagens, comumente superam à do gado pastoreando-o. Esta biomassa e a sazonalidade da sua ação, correspondente ao período de maior crescimento vegetal possivelmente resultem num importante papel dessa fauna nos processos edáficos (aeração, infiltração, ciclagem de nutrientes, mineralização, decomposição etc.), e na produtividade vegetal (germinação das sementes, crescimento das raízes, caules e folhas). Futuros trabalhos tanto no campo, como em casa de vegetação e no laboratório são necessários para comprovar estas hipóteses e quantificar os efeitos dos diferentes organismos nestes processos.

### Referências Bibliográficas:

- Anderson J.M. & J.S.I. Ingram 1993. *Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods*, 2ª edición. CAB International, Wallingford.
- Brown, G.G., I. Barois & A.G. Moreno. 1999 e 2000. *Relación entre la fauna edáfica, su biodiversidad, y la producción primaria y el secuestro de C en el suelo: pastizales nativos vs. introducidos en el estado de Veracruz*. Informe Anual à Agência Espanhola de Cooperação Internacional. Universidad Complutense de Madrid e Instituto de Ecología, A.C., Madrid e Xalapa.
- Bueno, J. & I. Barois. 1997. Monitoreo de la fauna del suelo en pastizales del municipio de Reforma, Chiapas. Informe do Projeto "Monitoreo edafológico de áreas influenciadas por las actividades de PEMEX en el estado de Tabasco y Chiapas." UNAM, Instituto de Geología, México, D.F.
- Camacho, G.O. 1995. *Estudio de la macrofauna edáfica de 3 agroecosistemas en La Mancha, Ver.* Tese de Graduação em Biología, Universidad Veracruzana, Córdoba.
- Lavelle, P., M.E. Maury & V. Serrano 1981. Estudio cuantitativo de la fauna del suelo en la región de Laguna Verde, Veracruz: Época de lluvias. *Instituto de Ecología de México Public.* 6: 75-105.
- Ordaz, V.M. 1995. *Impact de la culture intensive des agrumes sur le fonctionnement des sols dans une zone tropicale du Mexique (État de Tabasco)*. Tese de Doutorado em Solos, Institut National Agronomique Paris-Grignon.
- Ortiz, B. 1999. Ganadería bovina, biodiversidad de suelo y sustentabilidad en el trópico Veracruzano. Tese de Doutorado em Ecología e Manejo de Recursos Naturais, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa.
- Rodríguez, M.C. 1998. *Evaluación y diagnóstico de la macrofauna y la mesofauna edáficas de los suelos restaurados por industrias Apasco en el Cerro Buenavista, Ver.* Tese de Mestrado em Ecología e Manejo de Recursos Naturais, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa.

Tabela 1. Sítios aonde se realizaram amostragens da macrofauna edáfica em pastagens no México.

Table 1. Sites in E. Mexico where soil macrofauna were sampled in pastures.

<i>Estado e Sítio</i>	<i>Alt. (m)</i>	<i>Ppt. (mm)</i>	<i>Amostra</i>	<i>Referências</i>
<i>Veracruz</i>				
1. Tuxpan	75	1352	N,I,S,C	Brown <i>et al.</i> (1999; 2000)
2. Carranza	35	1179	N,I,S,C	Ortiz (1999); Brown <i>et al.</i> (1999; 2000)
3. Plan de Hidalgo	200	1169	N,C	Ortiz (1999)
4. Martínez de la Torre	80	1509	N,I,C	Brown <i>et al.</i> (1999; 2000)
5. Plan de las Hayas	800	1275	I,C	Lavelle <i>et al.</i> (1981)
6. Palma Sola	50	1235	I,C	Lavelle <i>et al.</i> (1981)
7. La Mancha	10	1300	I,C	Camacho (1995); Rojas <i>et al.</i> (unp data)
8. Cofre de Perote	3000	1350	N,C	Rojas <i>et al.</i> (unp data)
9. Orizaba	1700	2155	I,C	Rodríguez (1998)
10. La Víbora	35	1440	N,S,C	Brown <i>et al.</i> (unp data)
11. Medellín	150	1667	I,C	Ortiz (1999)
12. Paso del Toro	10	1500	N,I,S,C	Brown <i>et al.</i> (1999; 2000)
13. Los Tuxtlas	180	4725	I,C	Fragoso <i>et al.</i> (unp data)
14. Isla	75	1310	N,I,S,C	Brown <i>et al.</i> (1999; 2000)
15. Acayucan	158	1700	I,C	Fragoso <i>et al.</i> (unp data)
16. Jaltipan	133	1890	I,C	Fragoso <i>et al.</i> (unp data)

Tabela 1. continuação

<i>Tabasco</i>					
17. Huimanguillo	15	2420	I,S	Ordaz (1995); Ordaz e Avilés (unp data)	
<i>Chiapas</i>					
18. La Reforma	50	2250	I,C	Bueno e Barois (1997)	

N= pastagem nativa; I= pastagem introduzida; S= época seca; C= época chuvosa; unp data= dados não publicados

**Abundância Total = 812 indiv. m<sup>-2</sup>**

**Biomassa Total = 32.1 g m<sup>-2</sup>**

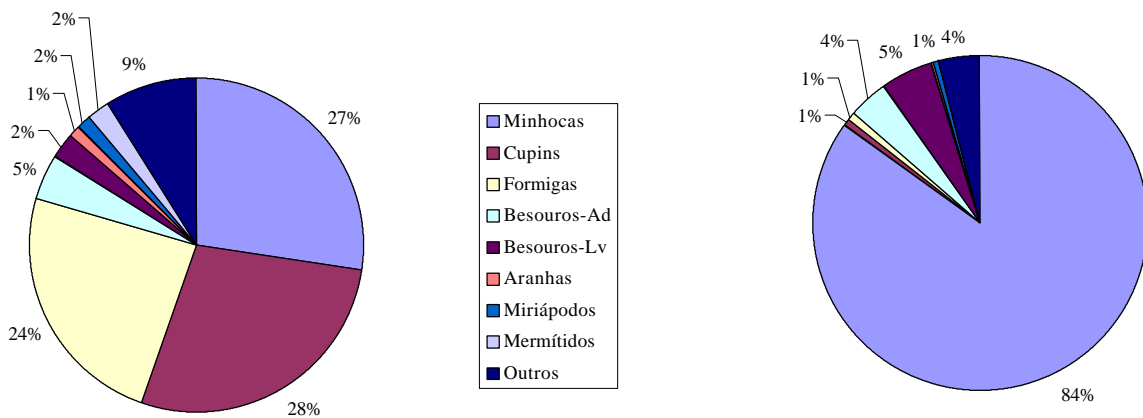


Figura 1. Proporção (%) da biomassa e abundância total de cada principal grupo taxonômico da macrofauna edáfica nas pastagens Mexicanas (média de 39 amostras em 18 locais, realizados em época chuvosa).

Figure 1. Proportion of the total biomass and abundance of each main taxonomic grouping of the soil macrofauna in Mexican pastures (mean of 39 samples in 18 sites taken in the rainy season).

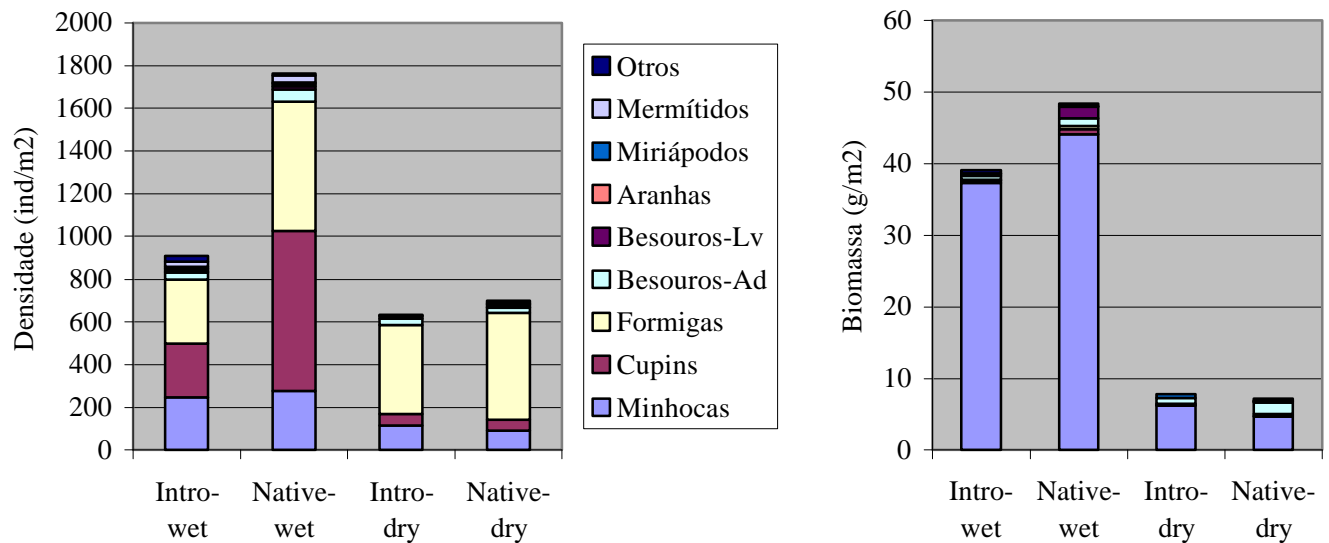


Figura 2. Média das densidades e biomassas da macrofauna do solo em pastagens nativas e introduzidas, na época seca e chuvosa, de 5 locais do estado de Veracruz.

Figure 2. Mean density and biomass of soil macrofauna in native and introduced pastures, in the rainy and dry seasons, in 5 sites from Veracruz State.

## PASTAGENS TROPICAIS E REFLEXOS SOBRE A DIVERSIDADE DE GRUPOS DA MACROFAUNA DE INVERTEBRADOS DO SOLO

J. Brigante (PPG-ERN – UFSCar/São Carlos/SP; CNPDIA/EMBRAPA. [janete@cnpdia.embrapa.br](mailto:janete@cnpdia.embrapa.br) ), A. Pasini (Depto. de Agronomia - UEL/Londrina/PR), J. C. Fogo (Depto. de Estatística – UFSCar/São Carlos/SP), O. Primavesi (CPPSE/EMBRAPA/São Carlos/SP) e M. F. Guimarães (Depto. de Agronomia – UEL/Londrina/PR) e M. Brossard (CPAC/EMBRAPA/Brasília/DF).

### ABSTRACT

**SOIL MACROINVERTEBRATES DIVERSITY AS EFFECTED BY TROPICAL PASTURES.** The diversity of soil macroinvertebrates groups in tropical pasture system (*Brachiaria decumbens* and *Panicum maximum* cv. Tobiata) was evaluated and compared with a natural system both located at the Centro de Pesquisas de Pecuária do Sudeste-EMBRAPA, through Shannon diversity index. These data were subjected to the Tukey's method of multiple comparison. The results showed that the macroinvertebrates diversity were equal between pasture and native systems during the dry season. The results suggested that the macroinvertebrates communities of the pastures developed a new equilibrium state, with maintenance of diversity.

**Key words:** monoliths, litter, climatic conditions, natural system.

### INTRODUÇÃO

Em solos com vegetação natural, os recursos biológicos são o resultado de processos de adaptação às condições ambientais. Com a substituição do sistema natural por pastagens, prática crescente especialmente nos trópicos, a macrofauna invertebrada do solo, em diferentes graus de intensidade, é afetada pelas modificações provocadas no sistema, especialmente no pedoclima (CATTELAN & VIDOR, 1990). Esses efeitos devem ser quantificados, uma vez que os processos degradativos do solo estão fortemente correlacionados com o seu componente biológico, em especial a macrofauna (LAL, 1991). Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a diversidade dos grupos da macrofauna de invertebrados do solo em áreas com pastagens tropicais, submetidas a diferentes formas de manejo.

### MATERIAL E MÉTODOS

A área sob estudo localiza-se no Município de São Carlos-SP, no Centro de Pesquisa da Pecuária do Sudeste-CPPSE-EMBRAPA. O clima é mesotérmico brando (tropical de altitude) do tipo Cwa, segundo Köppen, sendo que a região situa-se na interface do domínio fitogeográfico de Cerrado e de Mata Atlântica. As áreas amostradas foram constituídas por duas pastagens: *Brachiaria decumbens*, ou capim-braquiária (com 21 anos de implantação), *Panicum maximum* cv Tobiata (com 10 anos de implantação) e uma mata Mesófila Semidecídua, todas sobre Latossolo Vermelho-Amarelo. Foi realizada uma coleta em agosto de 1998 e outra em março de 1999. Foram retirados monólitos nas dimensões de 25x25x30 cm (ANDERSON & INGRAM, 1995) segmentados em serapilheira, 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade. De cada camada foi feita uma retirada manual da macrofauna. Os dados foram agrupados e transformados em índice de diversidade, segundo o índice de SHANNON (ZAR, 1984), considerando-se: (i) grupos de macrofauna da serapilheira das áreas e o período de coleta; (ii) grupos de macrofauna total das áreas e o período de coleta e, (iii) diversidade de grupos de macrofauna em cada área de estudo. Os índices calculados foram comparados através do método das comparações múltiplas de TUKEY e do teste *t-Student* (NETER et al., 1990).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

(i) *Comparação do índice de diversidade da serapilheira dos tratamentos, combinados com o período seco e úmido.*

Na Figura 1, pode-se observar que entre as serapilheiras dos tratamentos estudados, a braquiária apresentou o maior índice de diversidade de macrofauna no período úmido. No entanto, o índice de diversidade do tobiata no período úmido e da braquiária e mata no período seco foram estatisticamente iguais (o sublinhado ligando os pontos do gráfico indicou igualdade de valores). A

serapilheira da mata no período úmido e do tobiatã no período seco apresentaram os menores índices de diversidade e significativamente distintos entre si. As densidades populacionais (ind./m<sup>2</sup>) encontradas na serapilheira dos tratamentos e em cada período de coleta foram: mata/seco: 236,8; mata/úmido: 195,2; tobiatã/seco: 66,8; tobiatã/úmido: 25,6; braquiária/seco: 60,8; braquiária/úmido: 56,0.

Esses resultados mostraram que, apesar da serapilheira das pastagens não apresentar densidades populacionais de macrofauna tão altas quanto a serapilheira da mata, não houve perda de representação dos diferentes grupos coletados, ou seja, não houve perda de diversidade (no nível dos grandes grupos), pelo contrário, sendo estimulada em algumas situações como foi o caso da pastagem de braquiária no período úmido. A diversidade de grupos de macrofauna da serapilheira da mata foi igual à das pastagens no período seco e foi menor do que a das pastagens no período úmido. Esse resultado diferiu do esperado que seria um predomínio da diversidade de macrofauna na serapilheira da mata, em função da maior complexidade de *habitats* que esse ambiente seguramente oferece. No entanto, o alto índice obtido para a pastagem de braquiária, possivelmente foi um indicativo da influência da diversidade vegetal sobre a diversidade de macrofauna, uma vez que muitas espécies vegetais invasoras coexistiam com aquela pastagem.

(ii) *Comparação dos índices de diversidade para cada tratamento e nos dois períodos de coleta*

Para essa combinação, foram incluídos os grupos de macrofauna encontrados no perfil de 0 a 30 cm de profundidade do solo, incluindo a serapilheira. Assim, a partir dos intervalos de confiança calculados, pôde-se comprovar, estatisticamente, a igualdade dos índices de diversidade de macrofauna dos solos da mata, braquiária e tobiatã, todos no período seco. As demais associações envolvendo o período úmido foram consideradas diferirem entre si (Figura 2). Ficou evidente nesse resultado a divisão entre os dois períodos seco e úmido, sendo que o período seco favoreceu uma alta diversidade de macrofauna para todos os tratamentos associados, enquanto que no período úmido, a diversidade reduziu-se e a variabilidade do índice foi maior entre os tratamentos.

O alto índice de diversidade obtido para o tobiatã, provavelmente reflete as condições pedoclimáticas, com solo mais úmido e menos quente quando comparado com a braquiária; os grupos predominantes foram as minhocas, com ampla distribuição no perfil até 30 cm e os hemípteros (predominantemente do gênero *Scaptocoris castanea* ou percevejo-castanho) conhecidos por atuarem intensamente nos níveis mais profundos (20-30 cm).

(iii) *Comparação dos índices de diversidade de macrofauna entre os tratamentos*

Quando foram agrupados os dados de macrofauna por tratamento, sem considerar o período seco ou úmido, a diversidade de grupos de macrofauna no solo da mata foi maior, quando comparada com as pastagens, seguidas do tobiatã e da braquiária, nesta ordem (Figura 3). As diferenças entre os índices de diversidade, entretanto, não foram tão significativas como no caso anterior, com destaque apenas para a braquiária, cujo índice esteve mais distante do índice da mata e do tobiatã.

Constatou-se que no período seco, as pastagens mantiveram uma diversidade de grupos iguais ao do solo da mata. No entanto, com a chegada das chuvas, essa igualdade de diversidade não conseguiu se manter. A diversidade de grupos de macrofauna entre os diferentes tratamentos resultou em uma maior diversidade no solo da mata, sugerindo que a maior diversidade de recursos nesse ambiente proporcionou maiores disponibilidades alimentares e riqueza de *habitats* e, portanto, nichos mais discretos para serem colonizados por diferentes espécies.

Uma questão envolvendo os sistemas estudados, e que provavelmente apresentou seus efeitos sobre a diversidade da biota edáfica das pastagens de tobiatã e de braquiária, foi a proximidade dessas pastagens do sistema natural (mata) com o qual fazia fronteira. Muitos estudos têm identificado a importância da vegetação natural ao redor das culturas, para a manutenção da população biótica do solo. Esses ambientes cultivados muitas vezes são inóspitos para muitas espécies, sendo que as mesmas persistem no *habitat* natural ao redor, invadindo continuamente a cultura.

## CONCLUSÕES

As flutuações dos índices de diversidade dos tratamentos ao longo dos períodos seco e úmido, indicaram que o solo submetido às pastagens de tobiatã e braquiária, com suas respectivas formas de manejo, tem conseguido manter a representação de seus grupos de macrofauna, quando comparados com os grupos ocorrendo no solo da mata.

Este trabalho fez parte do projeto temático «Agricultura de Precisão» desenvolvido pelo Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Instrumentação Agropecuária - CNPDIA/EMBRAPA/S. Carlos.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. (eds) 1995. **Tropical soil biology and fertility – a handbook of methods**. 2ed. C. A. B. International.  
 CATTELAN, A. J. & VIDOR, C. 1990. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 14:125-132.  
 LAL, R. 1991. Soil conservation and biodiversity. In: HAWKSWORTH, D. L. (ed.) 1991. **The biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture**. London: CAB International, p.89-104.  
 NETER, J.; WASSERMAN, W. & KUTNER M. 1990. **Applied linear statistical models**. – Richard D. Irwin, Inc. - 3ª. - edição.  
 ZAR, J. M.1984. **Bioestatistical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

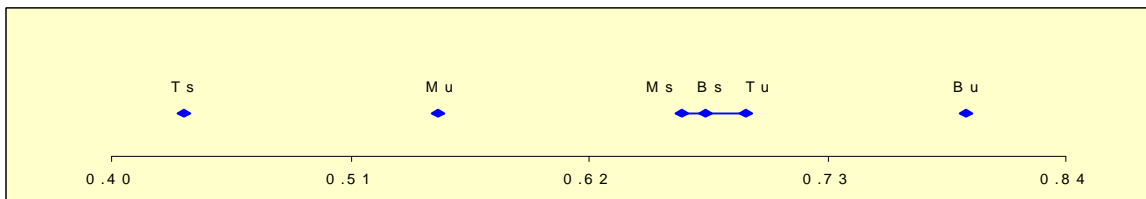


Figura 1: Índices de diversidade da macrofauna da serapilheira da mata e das pastagens de tobiatã e braquiária, São Carlos-SP. O sublinhado ligando os pontos indicou igualdade entre os índices de diversidade. Mata, Tobiatã e Braquiária no período seco (Ms-Ts-Bs) e úmido (Mu-Tu-Bu).

**Figure 1: Litter macroinvertebrates diversity index in the forest and pastures system in São Carlos-SP, under different seasons. The underline between the sets, to mean equal diversity index. native forest, Tobiatã and Braquiária in the dry season (Ms, Ts and Bs) and rainy season (Mu, Tu and Bu).**

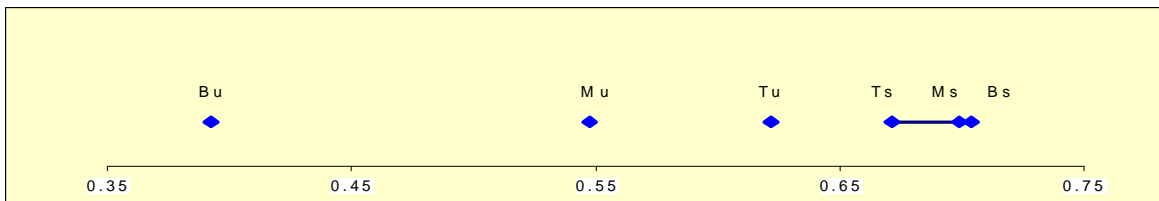


Figura 2: Índices de diversidade da macrofauna do solo da mata e das pastagens de tobiatã e braquiária, São Carlos-SP. O sublinhado ligando os pontos indicou igualdade entre os índices de diversidade. Mata, Tobiatã e Braquiária no período seco (Ms-Ts-Bs) e úmido (Mu-Tu-Bu).

**Figure 2: Soil macroinvertebrates diversity index under different systems and seasons, in São Carlos-SP. The underline between the sets, to mean equal diversity index. native forest, Tobiatã and Braquiária in the dry season (Ms, Ts and Bs) and rainy season (Mu, Tu and Bu).**

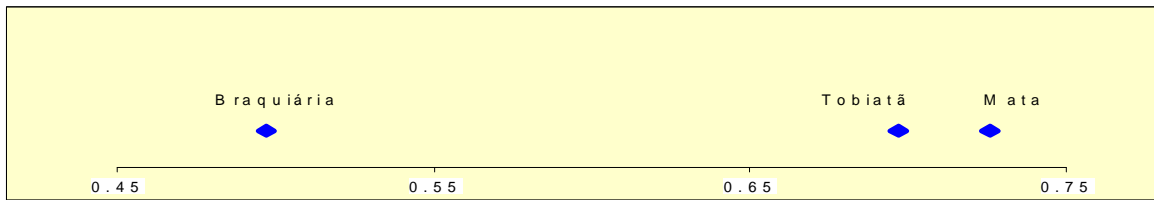


Figura 3: Índices de diversidade da macrofauna da mata, tobiatã e braquiária, São Carlos-SP. A ausência de sublinhado entre os pontos, representa a significativa diferença entre os valores de diversidade de cada tipo de cobertura vegetal.

**Figure 3: Native forest, Tobiata and Braquiária macroinvertebrates diversity index, in São Carlos-SP. The absence of underline between the sets to mean a significant difference in the diversity index.**

## IMPACTO DE UM SISTEMA DE PASTAGEM TROPICAL SOBRE A MACROFAUNA DE INVERTEBRADOS DO SOLO

J. Brigante (PPG-ERN – UFSCar/São Carlos/SP; CNPDIA/EMBRAPA ([janete@cnpdia.embrapa.br](mailto:janete@cnpdia.embrapa.br)), A. Pasini (Depto. de Agronomia - UEL/Londrina/PR), J. C. Fogo (Depto. de Estatística – UFSCar/São Carlos/SP), O. Primavesi (CPPSE/EMBRAPA/São Carlos/SP) e M. F. Guimarães (Depto. de Agronomia – UEL/Londrina/PR) e M. Brossard (CPAC/EMBRAPA/Brasília/DF).

### ABSTRACT

#### SOIL MACROINVERTEBRATES AS AFFECTED BY A TROPICAL PASTURES SYSTEM.

The density and biomass of soil macroinvertebrates in pasture (*Brachiaria decumbens* and *Panicum maximum* cv. Tobiata) and natural systems, located at the Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste-EMBRAPA were evaluated and soil temperature and moisture data of soil were collected. These data were submitted to the statistical Analysis of Correspondence. The results showed that the arthropod fauna was affected by kind of pasture and microclimatic conditions, mainly that of litter inhabitants. These effects were less intensive in the natural system. Earthworms, termites, ants and bugs were stimulated in the pasture soil and therefore increasing the biomass.

**Key words:** biomass, multivariate statistical, litter, climatic conditions, monoliths.

### INTRODUÇÃO

Os problemas ligados às intervenções antrópicas no ambiente e a prática de uso do solo com pastagens tem aumentado nos últimos anos, direcionando os estudos de ecologia do solo para o desenvolvimento de abordagens experimentais multifatoriais, ou seja, integrando os componentes físicos e químicos. Recentemente tem sido contemplado o componente biológico, considerado fundamental nessa abordagem experimental (WALWORK, 1976; HOLE, 1981; WHITFORD, 1996). Entre o componente biológico do solo está a macrofauna de invertebrados atuando diretamente na produtividade dos ecossistemas edáficos, especialmente os tropicais (LAL, 1991). Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar a macrofauna invertebrada de um latossolo sob condições de pastagens e de vegetação natural.

### MATERIAL E MÉTODOS

A área sob estudo localiza-se no Município de São Carlos-SP, no Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste-CPPSE-EMBRAPA. O clima é mesotérmico brando (tropical de altitude) do tipo Cwa, segundo Köppen e a região situa-se na interface do domínio fitogeográfico de Cerrado e de Mata Atlântica. As áreas amostradas foram constituídas por duas pastagens: *Brachiaria decumbens*, ou capim-braquiária; *Panicum maximum* cv. Tobiata e uma mata Mesófila Semidecídua, todas sobre Latossolo Vermelho-Amarelo.

Foi realizada uma coleta da macrofauna no período seco (agosto de 1998) e outra no período úmido (março de 1999), sendo também monitoradas a temperatura e a umidade do solo. As coletas de solo seguiram as recomendações de ANDERSON & INGRAM (1995) utilizando blocos de solo ou monólitos, nas dimensões de 25x25x30 cm. Foram retirados dez monólitos das áreas em cada coleta e segmentados em serapilheira, 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade. Retiraram-se manualmente os componentes da macrofauna do solo, estimando-se a densidade populacional (ind./m<sup>2</sup>) e a biomassa (gmf/m<sup>2</sup>). Os dados foram submetidos a uma Análise de Correspondência Múltipla (FINE, 1996).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variabilidade da densidade populacional e da biomassa da macrofauna foi alta, podendo ser confirmado pelos valores de desvio-padrão (Tabela 1). Houve destaque para o solo com braquiária que apresentou, no período seco, uma densidade populacional de 6.236 ind./m<sup>2</sup>, seguido do solo da mata com 2.500 a 3.000 ind./m<sup>2</sup> no período seco e úmido, respectivamente. Por essa tabela, observou-se também que a biomassa de macrofauna foi maior no solo das pastagens. Nas pastagens, a redução da biomassa vegetal transpirante possivelmente provocou alterações pedoclimáticas, resultando em solos mais quentes e úmidos, particularmente nos primeiros 15 cm de profundidade, sendo que os grupos de macrofauna analisados responderam diferentemente a essas alterações, estimulando ou inibindo o seu desenvolvimento. Formigas, térmitas, minhocas e hemípteros, foram os grupos mais expressivos ocorrendo em todos os sistemas estudados. Houve um predomínio de formigas no solo da mata, térmitas na braquiária e minhocas no tobiata. Entre os hemípteros, o grupo encontrado em maior número foi o do percevejo-castanho (*Scaptocoris castanea*).



Na mata, o aumento da temperatura e da umidade foi favorável às térmitas, que variaram de 6% no período seco para 62% no período úmido. Nos solos cultivados com braquiária, a dinâmica da população de térmitas mostrou-se inversa à observada na mata, com 68% de ocorrência no período seco e uma redução para 27% no período úmido. As minhocas, por sua vez, foram favorecidas pelas pastagens e por solos mais úmidos e quentes. Da totalidade de minhocas encontradas 9,86% ocorreram na mata e 90,14% nas pastagens, sendo que 54,6% dessas ocorreram no tobiatã. No tobiatã observou-se uma maior acumulação de material orgânico sobre o solo durante o período estudado, especialmente em função da prática de manejo adotada que permitiu um maior retorno dessa biomassa verde ao solo. Quanto aos principais grupos da fauna do solo em termos de biomassa nos diferentes tratamentos, foram registradas minhocas no tobiatã, térmitas e minhocas na braquiária e diplópodos na mata.

A partir da Análise de Correspondência Múltipla (Figura 1, A e B) pôde ser observada uma redução na porcentagem de associação de importantes grupos, quando comparado com a mata, tais como diplópodos, quilópodos, aranhas, moluscos, entre outros, especialmente habitantes da serapilheira. Dos grupos analisados, a maioria apresentou forte associação com os primeiros 10 cm do solo, conferindo a essa camada uma alta dinamicidade de suas populações, sugerindo que esse nível concentra grande parte das interações biológicas.

O tipo de pastagem e a forma de manejo afetaram a dinâmica das comunidades de macrofauna (Figura 2). Os térmitas e besouros adultos, mostrando forte associação com o período seco e com os primeiros 10 cm, foram favorecidos no solo cultivado com braquiária. Da mesma forma, percevejos e minhocas associando-se fortemente com solo mais quente e úmido, apresentaram um desenvolvimento mais intenso no solo cultivado com tobiatã. A mata não mostrou forte associação por um período, principalmente devido a um grau maior de representatividade de seus grupos de macrofauna, com distintas exigências ecológicas. Porém, nesse solo foram observadas fortes associações com as aranhas e os caracóis, sendo esse último um indicativo de condições pedoclimáticas mais equilibradas nesse sistema, em relação às pastagens. A análise de correspondência múltipla mostrou ainda a relação entre a serapilheira e os grupos de formigas e diplópodos. Esse agrupamento isolou-se das demais relações, porém permaneceu no quadrante da mata, sinalizando uma contribuição reduzida desses importantes componentes para a dinâmica das comunidades de macrofauna nos sistemas de pastagens.

As alterações nas comunidades de macrofauna do solo, em nível de densidade populacional e de biomassa, foram mais intensas nas comunidades das pastagens, quando comparados com a mata. Nas pastagens estudadas houve predomínio de poucos grupos, tais como minhocas, térmitas, formigas e percevejos, porém, suas condições pedoclimáticas, de recursos alimentares e de diversidade de habitats, provavelmente limitaram a ocorrência de importantes grupos, especialmente aqueles habitantes da serapilheira e dos primeiros centímetros do solo, tais como moluscos, aranhas e quilópodos. Apesar da serapilheira das pastagens não apresentarem densidades populacionais de macrofauna tão altas quanto na mata, as altas densidades populacionais e biomassas encontradas no estudo do perfil, permitiram considerar essas pastagens como uma forma de uso do solo que não apresenta grandes prejuízos para a macrofauna. Porém, são necessários maiores estudos sobre a biodiversidade em termos de espécies, como também estudos sobre a ocorrência ou não do estreitamento da base genética dos diferentes grupos funcionais da macrofauna do solo, sob efeito do manejo, com conseqüentes alterações na estrutura trófica e na sustentabilidade do sistema.

Este trabalho fez parte do projeto temático «Agricultura de Precisão» em andamento no Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Instrumentação Agropecuária - CNPDIA/EMBRAPA/S. Carlos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. (eds) 1995. **Tropical soil biology and fertility – a handbook of methods**. 2ed. C. A. B. International.
- FINE, J. 1996. **Introdução aos métodos estatísticos multidimensionais a partir de exemplos**, DEs-UFSCar & Rede PRESTA, São Carlos - SP.
- HOLE, F. D. 1981. Effects of animals on soil. **Geoderma**, 25: 75-112.
- LAL, R. 1991. Soil conservation and biodiversity. In: HAWKSWORTH, D. L. (ed.) 1991. **The biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture**. London: CAB International, p.89-104.
- WALWORK, J. A. 1976. **The distribution and diversity of soil fauna**. London: Academic Press, 355p.

WHITFORD, W. G. 1996. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. **Biodiversity and Conservation**, 5: 185-195.

Tabela 1: Densidade populacional e de biomassa de macrofauna do solo da mata e das pastagens, localizadas no CPPSE-EMBRAPA-S. Carlos-SP, coletados em dois períodos: agosto de 1998 (período seco) e março de 1999 (período úmido), abrangendo o perfil de 0 a 30 cm de profundidade, incluindo a serapilheira.

**Table 1: Density and biomass of soil macroinvertebrates in pastures and natural system, located at the Centro de Pesquisas de Pecuária do Sudeste-EMBRAPA, São Carlos-SP, collected in dry and rainy season and between 0 and 30 cm of depth, except the litter.**

Área	Período	Densidade (Ind./m <sup>2</sup> )	Desvio padrão	Biomassa (gmf/m <sup>2</sup> )	Desvio padrão
Mata	seco	2.579	925,40	15,5	7,4
	úmido	3.001	1.662	12,65	3,1
Tobiatã	seco	1.360	975,82	13,24	15,8
	úmido	1.902	1.377	21,63	11,6
Braquiária	seco	6.236	4.545	20,31	16,7
	úmido	1.393	912,62	15,85	13,8

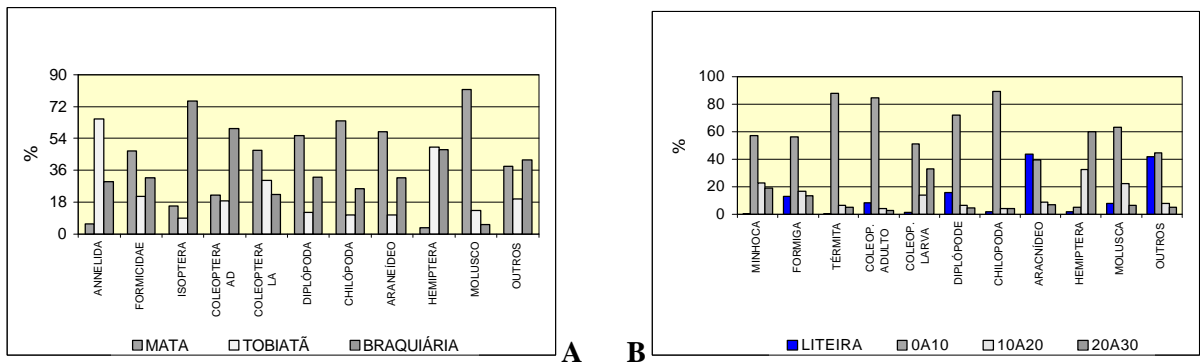


Figura 1: Grupos de macrofauna e tipo de sistema vegetal (A) e grupos de macrofauna e profundidade do solo (B). COLEOPTERA AD: besouros adultos; COLEOPTERA LA: larvas de besouros; SERAP.: serapilheira.

**Figure 1: Macroinvertebrates groups and vegetal system (A) and macroinvertebrates groups and depth of soil (B). COLEOPTERA AD: adults of beetles; COLEOPTERA LA: larvae of beetles; SERAP.: litter.**

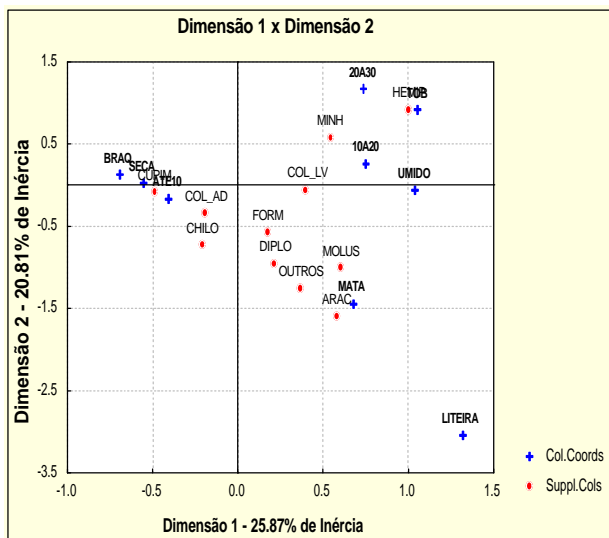
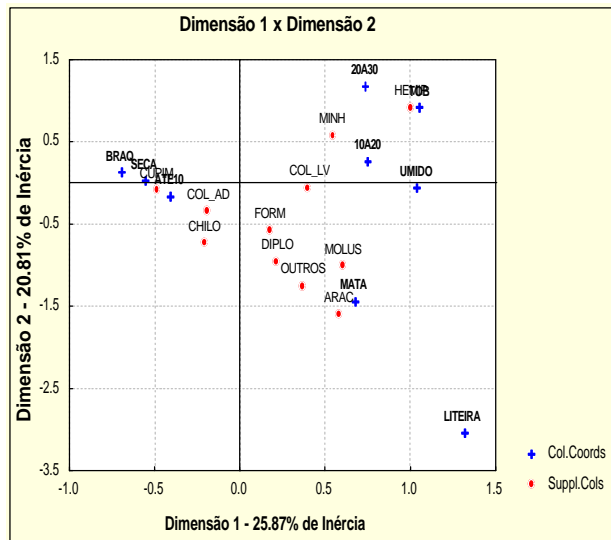


Figura 2: Diagrama de dispersão das categorias no primeiro plano fatorial, de onze diferentes grupos de macrofauna, em relação aos três tratamentos (mata, tobiatã e braquiária), aos dois períodos de coleta (seco e úmido) e quatro níveis do solo: serapilheira, 0-10, 10-20 e 20-30 cm. CUPIM: térmita (Isoptera); COL\_AD: besouro adulto (Coleoptera); COL\_LV: larva de besouro; CHILO: quilópodo (Chilopoda); FORM: formiga (Formicidae); DIPLO: diplópodo (Diplópoda); MINH: minhoca (Annelida); HEMI: percevejo (Hemiptera); ARAC: aranha (Araneídeo); MOLUS: caracol (Molusco); OUTROS: larvas e adultos de borboletas (Lepidoptera), cigarrinhas (Homoptera), grilos (Orthoptera), traças (Thysanura), baratas (Blattodea), Dermaptera, Crustáceo, Hymenoptera, Megaloptera e outras larvas não identificadas. LITEIRA= serapilheira.



**Figure 2: Class dispersion diagram in the first factorial plan of the eleven macroinvertebrates groups, between three treatments, in the dry and rainy season and in the litter, 0-10, 10-20 and 20-30 cm of depth. CUPIM: termite (Isoptera); COL\_AD: adult of beetles (Coleoptera); COL\_LV: larvae of beetle; CHILO: Chilopoda; FORM: ant (Formicidae); DIPLO: Diplópoda; MINH: earthworms (Annelida); HEMI: bedbug (Hemiptera); ARAC: spider (Araneae); MOLUS: snail (Gastropods); OUTROS), adults and larvae of butterfly (Lepidoptera), Homoptera, Orthoptera, Thysanura, Blattodea, Dermaptera, Crustáceo, Hymenoptera, Megaloptera and others. LITEIRA= litter.**

# RESPECTIVE ROLES OF ROOTS AND EARTHWORMS IN THE RESTORATION OF C STOCKS AND PHYSICAL PROPERTIES UNDER PASTURES (VERTISOL, MARTINIQUE)

E. Blanchart<sup>1</sup>, A. Albrecht<sup>2</sup>, T. Chevallier<sup>1</sup>, C. Hartmann<sup>3</sup>, J. Bernard<sup>1</sup>, J. Louri<sup>1</sup> & L. Rangon<sup>1</sup>

1 IRD-BOST, BP 8006, 97259 Fort-de-France cedex, Martinique (FWI)

2 IRD/ICRAF, P.O. Box 30677, United Nations Avenue, Gigiri, Nairobi (Kenya)

3 IRD/

e-mail address : [blanchart.ird@cgit.com](mailto:blanchart.ird@cgit.com)

key-words : Vertisols, *Digitaria decumbens* pasture, earthworms, aggregate stability, erodibility, porosity, soil C content

## ABSTRACT

### Introduction

Chemical and physical properties of Vertisols in Martinique have been degraded through intensive market gardening over a period of fifteen years, resulting in low soil organic matter contents, low biological activity (roots, earthworms, mesofauna, microorganisms) and high soil losses due to erosion. In comparison, old irrigated pastures (*Digitaria decumbens*, Pangola grass) have high C and N contents, high biological activity and a good physical structure (developed structural porosity, high aggregate stability and low erodibility). A research programme was set out in 1991 in the South-Eastern part of Martinique. It is aimed at studying the respective effects of roots and earthworms in the restoration of the properties of a degraded Vertisol.

### Materials and methods

The experiment was located in the southeastern part of Martinique, French West Indies (14°25'N / 60°53'W) (humid tropical climate, mean annual rainfall of 1400 mm). The soil is classified as a smectitic Leptic Hapludert (USDA classification) or Eutric Vertisol (FAO-UNESCO classification) and characterized by a high Exchangeable Sodium Percentage (up to 15% in the upper 10 cm of soil).

The experimental design consisted of three plots, which had been under continuous sugarcane production until 1970, followed by fallow (native pasture) until 1978. At that time, the first plot, MG, (0.3 ha) was used for intensive market gardening ; the second plot, P, (0.3 ha), was converted to pasture and planted with a tropical grass *Digitaria decumbens* (Pangola grass) ;

and the third plot, Pr (0.4 ha), was used for intensive market gardening until 1991. At the end of 1991, Pr was converted into a *D. decumbens* pasture. In 1992, three sub-plots were installed in the Pr plot to distinguish between the effects of roots and earthworms (*Polypheretima elongata*) on the dynamics of C storage and physical properties : (i) Treatment P<sub>0</sub>E<sub>0</sub> (no plants, no earthworms), (ii) Treatment P<sub>+</sub>E<sub>0</sub> (with plants only), (iii) Treatment P<sub>+</sub>E<sub>+</sub> (with plants and earthworms introduced at a density of 90 ind/m<sup>2</sup>). In these plots, during 5 years and for the upper 30 cm of soil, we studied root biomass, earthworm biomass and density, soil carbon content (C, N analyser), porosity, aggregate stability (desaggregation kinetics) and soil erodibility (by using a rainfall simulator).

## Results

Earthworm biomasses and densities showed great differences between MG (old market gardening plot) and P (old pasture) (Table 1). In the experimental sub-plots, the eradication of earthworms in P<sub>0</sub>E<sub>0</sub> and P<sub>+</sub>E<sub>0</sub> was successful as no *P. elongata* were collected in these plots. In P<sub>+</sub>E<sub>+</sub>, earthworm density decreased after the introduction, to reach a constant density of about 50 ind/m<sup>2</sup>.

Root biomasses were also different between the plots (Table 1). MG and sub-plot P<sub>0</sub>E<sub>0</sub> presented low biomasses whereas the biomasses in plots where *D. decumbens* was not killed were high (around 20 g/kg soil).

Soil carbon content (0-10 cm) in MG and P were 14.2 and 39.1 mgC/g soil, respectively. At the beginning of the experiment, the soil carbon contents in the sub-plots were not significantly different (between 16 and 18 mgC/g soil). After 5 years, significant differences in the soil carbon content occur : 14.1 mgC/g in P<sub>0</sub>E<sub>0</sub>, 24 mgC/g in P<sub>+</sub>E<sub>0</sub> and 23 mgC/g in P<sub>+</sub>E<sub>+</sub> (Chevallier et al., 2000).

The percentage of water-stable aggregates WSA (in the absence of mechanical shaking) in the different plots varied from 29% in MG to 70% in P (0-10 cm). After 5 years of experiment, it was equal to 55% in P<sub>0</sub>E<sub>0</sub>, and 70% in P<sub>+</sub>E<sub>0</sub> and P<sub>+</sub>E<sub>+</sub>.

Rainfall simulation and erodibility measurements also showed great differences between the plots. Under a 30 min rainfall with an intensity of 55 mm/h and for a gently hoed surface, soil losses were as high as 544 g/m<sup>2</sup> in MG and 507 g/m<sup>2</sup> in P<sub>0</sub>E<sub>0</sub>. Lowest values of soil losses were observed for P : 205 g/m<sup>2</sup>. In P<sub>+</sub>E<sub>0</sub> and P<sub>+</sub>E<sub>+</sub>, soil losses were 310 and 304 g/m<sup>2</sup> respectively.

The installation of a pasture after many years of market gardening induced an increase in the structural porosity. Under MG, the structural porosity was very low (0.020 cm<sup>3</sup>/g) whereas it

was much higher under an old pasture P ( $0.045 \text{ cm}^3/\text{g}$ ). Five years after the installation of the sub-plots, structural porosity did not evolve in the  $P_0E_0$  plot ; it increased in the other sub-plots (0.030 in  $P_+E_0$  and 0.035 in  $P_+E_+$ ).

### **Discussion and conclusion**

The installation of a *D. decumbens* pasture after many years of intensive cropping induces high increases in biomass (roots and earthworms), structural porosity and percentage of water-stable aggregates and a strong decrease in soil losses by splash effect and run-off. Then irrigated, fertilized and grazed pastures appear to be a good way to sustain agriculture on this type of soil.

The mechanisms which control these modifications are linked to the presence of grasses and especially of their roots (Chevallier et al., 2000). Actually differences appeared only between treatments without grasses and treatments with grasses. After 5 years of experiment treatments with grasses ( $P_+E_0$  and  $P_+E_+$ ) presented great differences with treatment without grasses ( $P_0E_0$ ) in terms of carbon content, aggregate stability, erodibility and porosity.

Nevertheless, there was no difference between  $P_+E_0$  and  $P_+E_+$ . We can thus infer that large earthworms like *P. elongata* do not play a major role in the control of physical properties in Vertisols whereas their role on the structure of kaolinitic soils has often been demonstrated (Blanchart et al., 1997).

### **References**

- Chevallier T., Blanchart E., Girardin C., Mariotti A., Albrecht A. & Feller C. (2000) The role of biological activity (roots, earthworms) on medium-term C dynamics in Vertisol under a *Digitaria decumbens* (Graminaea) pasture. *Applied Soil Ecology*, sous presse.
- Blanchart E., Lavelle P., Braudeau E., Le Bissonnais Y. & Valentin C. (1997) Regulation of soil structure by geophagous earthworm activities in humid savannas of Côte d'Ivoire. *Soil Biology and Biochemistry*, 29 : 431-439.

## Tables

Plot	<i>P. elongata</i> biomass (g/m <sup>2</sup> )	<i>P. elongata</i> density (ind/m <sup>2</sup> )	Root biomass (g/kg soil)
MG	7.27	5.6	1.0
P <sub>0</sub> E <sub>0</sub> (after 5 years)	0	0	5.6
P <sub>+</sub> E <sub>0</sub> (after 5 years)	0	0	20.9
P <sub>+</sub> E <sub>+</sub> (after 5 years)	32.8	48.1	19.9
P	58.7	120.0	20.2

Table I : Mean earthworm biomass and density, mean root biomass in the different treatments. See text for legend.

# IMPACTO DO DESMATAMENTO E DA RENOVAÇÃO DE PASTAGEM SOBRE A MACROFAUNA EDÁFICA DO SOLO NO CERRADO

N.P. Benito (Depto. de Agronomia – UEL/Londrina/PR, npolob@uol.com.br), B. Bobillier (Univ. Paris XII/IRD/Embrapa Cerrados, Brasília-DF), M. Brossard (IRD/Embrapa Cerrados, Brasília-DF, brossard@cpac.embrapa.br), A. Pasini (Depto. de Agronomia – UEL/Londrina/PR).

## ABSTRACT

**Short-term impact of deforestation and renovation of pastures on soil macrofauna (Cerrado, Brazil).** The objective of this work were evaluated the macrofauna of soil invertebrates in different pastures systems and in a cerrado vegetation. The samples were taken at farmer Rio de Janeiro, Planaltina – GO, Brazil, on oxysol, on July 1999. Five sites were investigated: Natural Cerrado (CN), cerrado 2 month after deforest (CD), pure *Brachiaria brizantha* 5 months after renovation (BP), *Brachiaria-Stylosanthe guianensis* pasture after 5 months implantation (BA), 9 years old pasture of *Brachiaria brizantha* (TE). The results showed that population density and biomass were highest at TE, with taxonomic richness as higher as Natural Cerrado (CN). Also, the macrofauna has been getting to recover, mainly termites and diplopods, in the treatments BP and BA.

**Key words:** termites, insects, tropical system, associate pasture.

## INTRODUÇÃO

No bioma cerrado, um dos principais problemas das pastagens são as alterações das propriedades físico-químicas do solo que podem chegar a ser um fator limitante no desenvolvimento e manutenção da produtividade. Para muito agricultores a macrofauna do solo é considerada como praga, destinando medidas de controle sobre a mesma, principalmente cupins e formigas. Embora, numerosos trabalhos tenham apontado o papel da fauna do solo como positivo, particularmente no desenvolvimento de propriedades físico-hídricas e na evolução da matéria orgânica do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a macrofauna de invertebrados edáfica, através da densidade populacional e biomassa, em diferentes sistemas de pastagens e no Cerrado, a fim de melhor conhecer os aspectos biológicos do funcionamento dos solos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho realizou-se na Fazenda Rio de Janeiro, em Planaltina – GO (15S 13.849' e 47W 41.62'), em área com Latossolo Vermelho Escuro, em julho de 1999. Em cada ponto de amostragem (30 por parcela) foi delimitado um volume de solo de 25x25x10cm (ANDERSON & INGRAM, 1995). Tal estratégia se deve ao fato de que aproximadamente 80% da macrofauna encontra-se até a profundidade de 10cm (DIAS et al., 1997). Foram considerados cinco tratamentos:

- CN - Cerrado Natural: vegetação nativa.
- CD - Cerrado Desmatado: o desmatamento ocorreu dois meses antes da amostragem. A derrubada do cerrado foi realizado com tratores de esteira, provocando uma destruição da superfície orgânica do solo, sendo amontoada a vegetação em leiras para posterior queima;
- BP - Braquiária Pura: pastagem revolvida, com *Brachiaria brizantha cv marandu*;
- BA - Braquiária Associada: pastagem revolvida com posterior associação da *Brachiaria brizantha cv marandu* com a leguminosa *Stylosanthes guianensis cv. minerão* sendo esta última semeada em 10/02/1999;
- TE - Braquiária Não Revolvida: pastagem com *Brachiaria brizantha cv marandu*, sem ser revolvida.

A classificação da fauna do solo seguida foi a de SWIFT et al. (1979). Em laboratório, a macrofauna foi separada do solo manualmente e colocada em álcool 75 °GL, após esta etapa ela foi classificada e pesada. Os dados de biomassa foram submetidos a um fator de correção, pois todos os invertebrados perdem massa no álcool (DECAENS et al., 1994).

A partir dos dados médios de densidade e biomassa, efetuou-se um tratamento estatístico do tipo cluster com critério de cálculo *complete linkage*. Os resultados são apresentados em um dendrograma. Os resultados de densidades e biomassa sendo equivalentes, apresenta-se os resultados obtidos com a variável densidade.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que a testemunha apresentou uma densidade populacional e biomassa superiores as outras parcelas, com uma riqueza taxonômica bem próxima a vegetação natural (tab.1). O Cerradão apresentou uma densidade média total relativamente elevada embora com biomassa baixa. Neste sistema verificou-se a maior riqueza taxonômica (tab.1).

Observando-se o dendrograma (Fig. 1), nota-se que o seu primeiro grupo foi formado pelas parcelas *Brachiaria* pura e *Brachiaria* associada, devido serem mais semelhantes, porque sofreram o mesmo trabalho de solo, no mesmo momento; e o que distingue esses dois tratamentos dos outros, é uma grande pobreza taxonômica, associado aos baixos valores de biomassa e densidade dos grupos taxonômicos.

Pode-se considerar que o Cerradão Desmatado aproximou-se mais do cluster das *Brachiarias* pura e associada, sendo que o desmatamento diminuiu em 50% a densidade da população, e o trabalho feito no solo na instalação de novas pastagens diminuiu de 62 a 82%.

As modificações da fauna de solo foram consideradas pequenas, ou seja, relativamente semelhantes entre o trabalho de solo sobre uma pastagem velha degradada (TE) e o desmatamento do Cerradão Natural (CD).

A parcela Cerradão Desmatado está no centro do dendrograma, portanto significa que foi uma interface entre a vegetação natural e as pastagens renovadas, certamente porque resta alguma fauna nativa, embora apresente sintomas da perturbação antrópica.

O Cerradão Natural apresentou-se como um ecossistema equilibrado, tendo a maior riqueza taxonômica, podendo notar-se o equilíbrio dos valores obtidos, porque todos os grupos taxonômicos são bem representados, sem a predominância marcante de um taxon em particular.

Um dos aspectos marcantes desta análise foi mostrar a distância (5,08 no cluster) que a parcela Testemunha tem de todos os outros sistemas. Essa pastagem velha degradada apresentou-se rica em macrofauna, estando mais próxima da vegetação natural que de outras parcelas. A testemunha atingiu, depois de quase dez anos, um certo estado de equilíbrio, caracterizado por uma estabilidade populacional dos macroorganismos edáficos, apresentando altos valores totais de densidade populacional e biomassa, assim como uma grande riqueza taxonômica.

Além das considerações referentes ao cluster, pode-se através de uma análise geral dos dados observar-se a importância dos cupins, perfazendo aproximadamente 70% dos indivíduos em todos os tratamentos. A dominância deste grupo é explicada pelo fato de serem insetos sociais, sendo que as operárias saem a procura de alimento; desta forma a probabilidade de encontrá-las é mais elevada.

Ainda, notou-se a baixa incidência de minhocas nas amostragens; apenas um indivíduo foi encontrado no tratamento da *Brachiaria* Associada.

A importância relativa dos cupins é menor, bem como as formigas, sendo encontrados somente indivíduos pequenos, refletindo em baixa biomassa. Por exemplo, no que concerne as formigas, não foi encontrado o gênero *Atta*, que são as formigas cortadeiras de grande porte. Semelhantemente, a grande maioria de gêneros de cupins encontrados são de pequeno porte, o gênero *Syntermes*, que são cupins de grande porte, não foi encontrado.

Porém, nos grupos dos coleópteros e diplópodos, as biomassas relativas foram elevadas, como consequência do tamanho dos indivíduos.

No Cerrado desmatado notou-se o desaparecimento dos diplópodos, sendo devido a retirada da matéria orgânica em decomposição.

Embora tenha verificado-se a destruição recente dos cupins de montículo nas duas pastagens renovadas e na área desmatada, encontrou-se representantes destes gêneros edificadores nos tratamentos. Na testemunha, onde a destruição dos cupinzeiros ocorreu com dois anos de antecedência, encontrou-se unicamente espécies edificadoras.

Verificou-se que os gêneros consumidores de madeira não foram encontrados no Cerrado Natural, embora esta parcela tenha apresentado o maior número de gêneros (8).

Na testemunha, bem como na Braquiária Pura, quase a totalidade dos gêneros encontrados são consumidores de serapilheira e podem representar potencialmente as pragas das plantas forrageiras cultivadas.

Por outro lado, na parcela Braquiária Associada com *Stylosanthes* verificou-se principalmente os gêneros consumidores de terra e matéria orgânica (em particular o gênero *Labiotermes*). Cabe ressaltar que esta parcela é semelhante em todos os pontos ao tratamento Braquiária Pura.

Pode-se ressaltar que a macrofauna consegue recuperar-se quando um manejo é realizado, mas principalmente cupins e diplópodos.

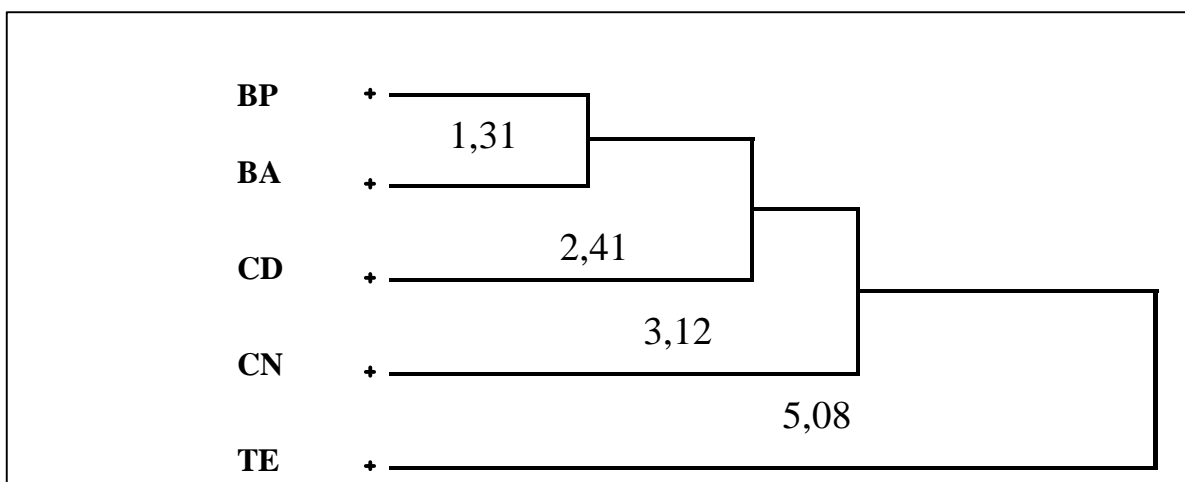
## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J.M. & INGRAM, J.S.I. (eds) 1995. **Tropical soil biology and fertility – a handbook of methods**. 2ed. C.A.B. International.
- DECAENS, T.; LAVELLE, P.; JIMENEZ JAEN, J.J.; ESCOBAR, G.; RIPPSTEIN; 1994. **Impact of land management on soil macrofauna in the Oriental Llanos of Colombia**. Eur. J. Soil Biol., 30, (4), 157-168p.
- DIAS, V.S.; BROSSARD, M; LOPES ASSAD, M.L. 1997. **Macrofauna edáfica invertebrada em áreas de vegetação nativa da região dos cerrados**. 3. Congresso de Ecologia do Brasil (Brasília, 6-11/10/96). Brasília, Dept. Ecologia Universidade de Brasília.
- SWIFT, M.J. & O. W. HEAL. 1979. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Blackwell Scientific, Oxford.

**Tabela 1** – Riqueza taxonômica, densidade populacional e biomassa média da macrofauna do solo nos diferentes tratamentos.

Table 1 – Taxonomic richness, population density and biomass average of soil macrofauna in different treatments.

Tratamento	Biomassa g.m <sup>-2</sup>	Densidade pop. ind.m <sup>-2</sup>	Riqueza taxonômica
CN	2.4	512	17
CD	1	251.2	13
TE	6.5	761.6	16
BP	2	292.8	12
BA	1.3	139.2	12



**Figura 1** - Dendrograma (*cluster*) realizado com os valores de densidade média da macrofauna do solo.

Figure 1 – Cluster analysis of mean density values of the soil macrofauna.

NEMATÓIDES ASSOCIADOS AO DECLÍNIO DO CAPIM *Brachiaria brizantha*  
cv. Marandu NO ESTADO DO ACRE, BRASIL.

NEMATODES ASSOCIATED WITH DECLINING *Brachiaria brizantha* cv.  
Marandu GRASS IN THE STATE OF ACRE, BRAZIL.

SHARMA <sup>(1)</sup>, R.D.; CAVACALCANTI <sup>(2)</sup>, M.J.B.; VALENTIM <sup>(2)</sup>, J.F.

<sup>(1)</sup> Embrapa Cerrados, C.P. 08223, 73301-970, Planaltina, DF. e <sup>(2)</sup> Embrapa Acre, C.P. 392, 69901-180, Rio Branco, AC.

ABSTRACT

Six species of plant parasitic nematodes in their frequencies of occurrence (*Aphelenchoides* sp. (100%), *Ditylenchus* sp. (100%), *Pratylenchus zaei* (63%), *Helicotylenchus dihystera* (21%), *Criconemella* sp. (3.5%), and *Meloidogyne* sp. (7%), were encountered in 57 samples collected from seven sites in the State of Acre, of which 15 from dead; 20 each from declining and healthy *Brachiaria brizantha* cv. Marandu grass stumps and 2 samples from *Panicum maximum* and *Pueraria phaseoloides*. In general, the population densities of nematodes in samples were extremely low in all the samples. Two species of mycophagous nematodes (*Aphelenchus avenae* (100%) and *Tylenchus* sp. (100%), besides free-living nematodes were also found in these samples.

Key words: Pastures, plant parasitic nematodes, heavy soils, ecosystems

RESUMO

Seis espécies de fitonematóides foram identificadas nas seguintes frequências de ocorrência nas 57 amostras coletadas de sete localidades no estado do Acre dos quais 15 das touceiras doentes; 20 de cada em declínio e sadias: *Aphelenchoides* sp. (100%), *Ditylenchus* sp. (95%), *Pratylenchus zaei* (63%), *Helicotylenchus dihystera* (21%), *Meloidogyne* sp. (7%) e *Criconemella* sp. (3,5%). Em geral, as densidades populacionais de fitonematóides foram muito baixas em todas as amostras. Duas espécies de nematóides micófagos e sua frequências de ocorrências nas amostras foram: *Aphelenchus avenae* (100%) e *Tylenchus* sp. (100%) além de nematóides de vida livre (100%).

Palavras chaves: Pastagem, fitonematóides, solos pesados, ecossistema.

A partir de meados da década de oitenta, o capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu passou a ser utilizado de forma crescente na formação e renovação de pastagens no Brasil (Zimmer & Euclides Filho, 1997).

No Acre, mais de 80% dos 1,1 milhão de hectares de pastagens existentes é formada com o capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, criando um ecossistema homogêneo de pastagens que nas condições ambientais de temperatura e umidade do ar elevadas durante todo o ano, tornam-se extremamente susceptíveis à ocorrência de pragas e doenças (Embrapa, 1999).

A partir de 1995, produtores e pesquisadores vêm constatando de forma crescente a ocorrência da morte de pastagens de capim Marandu no Acre. Em algumas situações, este problema já causou a perda total das pastagens em algumas propriedades. O agravamento deste problema implicará, a curto prazo no: a) aumento das pressões de desmatamentos de novas áreas de florestas para a formação de pastagens; e, b)

aumento das queimadas como prática de baixo custo para a renovação de pastagens em áreas degradadas (Valentim *et al.*, 2000).

Neste trabalho, objetivou-se fazer um levantamento de fitonematóides associados a morte do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cultivado em Latossolo Vermelho-Escuro distrofico e em Podzólico Vermelho Amarelo, em condições da Amazônia Ocidental, durante o período chuvoso. Buscou-se ainda avaliar o papel de nematóides na morte destas pastagens, visando obter informações para um programa de recuperação e renovação de pastagens no estado de Acre, Brasil.

Em março de 2000, foram coletadas amostras de solo e raízes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu de diferentes fazendas com problema de morte desse capim. Para obtenção de amostras de solo e das plantas (raízes e parte aérea) de capim Marandu com os tipos de sintomas de morte das pastagens, touceiras sadias, em declínio e mortas, foram selecionadas nas áreas afetadas pelo problema. Também foram avaliadas áreas grandes sem sintomas de declínio para comparação. Os dados referentes a: a) locais de amostragem, b) tipo de solo, c) tipo de sintomas e, d) número de amostras coletadas de rizosfera de capim Marandu e outras espécies de plantas como *Panicum maximum* e *Pueraria phaseoloides* são apresentados no Quadro 1. As amostras de solo e raízes foram coletadas até 20 cm de profundidade, utilizando-se enxadas e pá. Os nematóides foram extraídos de 100 g de solo e 10 g de raízes, após homogeneização de amostras coletadas pelo método modificado do Coolen (1979). A identificação de nematóides e suas densidades populacionais foram determinadas, com auxílio da câmara de Peter em microscópio óptico.

Seis espécies de fitonematóides foram identificadas nas seguintes frequências de ocorrência nas 57 amostras coletadas: *Aphelenchoides* sp. (100%), *Ditylenchus* sp. (95%), *Pratylenchus zaei* (63%), *Helicotylenchus dihystra* (21%), *Meloidogyne* sp. (7%) e *Criconemella* sp. (3,5%). Em geral, as densidades populacionais de fitonematóides foram muito baixas em todas as amostras. As densidades populacionais de *P. zaei* em plantas em estado de declínio, plantas mortas e plantas sadias variou de 2 a 9; 1 a 15 e 1 a 101 por amostra, respectivamente. Esse fato explica que a mera presença do nematóide na rizosfera da planta doente não significa que o nematóide é o responsável pelo declínio ou morte da planta.

Podem haver algumas razões para explicar a baixa população de fitonematóides encontrada nas amostras coletadas, tais como: a) o grau de compactação do solo; b) provável baixa fertilidade do solo; c) a baixa profundidade de amostragem; e, d) o grau de susceptibilidade da planta. Os dados obtidos demonstram nitidamente que a morte do capim Marandu não está relacionado com ataque de fitonematóides.

Duas espécies de nematóides micófagos foram encontradas e suas frequências de ocorrência nas amostras foram: *Aphelenchoides* sp. (100%) e *Tylenchus* sp. (100%). Os nematóides de vida livre foram observados em todas as amostras de raízes e nas de solo, com densidades populacionais variando de 27 a 428, mostrando sua predominância. Sugerimos para futuras pesquisas (1) Amostragem atingindo maiores profundidades, como por exemplo, de 0 a 50 cm; (2) Avaliação de patogenicidade de *P. zaei* utilizando-se diferentes níveis de inóculo em diferentes tipos de solo em condições controladas. Este é o primeiro relato sobre nematóides associados ao capim Marandu no estado do Acre, Brasil.

## REFERÊNCIAS

- Coolen, W. A. 1979. Methods for the extraction of *Meloidogyne* spp. and other nematodes from roots and soil. In: LAMBERTI, F. & TAYLOR, C.E. (eds). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species): systematics, biology and control. London: Academic Press, P. 317-329.
- Embrapa. Redução dos impactos ambientais da pecuária de corte no Acre. Rio Branco: Embrapa-CPAF/Acre. 1999. 2p. (Embrapa-CPAF/Acre, Impactos).
- Valentim, J.F.; Amaral, E.F.; CAVALCANTE, M. de J.B.; Fazolin, M.; Urquiaga, S.; Boddey, R.M.; Sharma, R.D.; Melo, A.F. de. Diagnosis and potential socioeconomic and environmental impacts of pasture death in the Brazilian Amazon. In: Primeira Conferência Científica do Large Biosphere Scale Experiment - LBA, **Anais...** Belém, PA. 24 a 30/06/2000. DIAGNOSIS AND Potential.

ZIMMER, A.H.; EUCLIDES FILHO, K.E. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pastejo, Anais. Viçosa, MG. 1997. P. 349-379.

Quadro 1. Locais de amostragem, tipo de solo, tipo de sintomas e número de amostras coletadas da rizosfera de capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e de outras espécies de plantas no estado do Acre, Brasil. Março de 2000.

Locais de amostragem	Tipo de solo	Tipo de sintomas			Nº de amostras
		Sadia	Doente	Morta	
1. Faz. Iquiri	Solo pesado	4	3	3	10
2. Faz. Guaxupé	Idem	4	3	3	10
3. Faz. Eldorado	Idem	4	3	3	10
4. Faz. Zaborandi	Idem	3	3	3	9
5. Faz. Alfnas	Idem	3	3	3	9
6. Faz. Buriti	LVE	01	01	0	2
7. Embrapa Acre (Sede)					
// Capim Marandu+Pueraria	Solo pesado	0	1	0	1
// Marandu+Pueraria (Sadio)	Idem	1	0	0	1
// Marandu declínio	Idem	0	1	0	1
// Marandu Sadia	Idem	0	1	0	1
// Marandu – perto da capineira	Idem	0	1	0	1
// <i>Panicum maximum</i> (idem)	Idem	1	0	0	1
// <i>Pueraria phaseoloides</i> Sadia	Idem	1	0	0	1

Quadro-2. Nematóides associados ao capim Marandu e à outras espécies forrageiras no estado do Acre, Brasil. Março de 2000.

Estado do Acre/ Fazendas visitadas	Espécies e densidade populacional de nematóides em 100 g de solo e 10 g de raízes*								
	Msp	Pz	Hd	Csp	Asp	Aa	Tsp	Dsp	V. liv
Faz. Iquiri,									
• Área geral (Sadia)	0	0	345	0	34	0	13	5	178
• Plantas (Sadia)	0	1	1	0	56	0	4	6	286
• Plantas (Declínio)	0	2	7	0	104	0	22	14	486
• Plantas (Morta)	0	1	0	0	63	0	38	21	461
Faz. Guaxupé									
• Área geral (Sadia)	0	0	0	0	42	0	90	72	27
• Plantas (Sadia)	0	101	0	0	65	0	9	10	36
• Plantas (Declínio)	0	15	0	0	57	0	6	271	42
• Plantas (Morta)	0	7	0	0	58	0	10	262	51
Faz. Eldorado									
• Área geral (Sadia)	0	19	0	0	53	3	11	6	50
• Plantas (Sadia)	0	2	0	0	39	2	10	56	393
• Plantas (Declínio)	0	17	0	0	17	0	3	170	194
• Plantas (Morta)	0	15	0	0	30	0	23	34	168
Faz. Zaborandi									
• Plantas (Sadia)	0	31	1	0	88	1	24	10	148
• Plantas (Declínio)	0	17	0	0	72	0	44	53	230
• Plantas (Morta)	0	7	0	0	62	0	28	100	167
Faz. Alfenas									
• Plantas (Sadia)	0	2	0	0	107	0	13	51	236
• Plantas (Declínio)	0	12	0	0	37	0	14	35	143
• Plantas (Morta)	0	1	0	0	35	0	12	136	139
Faz. Buriti									
• Área produtiva	0	4	10	0	4	0	9	8	115
• Área degradada	0	79	399	0	7	0	19	2	68
Embrapa									
• Capim+ <i>Pueraria</i>	0	12	52	0	5	7	13	1	426
• Capim+ <i>Pueraria</i> -sadia	0	1	1	0	31	56	2	6	257
• Capim (declínio)	0	9	1	4	48	1	1	0	286
• Capim (sadio)	2	2	0	0	43	23	0	3	194
• Capim (perto do curral)	0	14	0	0	23	4	16	13	172
• <i>Panicum</i> (idem)	0	3	0	1	11	7	14	0	89
• <i>Pueraria</i>	7	2	13	1	105	100	36	0	405
Frequência de ocorrência de nematóides em amostras (%)	7	63	21	3,5	100	33	88	95	100

\* Msp – *Meloidogyne* sp., Psp – *Pratylenchus zaei*, Hd – *Helicotylenchus dihystera*, Csp. *Criconemella* sp., Asp – *Aphelenchoides* sp., Aa – *Aphelenchus avenae*, Tsp – *Tylenchus* sp., dsp – *Ditylenchus* sp., V.liv – nematóides de vida livre.

# DENSITY, EFFICIENCY AND DIVERSITY OF RHIZOBIA POPULATIONS NODULATING SIRATRO FROM PASTURES AND OTHER LAND USE SYSTEMS IN AMAZON.

E.G. Pereira<sup>1</sup>; F.M.S Moreira.; A Lacerda e A S.Lima

<sup>1</sup> Pós-Graduanda da Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência do Solo. Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras/MG. E-mail: epereira@ufla.br

**Key-words:** rhizobia, diversity, pasture, land use systems, Amazonia

One of the key functions of soil systems is biological nitrogen fixation that is mediated by diverse Procaryote species. The most important diazotrophs are those forming symbiosis with legumes named rhizobia. Until now 6 genera and 28 rhizobia species are known, all presenting a high diversity intra specific. In spite of the high diversity within this group, few studies were carried out to evaluated it at field conditions and those were usually limited to a given species (Handley, 1998). Genetic tools such as molecular probes to detect ribosomal genes usually detect also other kinds of micro-organisms presenting high similarity with rhizobia (Willems & Collins, 1993). On the other hand, indirect approaches by using trap hosts underestimates rhizobia populations due to specificity relationships among hosts and microsymbionts. One of the ways to minimise this limitation is the use of promiscuous legume species. Although this methodology is also limited because even a promiscuous host does not nodulate with all rhizobia strains it is useful for comparison among samples. This work aimed to evaluate density, efficiency and diversity of rhizobia populations nodulating siratro, considered a promiscuous host, at different land use systems (LUS) in Amazon (pastures, disturbed forest, crops, agroforestry systems and fallows). Siratro plants were cultivated in plastic pouches with Jensen's nutrient solution and inoculated with serial decimal dilutions of soil samples, one week after transplanting of germinated seeds. After 23 days of growth, nodulation of plants was recorded for the calculation of rhizobia most probable numbers (MPN). Plants of the lower dilutions were harvested and dry matter determined to verify rhizobia populations efficiency. Rhizobia were isolated from nodules of all dilutions in YMA medium and characterised culturally according Moreira (1991). Total protein profiles by poliacrilamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) for fast and very fast growers on YMA were performed according procedures of Laemmli (1970) with modifications. Rhizobia populations densities and efficiencies were highest in pasture soil samples than in the other LUS (Table 1). Numbers varied from 15 (A2) to more than 20 000 g<sup>-1</sup> soil (P3). Lowest densities occurred in agroforestry systems whereas the other LUS do not differ significantly. The populations with lowest efficiencies

---

occurred in forest soil. The highest density and efficiency in pastures may be due to better chemical soil conditions such as pH, base saturation and low Al concentration. However, this do not mean that inefficient populations for siratro could behave like that with native hosts because other symbiotic relationships could be established which needs further studies. Seven hundred and fourteen rhizobia isolates were obtained. Among them there were representatives of all cultural types (*Bradyrhizobium*, *Rhizobium/Allorhizobium/Sinorhizobium/Mesorhizobium*) with the exception of *Azorhizobium* (fast/intermediary growth with medium alkalization) (Table 2). High incidence of fast growers in crop systems was due to *Phaseolus vulgaris* that establish symbiosis predominantly with them, thus indicating the strong influence of host in rhizobia diversity. Shannon Weaver index, calculated based on cultural characteristics showed a highest rhizobia diversity on forest soil samples (Figure 1) and lowest on crops and fallows. Numbers of electrophoretic protein patterns (EPP) for fast and very fast growers showed a large variation among sites, but highest numbers of EPP occurred in forest and pastures (table 3). There was no relationship between density, diversity (cultural types and protein profiles) and rhizobia efficiencies. Results showed variability among rhizobia populations of different LUS and a high diversity within them. Although pastures had highest numbers of efficient rhizobia populations, diversity was lower than tree-based systems such as agroforestry and disturbed forests but its diversity was higher than fallows (also a tree-based system) and crops.

## References

- HANDLEY, B.A.; HEDGES, A.J.; BERINGER, J.E. Importance of host plants for detecting the population diversity of *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* in soil. *Soil Biol. Biochem.*, v.10, n.2, p.241-249, 1998.
- JACKMAN, P.J.H. Bacterial taxonomy based on electrophoretic whole-cell protein patterns. In: GOODFELLOW, M.; MINNIKIN, D. (eds). *Chemical Methods in bacterial Systematics*. London: Academic Press, 1985. p.119-129.
- LAEMMLI, U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, London, v.227, p.680-685, 1970.
- MOREIRA, F.M.S. Caracterização de estirpes de rizóbio isoladas de espécies florestais pertencentes a diversos grupos de divergência de Leguminosae introduzidas ou nativas da Amazônia e Mata Atlântica. Rio de Janeiro, R.J. Tese de Doutorado – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1991.
- WILLEMS, A.; COLLINS, M.D. Phylogenetic analysis of rhizobia and agrobacteria based on 16S rRNA gene sequences. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, v.43, p.305-313, 1993.



Table 1. Density and efficiency of rhizobia populations nodulating siratro in different land use systems (LUS).

LUS	Site	log MPN cells g <sup>-1</sup> soil	Shoot dry matter (mg plant <sup>-1</sup> )
Pasture	P1	4,30	35,5
	P2	4,01	22,3
	P3	2,22	29,1
	Mean	3,51a	28,9a
Agroforestry System	A1	1,79	32,2
	A2	2,40	23,5
	A3	1,18	26,3
	Mean	1,79b	27,3ab
Crops	C1	3,32	22,4
	C2	2,47	23,6
	C3	2,35	27,1
	Mean	2,71ab	24,4ab
Fallow	F1	4,01	20,6
	F2	3,57	24,6
	F3	2,17	28,2
	Mean	3,25ab	24,5ab
Disturbed Forest	D1	2,32	23,8
	D2	3,23	19,3
	D3	2,54	22,2
	Mean	2,70ab	21,8b

Means followed by the same letter do not differ by Duncan at 5% of significance.

Table 2. Numbers of rhizobia isolates according to growth rate in YMA medium at different land use systems (LUS).

Days for appearance of isolates colonies	LUS <sup>1</sup>					TOTAL
	F	P	A	D	C	
Very fast (1 day)	2	36	6	25	60	129
Fast (2-3 days)	41	81	44	35	9	210
Intermediary (4-5 days)	12	27	15	7	30	91
Slow (6-10 days)	71	102	40	19	11	243
Very slow (>10 days)	0	15	1	25	0	41

<sup>1</sup> F (Fallow), P (Pasture), A (Agroforestry System), D (Disturbed Forest), C (Crops).

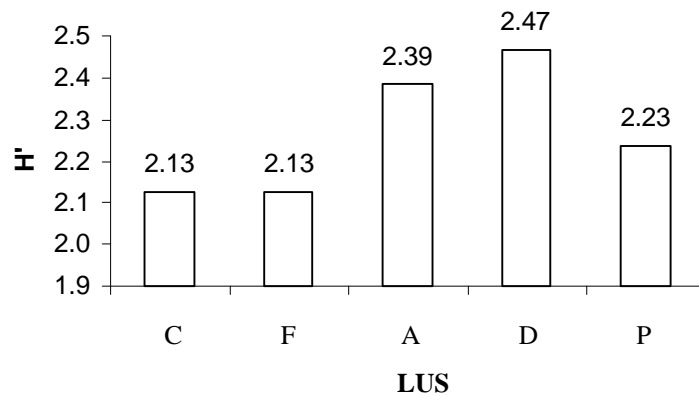


Figure 1. Shannon-Weaver ( $H'$ ) index based on cultural characteristics of rhizobia isolated from different land use systems (LUS): C (Crops), F (Fallow), A (Agroforestry System), D (Disturbed Forest), P (Pasture).

Table 3. Number of electrophoretic profiles of protein obtained by SDS-PAGE and Shannon-Weaver index ( $H'$ ) in different land use systems (LUS).

LUS	Site	$H'$	Profile Number
Agroforestry System	A1	0	1
	A2	1,34	5
	A3	0	1
Crops	C1	1,00	3
	C2	1,00	4
	C3	0	1
Pasture	P1	1,48	5
	P3	0,70	3
Disturbed Forest	D1	1,59	6
	D2	0	1
	D3	0	1
Fallow	F1	0,41	2
	F2	0	1
	F3	0	1

Title: MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF A CERRADO SOIL UNDER CONVENTIONAL AND INTEGRATED FORAGE AND ANNUAL CROPPING SYSTEMS.

Authors: OLIVEIRA, J.R.A.<sup>1</sup>; MENDES, I.C.<sup>2,3</sup>; VIVALDI, L.<sup>2</sup> e VILELA; L.<sup>2</sup>.

1. MSc student, Universidade de Brasília. Researcher, Embrapa Cerrados. Caixa Postal 08223, Planaltina, DF. 3. E-mail of the corresponding author: mendesi@cpac.embrapa.br

Keywords:

soil microbial biomass

phosphatase

$\beta$ -glucosidase

arylsulfatase

microbial respiration

It is estimated that 50% of the 49 million hectares with pastures in the Brazilian Cerrados present some level of degradation. The integration of annual crops and pastures results in a synergism between the two systems that improves the efficiency on the use of fertilizers residues and nutrient cycling, contributing to an enhancement of soil properties. For this reason the use of integrated forage and annual cropping systems shows a great potential for the recovery of degraded areas. Even though the biochemical and biological parameters associated with the living and more dynamic part of the soil organic matter have been used as indicators of early changes in soil properties and soil quality, few studies have been conducted in the Cerrados region regarding the effects of integrated pastures and annual cropping systems on the soil microorganisms. In the present study, we examined the impact of conventional and integrated forage and arable cropping systems, on the microbial biomass-C, microbial respiration and enzymes activity of a dark red clayey cerrado oxisol.

Soil samples were collected from an experiment initiated in 1991, at Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brazil. Field treatments include five management systems: continuous grass pastures (CGP), continuous legume based pastures (CLP), continuous annual cropping systems (CAC), annual crops integrated with legume based pastures (ACL) and legume-based pastures integrated with annual crops (LAC). Plots are 20 by 100 meters, and the experimental design is a randomized complete block, with two replications of each treatment. Four areas with native cerrados vegetation adjacent to the experiment were used as references, for the original conditions of the soil. The sequence of crop rotations, in the nine years of the experiment were: soybean/soybean/corn/soybean/corn/soybean/corn/soybean/soybean. The grass used in the pastures is *Andropogon gayanus* cv. Planaltina, and the legume is *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão. The first rotation cycle pasture/annual crop and annual crop/pasture occurred in 1995. When the soil samples were collected for the present study the ACL treatment was under annual crops and the LAC under legume-based pasture.

Soil samples were collected at two depths: 0 to 5 cm and 5 to 20 cm, in two dry seasons (August of 1998 and August of 1999) and on the rainy season of 1999 (January). Since the evaluations are repeated over time (three seasons) and space (two depths), we used the analysis proposed by Milliken & Johnson (1992) and Hinkelman & Kempthorne (1994), where the depths are considered as sub-plots and the sampling times as sub-sub-plots. For each microbiological parameter we evaluated the main effects (management systems, soil depth and sampling time) and their interactions. The native areas were not included in these analyses because they were not randomized.

Plant debris and roots were carefully removed from the soil samples before the microbiological determinations. The soil microbial biomass-C (SMBC) was determined by the chloroform-fumigation-incubation method as described by Jenkinson & Powlson (1976). The water content of the soil samples was raised with distilled water to 100% of the field capacity and the samples pre-incubated in the dark for six days at room temperature. One half of the soil samples were then fumigated (F) with ethanol-free chloroform for 48 h, while unfumigated

controls (UF) were kept in the dark at room temperature. After fumigation, F and UF samples were transferred to canning jars (500 ml-volume) containing a scintillation vial with 10 ml of 0,3M KOH. The jars were incubated in the dark for 10 days, and the amount of CO<sub>2</sub>-C evolved was determined by titration with HCl 0,1M. The microbial respiration was calculated as the amount of CO<sub>2</sub>-C evolved from the UF controls of the SMBC determinations.

Acid phosphatase, arilsulfatase and  $\beta$ -glucosidase activities were determined as described by Tabatabai (1994). These soil enzymes are associated with the P, S and C-cycle in the soil, respectively.

All biological and biochemical parameters were evaluated in three sampling times, with the exception of the arylsulfatase assays which were performed only in the soil samples collected in January and August of 1999.

The effects of management systems, soil depth, sampling time and their interactions were not statistically significant for soil microbial biomass-C (SMBC). However, there was a trend for the greatest SMBC values being observed under the CLP, continuous legume based pastures (343 to 410 mg C kg<sup>-1</sup> soil) in relation to the CAC, continuous annual cropping systems (221 to 289 mg C kg<sup>-1</sup> soil). In the 0 to 5 cm depth, reductions of up to 50% of microbial biomass-C were observed under the annual cropping systems (CAC and CAL) as compared to the native cerrado areas. In the 5 to 20 cm depth, the differences on SMBC values among the five management systems and the native cerrado areas were less pronounced. During the dry seasons (August of 1998 and August of 1999), the SMBC content of the CLP treatment was on average 18% greater than that of the native cerrado, in this depth.

Microbial respiration rates at the 0 to 5 cm depth were significantly greater (on average, 226 mg C kg<sup>-1</sup> soil) than those determined at the 5 to 20 cm depth (134 mg C kg<sup>-1</sup> soil), which can be attributed to the accumulation of plant residues on the soil surface. The interaction treatment x soil depth was statistically significant. In the two depths the greatest levels of microbial respiration were determined in the CLP, CGP and LAC treatments, whereas the smallest levels were found in the treatments with annual crops (CAC and ACL). The interaction soil depth x sampling time also was statistically significant. In the 0 to 5cm depth, the highest respiratory rates were detected in the two dry seasons, which can be related to the greater inputs of plant residues that occur during this time of the year, due to litter fall. Since these determinations are carried out under optimum laboratory conditions the accumulation of plant residues, in this depth, caused the increase observed in the respiratory rates.

The interaction treatment x soil depth was statistically significant for  $\beta$ -glucosidase activity. At the 0 to 5 cm depth, the treatments CLP and LAC showed activity levels (on average 75  $\mu$ g p-nitrophenol g<sup>-1</sup> soil) greater than the CAC, ACL and CGP treatments, respectively, 44, 49 and 54  $\mu$ g p-nitrophenol g<sup>-1</sup> soil. At the 5 to 20 cm depth, the differences among the treatments with legume based pastures and annual crops were less pronounced. The smallest level of  $\beta$ - glucosidase activity at this depth was determined at the CGP treatment. The interaction treatment x sampling time also was significant. For the soil samples collected in August of 1998 and 1999 (dry seasons) the highest activities were observed in the treatments CLP and LAC with legume-based pastures (on average 50  $\mu$ g p-nitrophenol g<sup>-1</sup> soil), whereas the lowest levels were found at the CGP (on average 32  $\mu$ g p-nitrophenol g<sup>-1</sup> soil). In the rainy season (January 1999) the CLP treatment showed the highest level of  $\beta$ -glucosidase activity (74  $\mu$ g p-nitrophenol g<sup>-1</sup> soil) whereas the treatments CAC and CAL showed the lowest ones (50  $\mu$ g p-nitrophenol g<sup>-1</sup> soil). In the three sampling times evaluated, the greatest levels of  $\beta$ -glucosidase activities were found at the 0 to 5 cm depth, which can be attributed to the accumulation of plant residues on the soil surface. These residues can be a source of substrate stimulating the action of this enzyme. The interaction soil depth x sampling time was statistically significant because the differences between the two soil depths were more pronounced during the dry seasons.

Regardless of sampling time and soil depth the CLP treatment presented the highest levels of acid phosphatase activities although treatment differences were not statistically significant. For example, in the rainy season of 1999, the activity levels found in the CLP treatments were 48% greater than those determined in the CAC treatment. For phosphatase

activity the only significant effects observed were soil depth and sampling times. The highest activity rates of this soil enzyme were found at the 5 to 20 cm depth and at the rainy season.

In general, the areas under native cerrado vegetation, showed phosphatase activities greater than the five management systems evaluated, evidencing the importance of the organic P cycling through phosphatases in native ecosystems. This result also points out the inhibitory effect caused upon these enzymes by the use of P fertilizers.

There was a significant treatment effect on the arylsulfatase activity regardless of sampling time and soil depth. The greatest activity levels were observed in the CLP, LCA and CGP treatments (on average: 48, 40 and 37  $\mu\text{g}$  p-nitrophenol  $\text{g}^{-1}$  soil, respectively). The lowest levels of arylsulfatase were observed in the treatments with annual crops CAC and ACL (27 and 36  $\mu\text{g}$  p-nitrophenol  $\text{g}^{-1}$  soil, respectively).

In relation to the native cerrado areas, the responses of the five management systems differed with the sampling time and soil depth. In the rainy season, 0 to 5 cm depth, the arylsulfatase activities on the CLP, CGP and native cerrados were similar. At the 5 to 20 cm depth, the CLP and CGP presented activity levels 1,4 times greater than that of the native cerrados. In the dry season the CLP showed levels of activity 1,3 times greater than the native cerrados in both 0 to 5 and 5 to 20 cm depth. In the January and August of 1999 samplings, at the 0 to 5 cm depth, the CAC treatment presented activity levels 1,6 times lower than those of the native cerrado. At the 5 to 20 cm depth no differences were observed between CAC and native cerrados during the rainy season, whereas in the dry season the activity levels determined in the CAC were 1,3 times lower than the native cerrados.

Similarly to phosphatase the arylsulfatase activity levels determined at the 5 to 20 cm depth were significantly greater than those determined at 0 to 5 cm.

The benefits of legume-based pastures on the soil biology were detected in this study through increases in the SMBC, soil microbial respiration and enzyme activities in the CLP and LCA treatments. These results demonstrate that legume based pastures in rotation with annual crops can enhance the levels of biological activity of a cerrado soil alleviating the negative impacts caused by continuous annual cropping systems. The biological parameters evaluated in our study were able to indicate changes that occurred in soil as a result of human activities. Further studies, are necessary to determine whether these changes also promoted shifts in the structure of the microbial communities established in those areas as compared to the native soil.

## BIBLIOGRAFIA

HINKELMAN, K.; KEMPTHORNE, O. Design and analysis of experiments: introduction to experimental design. Vol. 1. Wiley, New York. 1994.

JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. The effect of biocidal treatment on metabolism in soil. V.A method of measuring soil biomass. **Soil Biol. & Biochem.** 8:209-213. 1976a.

MILLIKEN, G.A.E.; JOHNSON, D.E. Analysis of messy data: designed experiments. Vol. 1. 1st ed. Chapman & Hall, New York. 1992.

TABATABAI, M.A.. Soil enzymes. In: WEAVER, R.W.; SCOTT, A.; BOTTOMLEY, P.J., ed. **Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. Part 2. p. 778-835. (Special Publication, 5).

# CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA EM SOLOS SOB PASTAGENS E CULTURAS ANUAIS: AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS CLOROFÓRMIO FUMIGAÇÃO INCUBAÇÃO E CLOROFÓRMIO FUMIGAÇÃO EXTRAÇÃO

Authors: OLIVEIRA, J.R.A <sup>1</sup>; MENDES, I.C. <sup>2,3</sup> e VIVALDI, L. <sup>2</sup>

1. MSc student , Universidade de Brasilia. 2. Researcher, Embrapa Cerrados. Caixa Postal 08223, Planaltina, DF. 3. E-mail of the corresponding author: mendesi@cpac.embrapa.br

Keywords: soil microbial biomass carbon; legume-based pastures, annual crops, cerrados.

## ABSTRACT

Soil microbial biomass carbon (SMBC) plays an important role in the nutrient cycling in the soil. Among the several methods that have been used to estimate SMBC, chloroform fumigation incubation (CFI) and chloroform fumigation extraction (CFE) are the most studied. Although several studies in the literature have compared the efficiency of these two methods to estimate SMBC, there is no such information for the acid soils of the Cerrados region. The objective of the present study was to compare the efficiency of these two methods in cerrado soils that have been incorporated to agriculture (continuous corn-soybean crops and continuous legume based pastures). Soil samples were collected at two depths: 0 to 5 cm and 5 to 20 cm. Sampling times were: dry seasons of 1998 and 1999 and the rainy season of 1999. The results showed that both methods were appropriate to determine SMBC in cerrado soils. Regardless of the methods evaluated, the greatest levels of SMBC were observed in the legume-based pasture.

As determinações de carbono da biomassa microbiana do solo (BMS) são importantes para avaliar o tamanho do pool mais ativo e dinâmico da matéria orgânica do solo, o qual é constituído basicamente por fungos, bactérias e actinomicetos. A escolha entre um ou outro método para determinação da BMS depende de vários fatores dentre os quais destacam-se simplicidade da análise, baixo grau de subjetividade e boa reprodutibilidade. Por essas razões, os métodos mais utilizados para determinação da biomassa têm sido os métodos CFI clorofórmio fumigação incubação (Jenkinson & Powlson, 1976) e CFE clorofórmio fumigação extração (Vance et al., 1987). Esses métodos são baseados na esterilização parcial (fumigação) de amostras de solos com clorofórmio. No método CFI a determinação do tamanho da biomassa é feita com base no fluxo de CO<sub>2</sub> evoluído das amostras de solo fumigadas e não-fumigadas após um período de incubação de 10 dias. No método CFE essa determinação é feita a partir da extração do C das amostras fumigadas e não fumigadas.

Como a maior parte dos solos de cerrado é constituída por solos intemperizados, com elevados teores de hidróxidos de ferro e alumínio; baixa saturação de bases e baixo pH, o objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência dos métodos CFI e CFE para determinação da biomassa microbiana em solos de cerrado sob pastagens consorciadas e culturas anuais.

Os testes para a comparação dos métodos CFI e CFE foram realizados com amostras de solo coletadas num experimento de rotação de culturas e pastagens. O experimento foi iniciado em 1991 e está localizado num Latossolo Vermelho, textura argilosa, na Embrapa-Cerrados, Planaltina (DF). O delineamento experimental é o de blocos ao acaso com duas repetições. As parcelas são de 20 x 100 m. Para efeito de análise estatística, os dados foram analisados em esquema de parcelas subdivididas, em que os tratamentos principais foram constituídos pelos sistemas de cultivo (parcelas), seguidos pelas duas profundidades coletadas (subparcelas), pelas três épocas analisadas (subsubparcelas) e pelos dois métodos utilizados (subsubsubparcelas). A seqüência de culturas em nove anos do experimento foi soja-soja-milho-soja-milho-soja-milho-soja-soja. Na pastagem

consorciada plantou-se *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão. O preparo do solo usado nas culturas anuais foi grade aradora e grade niveladora.

As amostras de solo foram coletadas nas profundidades 0 a 5 cm e 5 a 20 cm, em dois períodos de seca (Agosto de 1998 e Agosto de 1999) e em um período chuvoso (Janeiro de 1999).

Para a quantificação do carbono da biomassa-C, utilizou-se o método proposto por Jenkinson & Powlson (1976), Clorofórmio-Fumigação-Incubação, CFI. Após a coleta no campo, quando necessário, o teor de umidade das amostras de solo (20g) foi elevado a 100% da capacidade de campo e as amostras foram pré-incubadas no escuro por sete dias a temperatura ambiente ( $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ). A seguir, metade das amostras foi fumigada (F) por 48 horas em um dessecador contendo uma placa de Petri com 25 ml de clorofórmio livre de álcool. Durante este período, as amostras não fumigadas (NF) foram mantidas a temperatura ambiente. Após a fumigação, as amostras F e NF foram transferidas para recipientes de vidro (capacidade de 500 ml) contendo um frasco com 10 ml de KOH 0,3 M. A seguir, foram incubadas no escuro por dez dias a temperatura ambiente. A quantidade de  $\text{CO}_2$  evoluído do solo foi determinada após titulação com HCl 0,1 M. A quantidade de BMS foi determinada pela diferença entre o  $\text{CO}_2$  evoluído das amostras fumigadas e não fumigadas no período de 10 dias após a fumigação utilizando-se um fator de correção (Kc) de 0,41.

Para as análises de biomassa-C pelo método CFE-Clorofórmio-Fumigação-Extração, utilizou-se o método proposto por Vance et al., (1987). As amostras de solo (10 g) foram pré-incubadas e fumigadas conforme descrito para o método CFI. O carbono da biomassa microbiana foi extraído pela adição de 50ml de uma solução de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  0,5M, e sua determinação efetuada por oxidação com  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . A quantidade de BMS foi determinada pela diferença entre o carbono orgânico extraído do solo fumigado e não fumigado usando um fator de correção (Kec) de 0,35.

À exceção da profundidade 5 a 20 cm, na estação chuvosa de 1999, método CFE, em todas as demais épocas e profundidades avaliadas observou-se, independentemente do método utilizado, que os maiores valores de biomassa foram apresentados pelo solo sob pastagem consorciada. A interação tratamento x profundidade foi significativa, ou seja, independentemente do método utilizado as diferenças entre os teores de BMS das pastagens e das culturas anuais foram mais acentuadas na profundidade 0 a 5 cm (em média 460 e 260 mg C  $\text{kg}^{-1}$  solo, para as pastagens e culturas anuais, respectivamente) o que pode ser atribuído ao maior acúmulo de liteira nessa profundidade nas pastagens, comparativamente às áreas de culturas anuais. Os teores de BMS não variaram significativamente entre as três épocas avaliadas.

Os valores de biomassa-C obtidos pelo método CFE foram superiores aos estimados pelo método CFI. Isto se deve, em parte, ao fato de que os dois métodos utilizam coeficientes de correção (Kc) e extração (Kec) diferenciados. O Kec utilizado para o cálculo da biomassa no método CFE (0,35) é menor que o Kc utilizado para o cálculo da biomassa pelo método CFI (0,41), o que resulta numa super-estimação dos valores no método CFE e numa sub-estimação no método CFI. Os valores diferenciados dos coeficientes Kc e Kec e o fato de que cada método avalia diferentes "pools" do carbono microbiano do solo, demonstram que os resultados numéricos obtidos nas determinações de biomassa são relativos (Wardle & Ghani, 1995). Entretanto, mais importante do que comparar os valores de biomassa estimados pelos métodos CFE e CFI é avaliar as interações métodos x tratamentos, métodos x épocas e métodos x profundidades. Isto é, determinar se as tendências observadas com os métodos CFE e CFI são ou não as mesmas em função dos tratamentos, épocas e profundidades amostradas.

No presente estudo a única interação significativa foi a interação métodos x profundidades. Observou-se que embora as tendências tenham sido as mesmas tanto com o método CFI como com o método CFE, a significância da interação ocorreu devido ao fato de que as diferenças entre as duas profundidades foram mais acentuadas com o método CFE (os teores de biomassa na profundidade 0 a 5 cm foram em média 1,3 vezes superiores aos da profundidade 5 a 20 cm). Essa observação aliada à ausência de significância estatística nas interações métodos x tratamentos e métodos x épocas, estão de acordo com Wardle & Ghani (1995); Sparling & Zhu (1993) e Feigl et al. (1995) que também observaram boas correlações entre os métodos CFE e CFI.

Os resultados indicaram que os métodos CFI e CFE foram igualmente apropriados para determinação da biomassa-C em solos de cerrado sob cultivo. A utilização de métodos totalmente padronizados, desde a coleta e preparo até a análise química das amostras é a condição básica para validar esses estudos. Independentemente do método utilizado, as pastagens consorciadas apresentaram maiores teores de BMS que as áreas sob culturas anuais, sendo que essas diferenças foram mais pronunciadas na profundidade 0 a 5 cm. Esses resultados sugerem que a ausência de cultivos mecânicos e o efeito rizosférico mais acentuado nas pastagens estimulam os microrganismos do solo.

## **BIBLIOGRAFIA**

- FEIGL, B.J.; SPARLING, G.P.; ROSS, D.J.; CERRI, C.C. Soil microbial biomass in amazonian soils: evaluation of methods and estimates of pool sizes. **Soil Biol. & Biochem.** 27:1467-1472. 1995.
- JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. The effect of biocidal treatment on metabolism in soil. V.A method of measuring soil biomass. **Soil Biol. & Biochem.** 8:209-213. 1976a.
- SPARLING, G.; ZHU, C. Evaluation and calibration of biochemical methods to measure microbial biomass C and N in soils from western Australia. **Soil Biol. & Biochem.** 25:1793-1801. 1993.
- VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biol. & Biochem.** 19:703-707. 1987.
- WARDLE, D.A.; GHANI, A. Why is the strength of relationships between pairs of methods for estimating soil microbial biomass often so variable? **Soil Biol. & Biochem.** 27:821-828. 1995.



## SOIL MICROBIAL BIOMASS C, N, AND P IN A DEGRADED PASTURE SUBJECTED TO RECLAMATION PRACTICES IN THE SÃO PAULO STATE<sup>(\*)</sup>

M.C.S. CARVALHO<sup>(1)</sup>, C.C. CERRI<sup>(1)</sup>, M.C. PICCOLO<sup>(1)</sup>, B.J. FEIGL<sup>(1)</sup>, M. CORSI<sup>(2)</sup> & S.A.P. FERNANDES<sup>(1)</sup>. 1. CENA/USP, Laboratório de Biogeoquímica do Solo, Caixa Postal 96, 13416-970, Piracicaba, SP. E-mail: mscarva@ciagri.usp.br. 2. Departamento de Produção Animal, ESALQ/USP. \*Research support was provided by FAPESP with grant 97/11280-0.

KEY WORDS: soil microbial biomass, pasture rehabilitation, carbon, nitrogen, phosphorus

The low availability of nutrients for plant growth has been one of the main causes of degradation in tropical pastures, such as in the State of São Paulo, Brazil. Although the addition of fertilizers can supply nutrients that limit plant growth in degraded pastures, the productivity maintenance requests an increase of the nutrient cycling through the microbial activity. A better understanding of the biogeochemical mechanisms that maintain soil fertility could help to improve management to prevent soil nutrient losses from areas currently under pasture. Microbial biomass constitutes the active fraction of soil organic matter whose fast turnover makes it important as a temporary sink (immobilization) or potential source (mineralization) of nutrients, especially nitrogen and phosphorus. Potentially, soil management practices such as harrowing, liming and macro and micronutrient fertilization can affect soil microbial biomass and its activity in soils under degraded pastures. Such practices influence soil microorganisms, directly through nutrient availability, and indirectly through their effect on plant growth and resultant inputs of organic matter to the soil. The aim of this work was to estimate the soil microbial biomass carbon, nitrogen, and phosphorus in a sandy soil (Typic Quartzipsamment) covered by a degraded 12 years old pasture of *Brachiaria decumbens* Stapf., which was subjected to different rehabilitation practices. The field trial was established in June 1995 and carried out until August 1997 at São Pedro (22°30' S and 48°00' W), State of São Paulo, Brazil. The treatments were set in the field on plots of 2 x 5m, using a complete randomized block design with four replications. These treatments were: 1) control (C); 2) harrowing (H); 3) lime applied to soil surface (LS); 4) lime plus harrowing (LH); 5) lime applied to soil surface plus fertilization with macro and micronutrients (N, P, K, B, Cu e Zn) (LSF); and 6) lime plus harrowing plus fertilization with macro and micronutrients (LHF). Lime was hand applied at a rate of 3.6 Mg ha<sup>-1</sup>. The amounts of fertilizers applied in treatments LSF and LHF corresponded to: 160 (70 kg of N), 500 (40 kg of P and 50 kg of S), 210 (100 of K), 20 (2.2 kg of B), 15 (3 kg of Zn and 2.7 kg of S) and 10 (1.3 kg of Cu and 1.8 Kg of S), kg ha<sup>-1</sup> of urea, simple superphosphate, potassium chloride, borax, zinc sulphate and copper sulphate, respectively. The phosphorus and micronutrient fertilizers were applied at the beginning of the experiment. During two years of the experiment, 60 kg ha<sup>-1</sup> of N, and 50 kg ha<sup>-1</sup> of K were applied to the fertilized treatments after each forage cutting, in five split dressings from October to March. We test the influence of the rehabilitation treatments, fertility status and seasonal effects on soil microbial biomass estimated twice in 1997: once during the rainy season (February), and once during the dry season (August). Five cores were taken for 0-10 and 10-20 cm depths and one composite sample was prepared for each plot. A composite sample of each plot was prepared by mixing the cores by hand and removing roots. One sub-sample was air-dried, then ground for analysis of total C and N on a LECO CN-2000 analyzer, pH, exchangeable cations, and available P (Mehlich-3 extractant). A second sub-sample was dried to constant weight at 105 °C for gravimetric moisture determination. A third sub-sample of homogenised fresh soil was used to estimate the microbial biomass C, N and P by fumigation-extraction method proposed by Vance et al. (1987), Brookes et al. (1985) and Brookes et al. (1984), respectively. Water contents of the field moist soil samples were adjusted to 50% of water holding capacity before analysis. The k<sub>EC</sub>-factor of 0.33 (Sparling & West, 1988) was used to convert extractable-C flush to microbial C, and the k<sub>EN</sub>-factor of 0.54 (Brookes et al. 1985) was used to calculate microbial N. Microbial P was calculated using a k<sub>EP</sub>-factor of 0.40 (Brookes et al., 1982). Results were analyzed as a split-plot design, using analysis of variance, considering the treatments as main factor and depths as secondary factors. Tukey test at a significance level of 0.05 were used to compare means. The results showed that, in general, the contents of C, N and P of the soil microbial biomass were higher in rainy season than in dry season (Table 1). The fraction of the soil total C in the biomass was approximately doubled in rainy season for all treatments.

This higher microbial biomass in rainy season can be associated with increased soil temperature and humidity, and growth of the pasture. It increases the input of organic residues, mainly decomposing roots and root exudates, which are used as substrates by microorganisms. The higher microbial biomass C, N and P values at 0-10 cm depth may also reflect the greater availability of nutrients (Table 2) and organic substrates derived from roots in this soil layer. In relative terms, C content in microbial biomass varied from 0.8 to 2.2% of total C of the soil, and the smaller proportions were recorded in the dry season. According to Lynch & Panting (1980), the reduction of the microbial biomass in dry season is directly related with the quality of the substrate. These authors suggest that, during the rainy season, the microbial biomass is mainly sustained by easily oxidizable root exudates, which compose about 60% of dry weight of the roots. During the dry season, the root activity is drastically reduced, so that the microbial biomass is sustained mainly by decomposing roots and straw residues, which are more complex substrates than root exudates and become available more slowly. As a result, the microbial growth is limited. The increase of the microbial biomass C (about 35% in the rainy season) in the treatments that received fertilizers (LSF and LHF) may be associated not only with the improvement of the soil chemical conditions (Table 2) but also with the greater root development of forage (data not shown), generating larger amount of residues of better quality. On the other hand, the effects of the harrowing on the increase of the mineralization of soil organic matter and damage of root growth, had negative effects on microbial biomass C, especially at 10-20 cm depth, which is less influenced by litter. In the treatment LHF this effect was not observed probably because the damage effect of harrowing on the root growth was masked by the beneficial influence of the fertilizers, which promoted the recovery of the root system. All the treatments with lime (LS and LH) or lime plus fertilizers (LSF and LHF) promoted increases in soil microbial biomass N, especially at the superficial layer. Such increases could be associated with greater microbial activity due to, probably, reduction of  $Al^{3+}$  toxicity, and increase of pH and nutrients availability (Table 2). The treatment with lime applied to soil surface plus fertilizers (LSF) presented the largest N biomass values in the rainy season, characterizing increments of 87 and 73% at 0-10 and 10-20 cm depths, respectively, in comparison to the control treatment. In the dry season, this same pattern was also observed, but with a smaller magnitude, possibly due to the reduction of the availability of organic substrate and nitrogen in soil solution. The amounts of microbial biomass N in the control plots varied from 13 to 24 g kg<sup>-1</sup> or 2.2 to 3.8 % of total N (Table 1). The proportions of total N immobilized into the microbial biomass were clearly increased in the treatments that received lime or lime plus fertilizers, reaching 5.9% in the treatment LSF, indicating a high immobilization of the mineral N applied to the soil. Seasonal alterations in the microbial biomass N are a consequence of substrates availability. Such variations can influence the production or the rate of N transfer among other components of the system, with potential effects on the  $NO_3^-$ -N losses through leaching and/or denitrification. However, it has been shown that in soil cultivated with pasture grass, especially *Brachiaria* species, the N immobilization into the microbial biomass (due to the high C:N ratio of the plant residues) could cause a general slowing down of N cycling rates, decreasing the availability of this nutrient for the forage. Regardless of the treatments, depths and sampling time, the microbial biomass P (Table 1) values were always higher than the available P contents (Table 2). As well as the biomass C and N, the microbial biomass P presented a pattern of seasonal variation. The higher immobilization of P into the microbial biomass in the rainy season may be explained by the increase of the microbial activity due to, probably, a greater organic substrate availability. In the dry season, the smaller P diffusion in the soil solution may be a more limitant factor. In general, the microbial biomass P ranged from 5 to 16 mg kg<sup>-1</sup>, being the largest values associated with the treatments that received P fertilization (LSF and LHF). In comparison to the control treatment, the microbial biomass P increased significantly in the treatments with application of lime in the absence of fertilizers (LS and LH). This may be related with the increase of the microbial activity due to increase of soil pH (Table 2). In the treatments with lime plus macro and micronutrient fertilization (LSF and LHF), the microbial biomass P values were approximately twice higher than the control treatment. Phosphorus immobilized into the microbial biomass is protected against adsorption reactions in soils with predominantly oxidic mineralogy. The positive relationship between microbial P and available P contents (correlation coefficient=0.76, n=96, p<0.001) could suggest that P cycling through the microbial biomass could contribute, partly, to provide this nutrient for pasture grass.

## References

- BROOKES, P.C.; LANDMAN, A.; PRUDEN, B.; JENKINSON, D.S. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.17, p.837-842, 1985.
- BROOKES, P.C.; POWLSON, D.S.; JENKINSON, D.S. Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.14, p.319-329, 1982.
- BROOKES, P.C.; POWLSON, D.S.; JENKINSON, D.S. Phosphorus in the soil microbial biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v.16, p.169-175, 1984.
- LYNCH, J.M.; PANTING, L.M. Cultivation and the soil biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v.12, p.29-33, 1980.
- SPARLING, G.P.; WEST, A.W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: calibration in situ using microbial respiration and  $^{14}\text{C}$  labeled cells. **Soil Biology and Biochemistry**, v.20, p.337-343, 1988.
- VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v.19, p.703-107, 1987.

Table 1. Results of soil moisture, microbial biomass C, N (with their respective percentages in relation to total C and N contents, between parentheses) and P in soil under degraded pasture after subjected to rehabilitation treatments.

Treatments	Sampling times			
	Rainy season		Dry season	
	0 -10 cm	10 - 20 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm
	<i>Soil moisture (g kg<sup>-1</sup>)</i>			
Control (C)	130	130	57	81
Harrowing (H)	127	144	55	72
Lime applied to soil surface (LS)	148	123	74	97
Lime plus harrowing (LH)	173	143	77	91
LS + fertilizers (LSF)	113	117	70	72
LH + fertilizers (LHF)	105	120	79	83
	<i>Microbial biomass C (mg kg<sup>-1</sup>)</i>			
Control (C)	165 (1.7) bA <sup>δ</sup>	153 (1.6) bA	91 (0.9) bA	63 (0.8) cB
Harrowing (H)	159 (1.8) bA	79 (1.1) cB	82 (0.9) bA	59 (0.8) cA
Lime applied to soil surface (LS)	209 (1.9) aA	130 (1.6) abB	100 (0.9) abA	75 (0.9) bcB
Lime plus harrowing (LH)	173 (1.7) bA	106 (1.3) bB	91 (0.9) bA	76 (0.9) bcB
LS + fertilizers (LSF)	227 (1.9) aA	157 (1.9) aB	115 (1.0) aA	109 (1.3) aA
LH + fertilizers (LHF)	221 (2.2) aA	118 (1.5) bB	103 (1.1) abA	85 (1.0) bB
	<i>Microbial biomass N (mg kg<sup>-1</sup>)</i>			
Control (C)	24 (3.4) cA	22 (3.8) cB	19 (2.7) cA	13 (2.2) eB
Harrowing (H)	27 (4.5) cA	20 (4.2) cB	14 (2.3) dA	15 (3.2) deA
Lime applied to soil surface (LS)	36 (4.6) bA	30 (5.0) bB	20 (2.5) cA	17 (2.9) cdB
Lime plus harrowing (LH)	34 (4.7) bA	20 (3.1) cB	22 (3.0) abA	19 (2.9) bcB
LS + fertilizers (LSF)	45 (4.8) aA	38 (5.9) aB	22 (2.3) abA	20 (3.3) abA
LH + fertilizers (LHF)	37 (5.1) bA	23 (3.7) cB	23 (3.2) aA	22 (3.5) aA
	<i>Microbial biomass P (mg kg<sup>-1</sup>)</i>			
Control (C)	7 cA	6 cA	5 cA	5 bA
Harrowing (H)	6 cA	5 cB	6 cA	4 bB
Lime applied to soil surface (LS)	12 bA	8 abB	10 bA	6 bB
Lime plus harrowing (LH)	11 bA	6 bB	9 bA	5 bB
LS + fertilizers (LSF)	16 aA	10 aB	13 aA	9 aB
LH + fertilizers (LHF)	15 aA	10 aB	13 aA	9 aB

<sup>δ</sup> Mean values followed by the same lowercase letter in column and the same capital letter in the row, within each variable at the same evaluation time, are not significantly different by Tukey test at 5%.

Table 2. Results of some chemical properties of the soil under degraded pasture after subjected to rehabilitation treatments.

Treatments	Sampling times			
	Rainy season		Dry season	
	0 -10 cm	10 - 20 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm
	<i>pH in 0.01 mol L<sup>-1</sup> CaCl<sub>2</sub></i>			
Control (C)	4.42 bA <sup>δ</sup>	4.03 bcB	4.24 dA	3.98 cB
Harrowing (H)	4.27 bA	3.93 cB	4.12 dA	4.09 bcA
Lime applied to soil surface (LS)	5.19 aA	4.16 abcB	5.12 cA	4.23 bcB
Lime plus harrowing (LH)	5.20 aA	4.19 abB	5.24 bcA	4.33 abB
LS + fertilizers (LSF)	5.38 aA	4.20 abB	5.42 abA	4.20 bcB
LH + fertilizers (LHF)	5.16 aA	4.34 aB	5.55 aA	4.49 aB
	<i>Al<sup>3+</sup> saturation, %</i>			
Control (C)	39.6 aB	54.5 aA	40.9 aB	61.0 aA
Harrowing (H)	38.7 aB	57.6 aA	43.1 aB	53.9 aA
Lime applied to soil surface (LS)	0.0 bB	36.2 bA	0.0 bB	37.1 bA
Lime plus harrowing (LH)	0.0 bB	36.7 bA	0.0 bB	24.8 cA
LS + fertilizers (LSF)	0.0 bB	34.8 bA	0.0 bB	30.7 bA
LH + fertilizers (LHF)	0.0 bB	19.8 cA	0.0 bB	15.5 dA
	<i>Basis saturation (V), %</i>			
Control (C)	18.6 bA	16.1 cB	16.6 cA	11.3 cB
Harrowing (H)	20.9 bA	15.7 cB	18.9 cA	15.3 bcA
Lime applied to soil surface (LS)	53.5 aA	23.3 bB	48.6 bA	19.9 bB
Lime plus harrowing (LH)	54.8 aA	26.2 bB	53.0 bA	36.6 aB
LS + fertilizers (LSF)	59.4 aA	24.1 bB	62.9 aA	27.9 bB
LH + fertilizers (LHF)	57.0 aA	39.9 aB	60.1 aA	38.4 aB
	<i>Available P (Mehlich-3), mg kg<sup>-1</sup></i>			
Control (A)	2.5 dA	2.5 bcA	2.1 dA	1.7 bA
Harrowing (H)	4.3 cA	1.5 cdB	4.0 bcA	1.7 bB
Lime applied to soil surface (LS)	3.0 dA	1.4 dB	3.2 cdA	2.4 bA
Lime plus harrowing (LH)	3.0 dA	2.0 cdB	4.6 bA	2.6 bB
LS + fertilizers (LSF)	7.0 bA	3.4 abB	9.2 aA	4.1 aB
LH + fertilizers (LHF)	9.1 aA	4.0 aB	8.4 aA	3.8 aB

<sup>δ</sup> Mean values followed by the same lowercase letter in column and the same capital letter in the row, within each variable at the same evaluation time, are not significantly different by Tukey test at 5%.

## **AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE MICROBIANA DE UM SOLO TROPICAL SOB PASTAGEM**

J. Brigante (PPG-ERN – UFSCar/São Carlos/SP; CNPDIA/EMBRAPA. [janete@cnpdia.embrapa.br](mailto:janete@cnpdia.embrapa.br)), A. Pasini (Depto. de Agronomia - UEL/Londrina/PR), J. C. Fogo (Depto. de Estatística – UFSCar/São Carlos/SP) e O. Primavesi (CPPSE/EMBRAPA/São Carlos/SP).

### **ABSTRACT**

**EVALUATION OF A TROPICAL SOIL MICROBIAL COMMUNITY UNDER PASTURE.** Microbial density and activity in pasture soil (*Brachiaria decumbens* and *Panicum maximum* cv Tobiata) located at the Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste – EMBRAPA, were evaluated and compared with a native forest soil representative of the initial cover conditions. The data showed that fungi and bacteria populations were more susceptible to microclimatic change caused by establishment of pastures. These pastures showed a more intense microbial density and activity, suggesting progress in quality of these soils, but this conclusion need to confirm by comparing microbial activity or biomass and carbon unity.

**Key words:** fungi, bacteria, basal respiration, native forest.

### **INTRODUÇÃO**

O componente principal da atividade biológica do solo é a presença dos microrganismos (VARGAS E HUNGRIA, 1997) sendo que a sua atividade e componentes podem ser mensurados e seus valores caracterizam o potencial do solo. Os solos submetidos à pastagem apresentam alterações em suas propriedades físicas e químicas, sendo que sua comunidade microbiana, apresentando potencial de adaptação contínua, pode funcionar como uma indicadora sensível dessas alterações (TORSTENSSON et al., 1998). Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a densidade de fungos e bactérias de solo sob pastagem, comparado com um solo sob vegetação nativa.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

A área sob estudo localiza-se no Município de São Carlos-SP, no Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste-CPPSE-EMBRAPA. O clima é mesotérmico brando (tropical de altitude) do tipo Cwa, segundo Köppen, e a região situa-se na interface do domínio fitogeográfico de Cerrado e de Mata Altântica. As áreas amostradas foram constituídas por duas pastagens: capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) e a cultivar Tobiata (*Panicum maximum*) e uma mata Mesófila Semidecídua, todas sobre Latossolo Vermelho-Amarelo.

As coletas de solo foram realizadas a partir de monólitos retirados das áreas, nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-30 cm, levadas para o laboratório e mantidas a 4° C. Foi realizada uma coleta de solo no período seco (agosto de 1998) e outra no período úmido (março de 1999), sendo também monitorada a temperatura e a umidade do solo. Foram colhidas cinco amostras em campo com réplicas de cada uma em laboratório e para cada nível do solo. Estas amostras foram diluídas e inoculadas em meio Martin's rose bengal para fungos e meio Tryptic soy Agar para bactérias totais (WOLLUM, 1982). Para a estimativa da respiração basal foi utilizado o método das jarras fechadas descrito em ALEF (1995). Os dados foram submetidos a uma análise descritiva e a testes comparativos de Mann-Whitney e de Kruskal-Wallis (LEHMANN & D'ABRERA, 1975).

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Através do gráfico das médias (Figura 1) pode ser observado que as camadas superficiais mostraram-se mais densamente povoadas, tanto por fungos quanto por bactérias, havendo uma tendência à diminuição com a profundidade. Os microrganismos se concentraram, com algumas exceções, nos primeiros 10 cm do solo. Esse fato provavelmente tem relação com as condições pedológicas e às raízes das gramíneas, as quais exercem maiores benefícios e estímulos à atividade microbiana atribuídos, principalmente, à alta densidade que promove a aproximação de partículas pela constante absorção de água do perfil do solo; às periódicas renovações do sistema radicular e à uniforme distribuição dos

exsudados no solo. Dados da distribuição radicular das pastagens de tobiatã e de braquiária, observados através da análise de imagens digitais, revelaram uma maior densidade radicular (40%) nos primeiros 20 cm do perfil dos solos, sendo que cerca de 6,5% de raízes ainda ocorreram a um (1) metro de profundidade (PRIMAVESI et al., 1997)

Com relação às camadas do solo, apenas os fungos apresentaram diferença de densidade com a profundidade. A chegada do período úmido, com conseqüente elevação da temperatura, favoreceu mais intensamente as populações microbianas do solo das pastagens, especialmente as bactérias (Tabela 1). O solo cultivado com tobiatã e com braquiária apresentou maior densidade microbiana do que o solo da mata, especialmente o tobiatã. Esse fato sugere um efeito combinado de uma maior quantidade de material orgânico passível de ser rapidamente decomposto, além de condições de umidade e temperatura mais elevadas, como também a presença de esterco animal gerado pelo gado.

A atividade metabólica estimada através da emissão de CO<sup>2</sup>, confirmou valores mais elevados para o solo das pastagens, mostrando a relação direta entre a densidade e a atividade microbianas. Nesse sentido, as pastagens apresentaram um maior potencial de perda desse gás em relação ao solo da mata (Tabela 2). Na figura 2, observou-se uma maior assimetria dos dados coletados nos solos das pastagens. Isso poderia ser uma conseqüência da natureza dos sistemas de pastagens, tanto de tobiatã quanto de braquiária, que estão submetidos a uma maior freqüência de interferências antrópicas, tais como a ação do pastejo, o corte manual da pastagem, o trânsito do gado, entre outras.

A população microbiana do solo da mata apresentou pouca variação da densidade no tempo e no espaço, ao longo do perfil, sugerindo os efeitos de um pedoclima mais equilibrado, com temperaturas mais baixas e mais constantes e com solos mais secos em função de uma maior evapotranspiração na área.

## CONCLUSÕES

As flutuações na temperatura e na umidade do solo das pastagens mostraram afetar mais intensamente na variabilidade da densidade dos microrganismos, do que o tipo de pastagem. Os solos das pastagens ainda apresentaram uma maior densidade e atividade metabólica (respiração) de microrganismos quando comparados com o solo da mata. Porém, isso não pode ser automaticamente interpretado como uma melhoria na qualidade ou mudança na qualidade desses solos, provocada pela presença das pastagens, mesmo essa relação sendo verdadeira em alguns casos.

Este trabalho fez parte do projeto temático “Agricultura de Precisão” em andamento no Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Instrumentação Agropecuária – CNPDIA/EMBRAPA/S. Carlos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEF, K. 1995. Soil respiration. p.214-219. In ALEF & NANNIPIERI (eds). **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. Great Britain. Academic Press Ltda. 576p.
- KENNEDY A. C. & PAPENDICK, R. I. 1995. Microbial characteristics of soil quality. **Journal Soil Water Conservation**, 50: 243-248.
- LEHMANN, E. L.; D’ABRERA, H.J.M.1975. Microbial characteristics of soil quality. **Journal Soil Water Conservation**, 50: 243-248.
- PRIMAVESI, O. JORGE, L. A. C.; CRESTANA, S.; ROCHA FILHO, J.; PRIMAVESI, A. C. 1997. Qualidade amostral para avaliar resultados de distribuição radicular gerados por análise de imagens digitais. In: **Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária – SIAGRO 1**, 1996. São Carlos, Anais...Brasília: EMBRAPA/CNPDIA/SPI. P.422-427.
- TORSTENSSON, L.; PELL, M.; STENBERG, B. 1998. Need of a strategy for evaluation of arable soil quality. **Ambio**, 27: 4-8.
- VARGAS, M. A T.; HUNGRIA, M. (eds.) 1997. **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 524p.
- WOLLUM II, A. G. 1982. Cultural methods for soil microorganisms. p. 781-803. In A. L. PAGE, R. H. MILLER and D. R. KEENEY (ed.). **Methods of soil analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties** Second edition, ASA, SSSA.

Tabela 2: Atividade metabólica dos microrganismos do solo dos diferentes tratamentos, medida como mg de CO<sub>2</sub> evoluído a partir de solo incubado, coletado no período de agosto de 1998.

**Table 2: Soil microorganisms metabolic activity at the native forest and pastures, measure with CO<sub>2</sub> evolved from the soil after incubated. Samples collected in August/1998.**

mg C-CO <sub>2</sub> /g solo seco/dia			
Nível (cm)	MATA	TOBIATÃ	BRAQUIÁRIA
0-10	1,61 ± 0,24	4,71 ± 1,1	3,78 ± 0,05
10-20	1,97 ± 0,10	2,29 ± 0,06	4,45 ± 1,79
20-30	1,64 ± 0,76	1,29 ± 0,55	4,00 ± 0,57

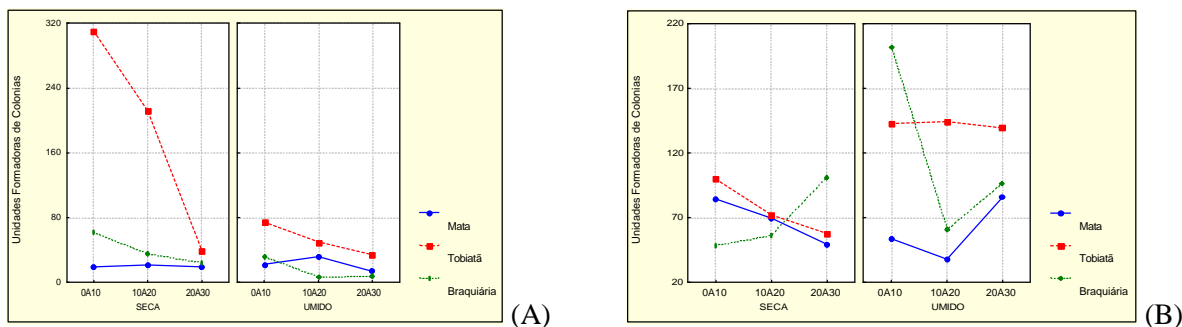


Figura 1: Médias da densidade de fungos (A) e de bactérias (B) em unidades formadoras de colônias (UFC) por grama de solo seco para cada tratamento, abrangendo três níveis de profundidades e dois períodos de coleta. O intervalo de 0 a 10 cm de profundidade do solo excluiu a serapilheira.

**Figure 1: Fungi (A) and bacteria (B) density average graphic in UFC to the treatments, including three depths, except the litter, and dry and rainy season.**

Tabela 1: Comparações entre as densidades populacionais de fungos e de bactérias nos períodos seco e úmido, em sistema de mata nativa e de pastagem, considerando-se três profundidades do solo: 0-10 10-20 e 20-30 cm.

**Table 1: Comparison between bacteria and fungi populations' density in the dry and rainy season, to native forest and pastures, and three depths (0-10, 10-20 and 20-30 cm).**

Variável	Teste Mann-Whitney		Teste de Kruskal-Wallis			
	Período		Tratamento		Profundidade	
	Valor do teste (Z)	Valor p	Valor do Teste (H)	Valor p gl. 2	Valor do Teste (H)	Valor p gl.2
<b>Bactérias</b>	2.5478	0.0108	6.5513	0.0378	4.9176	0.0856
<b>Fungos</b>	3.5010	0.0005	44.0033	0.0000	16.7453	0.0002

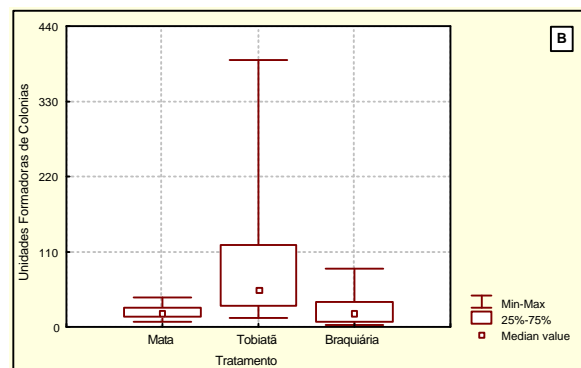
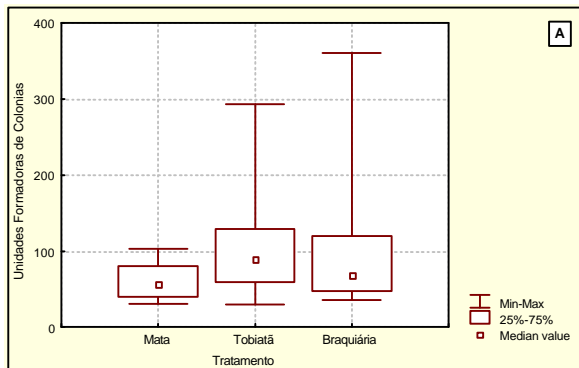


Figura 2: Dispersão dos dados de bactérias (A) e de fungos (B) em torno do valor mediano, tanto para o sistema natural, como para os sistemas de pastagens.

**Figure 2: Bactéria (A) and fungi (B) data dispersion with relation to the average, in native forest and pastures.**



BIOMASSA MICROBIANA DE TERMITEIROS EM ÁREAS DE ENCOSTAS NA REGIÃO  
SUDESTE DO BRASIL.

MICROBIAL BIOMASS OF TERMITE MOUNDS IN HILLSIDES AREAS OF THE  
SOUTHEASTERN BRAZIL.

PINHEIRO <sup>(1)</sup>, L.B.A.; CORREIA, M.E.F.; BERNER, P.G.M; SANTOS, G.A.

<sup>(1)</sup> UFRRJ-Departamento de Solos e-mail:lianepin@ufrj.br

Key words: Termites, Microbial biomass, Termite mound

ABSTRACT

Samples from 60 termite mounds constructed by *Cornitermes sp.* and surrounding soil were taken seasonally along one year, in areas of established pasture, native pasture, and Eucalyptus forest. The microbial biomass of these samples was determined using the fumigation extraction method. On average the microbial biomass found in the termite mounds was approximately ten times greater than that found in the surrounding soil. Differences were also found relative to season and vegetation type.

RESUMO

Amostras de solo e termiteiro de cupins do gênero *Cornitermes* foram comparadas quanto à biomassa microbiana em áreas de pastagem formada, pastagem nativa, e floresta de *Eucalyptus*, utilizando o método da fumigação-extração. Foram coletadas amostras de 60 termiteiros e solo adjacente ao longo de um ano, em quatro épocas. Em média a biomassa microbiana encontrada nos termiteiros foi aproximadamente dez vezes superior aquelas encontradas no solo adjacente. Diferenças também foram encontradas com relação a época e ao tipo de vegetação amostradas

Comumente conhecidos como cupins, os térmitas (Isoptera) são insetos sociais que alimentam-se principalmente de matéria vegetal, que em geral é ingerida misturada com terra. Possuem também a característica de construir ninhos de formas variáveis. Entre os térmitas os hábitos alimentares variam de uma para outra espécie. Diversos trabalhos apontam os termiteiros como acumuladores de matéria orgânica e nutrientes, podendo portanto, desempenhar um importante papel no ciclo de elementos. Lee & Wood (1971), relatam que o material dos termiteiros apresenta enriquecimento de argila, e matéria orgânica .

Os térmitas são responsáveis pela construção de estruturas na superfície do solo que lhes servem de abrigo e que podem constituir sérios obstáculos ao uso das terras. Os ninhos chamados de termiteiros, podem ser, subterrâneos arbóreos ou epígeos (estrutura denominada de montículos). É enorme a multiplicação de termiteiros nas diferentes regiões brasileiras, principalmente em áreas degradadas pelo cultivo intenso. Tem sido observada uma grande proliferação de termiteiros em pastagens de várias regiões do Brasil, como por exemplo na região Centro-Oeste, o que pode inclusive servir de indicador do estágio de degradação (Assad, 1997). Os térmitas são capazes de digerir celulose e lignina, graças a inúmeras associações com microrganismos. A diminuição da qualidade da pastagem, com aumento de celulose nas folhas, implicaria em maior quantidade de alimento para esses animais, que associada a falta de predadores poderia contribuir para a proliferação de termiteiros.

Certas espécies de térmitas podem causar danos à agricultura, pastagens e florestas. Entretanto a maioria das espécies não se enquadra neste caso. Distintas espécies possuem diferentes fontes alimentares, como a madeira, pastagem, serrapilheira, esterco e solos, desempenhando assim, um importante papel no processo de decomposição.

Em ecossistemas áridos a contribuição da fauna de solo, em particular os térmitas, para o fluxo de nutrientes é muito grande. Em região tropical semi-árido da Austrália, são os mais numerosos invertebrados decompositores, porém pouco se sabe de sua contribuição na ciclagem de nutrientes (Holt, 1987).

Coventry et al. (1988) na Austrália e Bandeira (1985) na Amazônia, estudando o ciclo de nutrientes em termiteiros observaram um aumento nas concentrações desses elementos quando

comparado com o solo. Concluem os autores que montículos de térmitas têm um importante papel na ciclagem de nutrientes e manutenção do crescimento das plantas.

Apesar de alguns aspectos da relação cupim-solo-plantas terem sido abordados em alguns estudos no Brasil, pouco se sabe sobre o comportamento desses insetos em ecossistemas brasileiros. Especificamente, no estado do Rio de Janeiro, quase nada foi feito neste sentido, embora se saiba, ser um estado que apresenta grande parte das suas terras degradadas pelas sucessivos ciclos de cultivo (extrativismo de madeira, cana-de-açúcar, café, pastagens). O estabelecimento de termiteiros traz hoje sérios problemas para utilização dessas áreas. Existem poucas referências sobre a influência da vegetação na ocorrência de termiteiros, e a biomassa microbiana associada a estes. No interior dos termiteiros são encontradas condições microclimáticas favoráveis, que somadas à disponibilidade de substrato energético, permitem um elevado crescimento das populações microbianas, quando comparados à superfície do solo exposta a temperatura e umidade variáveis. Supõem-se que substratos provenientes de distintos tipos de vegetação possuem diferentes níveis de influência sobre a biomassa microbiana.

De modo geral, a decomposição dos resíduos orgânicos e a ciclagem biológica de nutrientes são conseqüência entre outros, da atividade de microrganismos, e sua interação com a macrofauna edáfica que atuam direta ou indiretamente na fertilidade dos solos. Neste sentido este trabalho teve como objetivo, determinar a biomassa microbiana nos termiteiros construídos por *Cornitermes sp* e no solo adjacente, em áreas de encostas submetidas a diferentes coberturas vegetais, no estado do Rio de Janeiro.

A área de estudo está localizada no município de Pinheiral RJ, entre as latitudes 22° 30'S e 22° 38'S e longitudes 43° 57'W e 44° 05'W, na região do Médio Vale do Paraíba do Sul. A região apresenta relevo típico da região sudeste denominado "Mar de Morros", onde são verificadas áreas de alta declividade associadas a pequenas regiões de várzeas. O município apresenta áreas de degradação com manchas de mata em regeneração, e predominância de pastagens degradadas nativas e plantadas. A temperatura média máxima é de 16,8° C em julho, e a média anual de 22° C. A precipitação varia entre 1300 e 1500 mm/ano com excedente hídrico de 100 a 150 mm mensais de dezembro a março, sendo verificada deficiência hídrica de julho a setembro.

Para cada época de amostragem (Abril/99, Julho/99, Novembro/99 e Fevereiro/2000) foram recolhidas cinco amostras de cada um dos dois microhabitats: o interior de termiteiros de *Cornitermes sp* e o solo adjacente, em áreas de pastagem formada, pastagem nativa e monocultivo de *Eucalyptus sp*. Para determinação da Biomassa Microbiana-C foi utilizado o método da fumigação-extração. Para comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey.

Os valores para biomassa microbiana encontrados nos termiteiros, variando 1200-6000 µg C.g solo<sup>-1</sup>, foram em média dez vezes superiores aos encontrados para o solo, que oscilaram de 250 a 600 µg C . g solo<sup>-1</sup> (Tabela 1). Apesar dos termiteiros, serem ambientes favoráveis à biomassa microbiana, (Tabela1) a atividade transformadora dos térmitas, que criam este microhabitat não é o único fator determinante da quantidade de C associado à biomassa microbiana. O tipo de substrato aportado pela vegetação parece ter uma influência marcante sobre os valores encontrados para biomassa microbiana. De acordo com o teste de Tukey, esta tendência se confirmou principalmente para as duas primeiras épocas de amostragem, onde foram encontradas diferenças significativas entre os tipos de vegetação dentro de cada microhabitat (Tabela2). Nas duas épocas seguintes, esta tendência não se confirmou, o que sugere que, apesar da vegetação ser um forte determinante para biomassa microbiana, sua interação com fatores climáticos pode modificar esse padrão. A influência climática ficou evidenciada , principalmente para termiteiros nas áreas de pasto formado e *Eucalyptus* (Tabela3).

ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. In: Vargas, M. A. T.; Hungria, M., ed., **Biologia dos Solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p. 361-443.

BANDEIRA, A.G. Cupinzeiros como fonte de nutrientes em solos pobres da Amazônia. In: **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Zoologia**, 1 (2): 39-48, 15.XII.1985.

COVENTRY, R. J., HOLT, J. A. and SINCLAIR, D. F. Nutrient Cycling by Mound-building Termites in Low-fertility Soils of Semi-arid Tropical Australia. **Australian Journal Soil Research** 26: 375-390. 1988.

HOLT, A. J. Carbon mineralization in semi-arid northeastern Australia: the role of termites. **Jornal of tropical Ecology**, 3: 255-263. 1987.

HOLT J.A., Abe T., Kirtibutr N. Microbial biomass and some chemical properties of *Macrotermes carbonarius* near Korat, Thailand. **Sociobiology**. 1998. 31:1, p.1-8.

LEE K.E., Wood T.G. **Termites and Soils**. Academic Press, London. 1971. 251 p.

Tabela 1- Valores médios da Biomassa Microbiana-C, expressos em  $\mu\text{g C.g solo}^{-1}$ , nos diferentes microhabitats estudados.

Table 1-Mean values of Microbial Biomass-C ( $\mu\text{g C.g solo}^{-1}$ ), for the three different microhabitats studied.

Área	Microhabitat	Época			
		Abril/99	Julho/99	Novembro/99	Fevereiro/2000
Pasto Formado	Termiteiro	6030,6 a	3212,0 a	1487,8 a	4443,0 a
	Solo	322,0 b	556,0 b	272,8 a	443,0 b
Pasto Nativo	Termiteiro	2564,2 a	2410,4 a	1172,8 a	3601,2 a
	Solo	456,6 b	613,2 a	348,8 a	495,4 b
Eucalyptus	Termiteiro	4605,3 a	4757,8 a	1557,8 a	4987,0 a
	Solo	314,4 b	247,8 b	252,2 a	256,6 b

Valores seguidos de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de t de student ao nível de 5% bilateral.

Tabela 2- Valores médios da Biomassa Microbiana-C, expressos em  $\mu\text{g C.g solo}^{-1}$ , nas diferentes áreas amostradas.

Table 2- Mean values of Microbial Biomass-C ( $\mu\text{g C.g solo}^{-1}$ ), for the three different sites sampled.

Microhabitat	Área	Época			
		Abril/99	Julho/99	Novembro/99	Fevereiro/2000
Solo	Pasto Formado	322,0 ab	556,0 a	272,8 a	443,0 a
	Pasto Nativo	456,6 a	613,2 a	348,8 a	495,4 a
	Eucalyptus	314,4 b	247,8 b	252,2 a	256,6 a
Termiteiro	Pasto Formado	6030,6 a	3212,0 ab	1487,8 a	4443,0 a
	Pasto Nativo	2564,2 b	2410,4 b	1172,8 a	3601,2 a
	Eucalyptus	4605,3 a	4757,8 a	1557,8 a	4987,0 a

Valores seguidos de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%. Para a época abril/99 e microhabitat solo foi adotado o nível de 7%.

Tabela 3- Valores médios da Biomassa Microbiana-C, expressos em  $\mu\text{g C.g solo}^{-1}$ , nas diferentes épocas de estudo.

Table 3- Mean values of Microbial Biomass-C ( $\mu\text{g C.g solo}^{-1}$ ), for the three different season.

Microhabitat	Época	Área		
		Pasto Formado	Pasto Nativo	Eucalyptus
Solo	Abril/99	322,0 a	456,6 ab	314,4 a
	Julho/99	556,0 a	613,2 a	247,8 a
	Novembro/99	272,8 a	348,8 b	252,2 a
	Fevereiro/2000	443,0 a	495,4 ab	256,6 a
Termiteiro	Abril/99	6030,6 a	2564,2 a	4605,3 a
	Julho/99	3212,0 ab	2410,4 a	4757,8 a
	Novembro/99	1487,8 b	1172,8 a	1557,8 b
	Fevereiro/2000	4443,0 a	3601,2 a	4987,0 a

Valores seguidos de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

# Características químicas de solos sob pastagens de baixa produtividade: contribuição para uma abordagem regional no Cerrado.

E.J. Corazza<sup>1</sup>, M. Brossard<sup>2</sup> & V. C. Dias<sup>3</sup>

1. Graduate student (Doctor degree - IRD Scholarship) at ESALQ/USP (University of São Paulo, Brazil), CP 96, Lab. of Soil Fertility/CENA, 13400-970 - Piracicaba, SP Brazil (ecorazza@carpa.ciagri.usp.br)

2. IRD/Embrapa Cerrados, caixa postal 7091, 71619-970 Brasília, DF, Brazil

3. Eng<sup>o</sup> Agrônomo Cooprata, R. Pe. Angelo Fel 8, 38140-000 Prata, MG, Brazil

## ABSTRACT

### Soil chemical characteristics under low productivity pastures: a contribution to a regional approach in the Cerrado region.

It is estimated that approximately 49 millions ha of cultivated pastures of Cerrado Region are in degradation process. The objective of this paper was to determine some indicators for pastures degradation level evaluation through the chemical variability of soil surface layers. A data base was elaborated with 771 routine soil analysis from an area of approximately 1000 km<sup>2</sup>. The data was analysed by descriptive and no-parametric statistics. The pastures were below their productivity potential on soils developed on sandstone materials. They main limiting factors were related to acidity and low levels of available phosphorus and soil organic matter. For this database, the soils under *Brachiaria* presented the strongest nutritional limitation for the plants. In this typical region of the Cerrado, it could be concluded that the soil chemical characteristics had contributed to the pastures degradation processes.

Key-words: routine soil analysis, soil variability, phosphorus, organic matter, degradation process

## INTRODUÇÃO

Estima-se que cerca de 80% das pastagens cultivadas, atualmente implantadas, estejam em processos de degradação. Este total soma algo em torno de 49 milhões de hectares, constituindo-se um dos maiores problemas ambientais e econômicos da região do Cerrado. Levantamentos a nível de propriedades, associações de produtores, cooperativas e empresas de assistência técnica são escassos e quando realizados poucos são realizados de modo ordenado, facilitando a compilação dos dados e a análise destes de maneira conjunta. O objetivo deste trabalho foi determinar alguns indicadores de níveis de degradação de pastagens a partir da variabilidade química das camadas superficiais de solos e valorizar os resultados para elaboração de estratégias de recuperação e/ou renovação de pastagens por parte de cooperativas, associações de produtores e municípios.

## MATERIAL E MÉTODOS

No âmbito de um estudo de diagnóstico de solos sob pastagens, uma base de dados foi construída com resultados de análises de solos de propriedades afiliadas à Cooperativa dos Produtores Rurais do Prata (Cooprata) do Município de Prata (MG). Foram selecionadas 771 análises de amostras de solo (75 sob *Brachiaria* spp. (BR), 46 sob *Panicum* spp. (PA), 78 sob cana, 161 sob pastagens diversas (PD), 69 sob cultivos diversos (CD) e 342 não identificadas (NI)). A área abrange aproximadamente 1000 km<sup>2</sup>. A estratégia de amostragem não foi controlada. Uma amostra analisada resulta da mistura de vários pontos amostrados da camada superficial ( $\pm$  0-20 cm) da mesma parcela feita pelo agricultor ou pelo técnico da cooperativa. As amostras foram analisadas num mesmo laboratório privado. Foram determinados características químicas usuais (pH em H<sub>2</sub>O, CTC efetiva, Ca, Mg, K, Al, P extraível, matéria orgânica (MO)) e utilizado estatísticas descritivas para a análise dos dados.

## RESULTADOS

A CTC efetiva apresentou mediana de 2,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e amplitude de 0,4 a 18,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. 75 % das amostras apresentaram valores inferiores 3,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, sendo esta amplitude reduzida e os

valores muito baixos. Sob *Brachiaria*, os valores foram ainda mais baixos, 75 % das amostras estavam abaixo de  $2,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (mediana 1,48), o que foi coerente com os valores de MO sob essas pastagens. A CTC da fase mineral, situou-se em torno de  $2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de solo indicando que a maioria das amostras são oriundas de solos desenvolvidos sob arenitos.

As amostras analisadas apresentaram-se como ácidas a neutras. A mediana do pH em água foi de 5,4, sendo que 75 % das amostras apresentaram valores inferiores a 5,7. Uma parte dos solos podem ser considerados álicos. A mediana dos valores de Al trocável foi  $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , a amplitude de 0 a  $2,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , apenas 25 % das amostras tem valores de Al superiores a  $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , e 75 % delas situam-se entre 0,0 e  $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . A amplitude da saturação de alumínio foi de 0 a 92,8 %, com mediana de 7,7 %. Observou-se que 45 % das amostras apresentaram valores "m" superiores à 20 % (limite de toxidez do Al). Quando selecionadas amostras sob *Brachiaria* a mediana foi de 29,5 %, sendo reduzida a 0,0 % sob *Panicum*, 4,9 % sob cana, 16% sob pastagens diversas e a 3,8 % sob cultivos diversos. Demonstrando que, com exceção das áreas sob *Brachiaria*, em grande parte das áreas amostradas foi realizada uma correção da acidez do solo através da calagem.

Os conteúdos de MO podem ser considerados baixos: mediana de  $1,5 \text{ dag kg}^{-1}$  (menos de  $1,5 - \text{CFSEMG}$ , 1978) com amplitude de 0,2 a  $12,3 \text{ dag kg}^{-1}$ . Sob *Brachiaria*, 75 % das amostras estão entre 0,4 a  $1,6 \text{ dag kg}^{-1}$  (mediana 1,3), sob *Panicum* 75% das amostras estão entre 0,8 a  $2,1 \text{ dag kg}^{-1}$  (mediana 1,4), sob cana 75 % das amostras estão entre 0,7 a  $1,8 \text{ dag kg}^{-1}$  (mediana 1,5), sob pastagens diversas 75% das amostras estão entre 0,3 a  $2,0 \text{ dag kg}^{-1}$  (mediana 1,5) e sob cultivos diversos 75% das amostras estão entre 0,2 a  $1,9 \text{ dag kg}^{-1}$  (mediana 1,6). Lopes (1984) em trabalho realizado com 514 amostras sob cerrado encontrou mediana de  $2,2 \text{ dag kg}^{-1}$  com 60 % delas apresentando valores entre 1,5 e  $3,0 \text{ dag kg}^{-1}$  de MO níveis considerados médios. Verifica-se a tendência nas amostras analisadas de perda da MO com o cultivo, principalmente quando sob pastagens cultivadas sem correções da fertilidade do solo, pois 50 % das amostras encontrava-se com teores menores que  $1,5 \text{ dag kg}^{-1}$  de MO.

Na análise dos valores de cátions, os fatos mais relevantes observados foram: Ca, mediana  $1,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , amplitude de 0,1 a  $15,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; Mg, mediana  $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , amplitude de 0 a  $5,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; K, mediana de  $0,12 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , amplitude de 0,002 a  $0,85 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Não se observou variações de conteúdos de K segundo a origem das amostras, mas as diferenças ocorreram para Ca e Mg, pois as amostras das parcelas de *Brachiaria* apresentaram valores mais baixos comparadas às áreas de *Panicum* e cultivos diversos, sendo considerados limitantes à produtividade (mediana Ca  $0,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; mediana Mg  $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ). A mediana do PMehlich foi de  $2,4 \text{ mg dm}^{-3}$ , a amplitude dos resultados situou-se entre 0 e  $168 \text{ mg dm}^{-3}$ , 75% das amostras apresentaram valores inferiores a  $5,9 \text{ mg dm}^{-3}$ . Ressalta-se os baixos valores observados sob as pastagens de *Brachiaria*, mediana de  $1,8 \text{ mg dm}^{-3}$ , 75 % da população entre 0,2 e  $4,3 \text{ mg dm}^{-3}$  e pastagens diversas com mediana de  $2 \text{ mg dm}^{-3}$ . As pastagens de *Panicum* (mediana de  $5 \text{ mg dm}^{-3}$ ) mostraram valores mais elevados que traduzem uma estratégia de fertilização. Entretanto, as amostras sob pastagens não identificadas e cultivos diversos apresentaram valores intermediários tendendo a baixos (mediana  $2,7 \text{ mg dm}^{-3}$ ) demonstrando que a fertilização destas áreas nem sempre é realizada conforme as recomendações técnicas.

## CONCLUSÕES

As análises demonstraram que as pastagens estão aquém do potencial produtivo, pois apresentaram fatores limitantes ligados a falta da correção acidez do solo e baixos níveis de P e MO em grande parte das análises. Dentro dos grupos estudados, os solos sob *Brachiaria* estavam com maiores limitações químicas em relação à oferta de nutrientes para as plantas. Pode se concluir com este levantamento que os fatores químicos do solo contribuíram para o processo de degradação das pastagens.

CFSEMG – Comissão estadual de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** – 3<sup>a</sup> aproximação. EPAMIG, Belo Horizonte. 1978. 80p.

Lopes, A.S. **Solos sob "Cerrado": características, propriedades e manejo**. Associação brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba, 2a ed., 1984. 162 p.

Tabela 1. Análise estatística descritiva geral dos dados calculada para o conjunto das análises de solo da Cooprata.

Parâmetros		Variáveis analisadas												
Avaliados		pH	P	K	Al	Ca	Mg	H + Al	MO	SB	t	CTC	V	m
			--- mg dm <sup>-3</sup> ---		----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				Dag kg <sup>-1</sup>		----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		----- % -----	
T o d a s	N amostras	771	771	771	771	771	771	771	751	771	771	771	771	771
	Média	5,41	6,21	58,58	0,29	1,62	0,61	2,7	1,62	2,38	2,66	5,09	41,26	20,32
	Mediana	5,4	2,4	48	0,2	1,2	0,5	2,6	1,5	1,8	2	4,4	42,1	7,7
	Mínimo	4,1	0	0,6	0	0	0	0,8	0,2	0,1	0,4	1,6	1,7	0
	Máximo	6,7	168,6	330	2,7	15,6	5,4	20,5	12,3	18,3	18	22,6	90	92,8
	Quartil inf	5,1	1,3	29	0	0,5	0,2	2,1	1,1	0,85	1,29	3,39	23,71	0
	Quartil sup	5,7	5,9	78,2	0,5	2,2	0,8	3,2	1,9	3,28	3,39	6	58	37,39
Bra chia rias	N amostras	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	Média	5,2	3,2	48,8	0,4	1,0	0,4	2,7	1,4	1,6	2,0	4,3	31,4	32,8
	Mediana	5,1	1,8	41,6	0,5	0,6	0,3	2,7	1,3	1,0	1,5	3,8	29,5	29,5
	Mínimo	4,2	0,2	6,7	0,0	0,1	0,0	1,2	0,4	0,1	0,8	2,0	4,7	0,0
	Máximo	6,3	17,2	218,0	1,0	9,1	2,0	5,0	3,8	11,3	11,3	15,3	73,8	87,5
	Quartil inf	4,9	1,1	22,1	0,1	0,2	0,1	2,2	1,0	0,4	1,0	3,0	13,0	3,5
	Quartil sup	5,5	4,3	65,2	0,7	1,2	0,7	3,2	1,6	2,0	2,3	4,8	46,0	59,2
Pa ni cuns	N amostras	46	46	46	46	46	46	46	45	46	46	46	46	46
	Média	5,7	8,0	80,6	0,1	2,5	0,9	2,5	1,7	3,6	3,7	6,0	55,0	8,1
	Mediana	5,6	5,1	68,5	0,0	2,2	0,8	2,6	1,4	3,5	3,5	5,2	60,0	0,0
	Mínimo	4,8	0,3	14,0	0,0	0,2	0,1	1,1	0,8	0,5	1,0	3,0	12,0	0,0
	Máximo	6,6	50,1	213,6	1,2	7,4	2,4	5,0	3,6	10,3	10,3	14,0	86,0	68,3
	Quartil inf	5,4	2,3	37,0	0,0	1,2	0,4	1,8	1,1	1,9	2,0	4,0	43,0	0,0
	Quartil sup	6,0	11,4	103,5	0,2	3,5	1,2	2,9	2,1	4,8	4,8	7,0	68,3	6,2
Pas ta gem Di ver sas	N amostras	161	159	161	161	161	161	161	158	161	159	159	161	159
	Média	5,3	5,3	53,2	0,3	1,7	0,6	2,8	1,6	2,5	2,3	4,5	38,3	24,4
	Mediana	5,3	2,0	43,3	0,3	0,9	0,4	2,3	1,5	1,3	1,9	4,0	38,0	16,0
	Mínimo	4,4	0,0	3,0	0,0	0,1	0,0	1,1	0,3	0,2	0,7	2,0	4,0	0,0
	Máximo	6,6	51,4	187,0	1,4	36,0	10,0	24,0	5,0	49,0	18,0	22,0	77,0	89,0
	Quartil inf	5,0	1,1	25,4	0,0	0,4	0,2	1,9	1,1	0,7	1,2	3,0	21,7	0,0
	Quartil sup	5,6	6,1	72,5	0,5	1,8	0,7	3,0	2,0	2,6	2,7	5,2	55,0	41,9
Cul ti vos Di ver sos	N amostras	69	69	69	69	69	69	69	66	69	69	69	69	69
	Média	5,5	6,4	61,3	0,2	2,2	0,7	2,9	1,8	3,1	3,3	6,0	47,4	10,4
	Mediana	5,5	2,7	51,9	0,1	1,6	0,6	2,5	1,6	2,3	2,4	5,0	48,0	3,8
	Mínimo	4,7	0,4	11,7	0,0	0,1	0,0	1,3	0,2	0,2	0,7	2,0	9,0	0,0
	Máximo	6,3	83,1	186,0	2,7	15,6	2,3	13,7	12,3	18,3	18,0	20,0	90,0	67,0
	Quartil inf	5,2	1,4	40,5	0,0	1,0	0,4	2,1	1,3	1,6	1,9	4,0	36,0	0,0
	Quartil sup	5,7	4,7	81,8	0,3	2,8	0,9	3,2	1,9	3,9	4,0	7,1	58,8	14,1

# NITROGEN CYCLING THROUGH PLANT RESIDUES IN *Brachiaria* AND MIXED *B. humidicola/Desmodium ovalifolium* PASTURES

R. M. Tarré<sup>1</sup>, R. Macedo<sup>1</sup>, C. de P. Rezende<sup>2</sup>, R. B. Cantarutti<sup>2</sup>, J.M. Pereira<sup>2</sup>, S. Urquiaga<sup>2</sup>, B.J.R. Alves<sup>1</sup> and R. M. Boddey<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74.505, Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil.

<sup>2</sup> CEPLAC/CEPEC. Estação de Zootecnia do Extremo Sul da Bahia, Km 757, BR 101, Itabela, Bahia, Brazil.

<sup>3</sup> Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil.

Keywords: *Brachiaria humidicola*, *Desmodium ovalifolium*, Nitrogen cycling, Pasture sustainability, Plant litter

## Introduction

*Brachiaria* pastures occupy approximately 80 million hectares of the tropical region of Brazil. They are generally established following a grain crop and cattle productivity is usually between 150 and 300 kg of live weight gain (LWG) for a year or two after establishment as the grass exploits the residual fertiliser applied to the grain crop. However, as farmers rarely subsequently apply any further fertiliser, productivity declines and this is exacerbated by over grazing. Today the greater part of this huge area of pasture yields annually less than 50 kg of LWG per year and the proportion of the area which is occupied by these degraded pastures continues to increase. One of the most important limiting factors to the growth of *Brachiaria* is soil N deficiency and it has been suggested by many authors that the introduction of a forage legume may extend the productive life of such pastures. Few forage legumes have been found able to compete with *Brachiaria* on these predominantly acid infertile soils and in most cases where studies have been conducted legumes disappear from the sward with a few years. In the South of Bahia *Desmodium ovalifolium* has been found to persist in pastures of *B. humidicola* and *B. dictyoneura* for many years under continuous grazing and the objective of this present study was to evaluate the impact of the presence of this legume on N cycling in *B. humidicola* pastures subjected to grazing at 3 different animal stocking rates.

## Materials and Methods

This study was conducted at the Animal Husbandry Station of CEPLAC (the Cocoa Research organisation) at Itabela (16°39'S, 39°30'W). in the Atlantic forest region of the South of Bahia. The pastures were formed in 1987, and continuously grazed from March 1988 to February 1997.

**Soil:** Typic Paleudult (0-20 cm: pH 5.5, exchangeable cations (cmol/dm<sup>3</sup>) Ca, 2.2; Mg, 0.2; K, 0.1; Al 0.1; available P (Mehlich), 2.0 mg/kg), Climate: Humid tropical (Rainfall 1300 mm, Mean monthly temperatures range from 19 to 29°C).

**Experiment:** 1. *Brachiaria humidicola* in monoculture, 2. *Desmodium ovalifolium/B. humidicola*) each with three different stocking rates (2, 3 and 4 animals/ha), with 3 replicates arranged in a completely randomised design. Three crossbred Zebu steers ("novilhos azebuados") were introduced into each paddock of size 1.5, 1.0 or 0.75 ha for the three stocking rates, respectively

**Fertilisation:** Basal (1987) 12.5 kg K and 22 kg P (single super) ha<sup>-1</sup>. Maintenance: 6 kg K and 11 kg P ha<sup>-1</sup> applied approximately every year.

**Evaluations:** Simultaneous evaluations of dry matter and N content of forage on offer and litter deposition (Rezende et al., 1999) were made on all 18 paddocks at monthly intervals for the whole calendar year of 1995. Forage on offer was manually separated into three fractions, legume, green grass and dead grass, and the litter was analysed for <sup>13</sup>C abundance to estimate the proportion of legume and grass derived dry matter.

## Results and Discussion

The legume in the forage on offer showed a mean N content on a dry matter basis of 1.70 % compared to 1.13 % for the green grass in the mixed pastures. The green grass in the pure *B.*

*humidicola* pastures averaged only 0.88 % N and the beneficial effect of the legume on the quality of the grass was also reflected in the senescent (dead) grass leaves, averaging 0.40% in the grass-alone pasture but 0.54 % in the mixed pastures. The proportion of legume in the forage on offer was lower at the higher stocking rates, averaging 31, 20 and 10 % for the stocking rates of 2, 3 and 4 head ha<sup>-1</sup>, respectively. In the deposited litter the proportions of legume were higher than for the forage on offer at the lower stocking rates, being 46 and 20 % at the lower two stocking rates but lower than in the forage on offer, (14 % legume) at 4 head ha<sup>-1</sup>. This may be explained by the fact that as the *D. ovalifolium* is high in tannins and thus of lower acceptance to the animals, at the lower stocking rates this preference for the grass was more freely expressed, and the proportion of legume in the animal diet was lower leaving more to be deposited in the litter. The higher legume content of the litter at the lower stocking rates was reflected its N content which averaged 1.05, 0.82 and 0.74 % N for the stocking rates of 2, 3 and 4 head ha<sup>-1</sup>, respectively.

Despite the fact that the C:N ratio of the deposited litter was high (60 to 70) the rate of decomposition was very rapid ( $k \sim -0.07 \text{ g g}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ) and annual rates of N turnover through the litter pathway were between 105 and 170 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> (Table 1). In the case of the mixed *B. humidicola/D. ovalifolium* pastures it is clear that at the lowest stocking rate where the proportion of legume in the sward was highest (31 % of the forage on offer), the presence of the legume almost doubled the quantity of N recycled in the litter. Even at the where the stocking rate was 4 head ha<sup>-1</sup> the quantity of N recycled in the litter in the mixed pasture was almost the same as in the grass-alone pasture at 3 head ha<sup>-1</sup> showing that the presence of the legume allowed the stocking rate to be increased with no detrimental effect of the N recycled via this pathway.

In the grass-only pastures as stocking rate increased from 2 to 3 head ha<sup>-1</sup>, N recycled in the litter decreased by 11 %, but a further increase to 4 head ha<sup>-1</sup> decreased N recycling by 30 % suggesting that beyond a certain critical level higher grazing stocking rates would lead to pasture decline if there was no N addition. In an earlier study it was shown that the legume obtained approximately 50 % of its N from biological nitrogen fixation (Alves et al., 2000) and this extra N input resulted in large increases in the N recycled via litter deposition ranging from 42 (4 head ha<sup>-1</sup>) to 155 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> (2 head ha<sup>-1</sup>).

## Conclusions

Increasing cattle stocking rates decreased the quantity of dry matter and N deposited in the plant litter. The results show that N in plant litter was quickly recycled even though the litter C:N ratio was high. N recycled in animal excreta is subjected to far higher losses than that recycled through litter as the former are deposited in high concentrations in restricted areas such that the N demand of the forage species is exceeded. Added to the fact that litter is deposited evenly throughout the pasture, in contrast to animal excreta which are concentrated in rest areas, shade and around drinking troughs, the higher the proportion of N recycled via the litter pathway the lower will be losses of N from the soil/plant/animal system. These data help to explain why high stocking rates speed pasture decline.

The presence of the legume in the pastures was favoured by low stocking rate and its impact on N cycling via the litter was large (55 to 170 kg N ha<sup>-1</sup>). While our other studies at this site have shown that owing to the low palatability and digestibility of this legume there was no beneficial effect on live weight gain (Boddey et al., 1995), this large extra input of N recycled via the plant litter pathway should have a very considerable positive effect on pasture sustainability.



**Table 1. N recycled in litter in grass-only *Brachiaria humidicola* and mixed *B. humidicola/ Desmodium ovalifolium* pastures grazed by crossbred Zebu steers at 3 stocking rates. Data for the 12 months of 1995.**

Pasture	Stocking rate head ha <sup>-1</sup>	Mean of N in litter		Decomp. rate (k) g g <sup>-1</sup> day <sup>-1</sup>	Half Life days	Total N deposited in litter (12 months)	
		Existing mg N m <sup>-2</sup>	Deposited in 14 days mg N m <sup>-2</sup>			Estimate <sup>#</sup> 14 days kg N ha <sup>-1</sup>	Corrected <sup>+</sup> year <sup>-1</sup>
<b><i>B. humidicola</i></b>	2	705	426	-0.0661	10.5	111.0	170.2
	3	614	374	-0.0691	10.1	97.5	151.1
	4	483	274	-0.0600	11.6	71.3	105.4
	Mean	601	358	0.0651	10.8	93.2	142.2
<b>Legume-grass</b>	2	953	676	-0.0936	8.1	176.3	325.0
	3	801	479	-0.0688	10.4	125.0	193.1
	4	736	397	-0.0567	12.4	103.4	149.0
	Mean	830	517	-0.0730	10.3	134.9	222.4
<b>Coef. Variation (%)</b>		28.2	26.7	23.7	16.2	26.7	34.2
<b>Analysis of variance</b>							
<b>Factor: Pasture(P)</b>		*	**	ns	ns	**	*
<b>Stocking rate (L)</b>		ns	*	ns	*	*	*
<b>Interaction P x L</b>		ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>#</sup> Calculated from ((litter deposited in 14 days)/14) x 365

<sup>+</sup> Calculated accounting for loss of litter during 14 days of deposition.

## References

- Alves B.J.R. et al. (2000) Estimation of N<sub>2</sub> fixation in *Desmodium ovalifolium* from the relative ureide abundance of stem solutes: Comparison with the <sup>15</sup>N-dilution and an *in situ* soil core technique. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 56: 177-193.
- Boddey R.M et al. (1995) The nitrogen cycle in pure grass and grass/legume pastures: Evaluation of pasture sustainability. In: *Nuclear Techniques in Soil-Plant Studies for Sustainable Agriculture and Environmental Preservation*. pp 307-319. FAO/ IAEA, Vienna, Austria.
- Rezende C. de P., et al. (1999) Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 54: 99-112.

# INFLUÊNCIA DE ÁRVORES DE BARU (*Dipteryx alata*) E PEQUI (*Caryocar brasiliense*) NO SOLO SOB PASTAGEM DE BRAQUIÁRIA

M.E. Oliveira<sup>1</sup>, L.L. Leite<sup>2</sup> e L.H.R. Castro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> –Deptº. de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI CEP – 64 000- – [maeliz@uol.com.br](mailto:maeliz@uol.com.br).<sup>2</sup> –Universidade de Brasília, Brasília, DF

## Resumo

Avaliou-se a concentração de nutrientes no solo sob pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf, em área aberta e sob as copas de espécies arbóreas nativas do Cerrado, Barú (*Dipteryx alata* Vog.) e Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). A concentração de C orgânico foi mais elevada sob as árvores, Ca, K e Mg foram mais elevados sob barú que na área aberta. O pH não diferiu entre os ambientes. Maiores níveis de nutrientes, e maior amplitude nas diferenças entre as áreas sombreadas e abertas ocorreram próximas a superfície do solo. Em todos os ambientes ocorreu decréscimo do pH e dos nutrientes com o aumento da profundidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** braquiária, pastagem, sombreamento natural.

## Abstract

In a pasture of *Brachiaria decumbens* Stapf soil nutrients were measured in open areas and under canopies of tree of two native cerrado species *Dypterix alata* Vog. (baru) e *Caryocar brasiliense* Camb. (pequi). Organic C were higher under the canopies of baru and pequi, Ca, Mg and K were higher under baru than in the open areas. The pH not differed between areas. In all three areas, pH and soil nutrients decreased with depth. Trees of baru and pequi showed a beneficial effect on the content of soil nutrients and organic carbon.

**KEY WORDS:** pasture, canopy, soil-nutrients

## Introdução

A influência de árvores isoladas sobre propriedades do solo, tem sido avaliada em ecossistemas savânicos e agroecossistemas (Jackson, et al., 1990; Garcia Miragaya et al., 1991; Ko & Reich, 1993). Nos dois sistemas observou-se aumento na fertilidade do solo nas áreas sob a copa das árvores em relação às áreas abertas. Fatores tais como qualidade e quantidade de liteira, lixiviação de folhas das árvores, assim como entrada de nutrientes da atmosfera através da chuva e poeira, são considerados como responsáveis por esta modificação.

No Cerrado, onde a vegetação nativa, é caracterizada pela ocorrência descontínua de árvores e arbustos sobre um estrato herbáceo, o uso de árvores associadas aos sistemas agrícolas e pecuários (sistemas agroflorestais) pode ser uma opção para manutenção ou aumento da fertilidade do solo. Essa possibilidade é relevante uma vez que grandes áreas de pastagens cultivadas, geralmente monoculturas de gramíneas exóticas, encontram-se em processo de degradação, sendo a perda de fertilidade um dos fatores determinantes deste processo. Para que essa interação entre os dois componentes do sistema seja positiva, é necessário a identificação de espécies arbóreas e culturas que possam desenvolver-se de forma sinérgica. Neste trabalho foi investigado o efeito da presença de baru (*D. alata*) e de pequi (*C. brasiliense*), sobre propriedades do solo em pastagem de *B. decumbens*, em área de Cerrado.

## Material e métodos

Esta pesquisa foi realizada no município de Formosa, GO (15° 19' S e 47° 25' W), em área de pastagem de *B. decumbens*, estabelecida em 1990, em latossolo vermelho escuro, argiloso, sem adubação e sem correção da acidez do solo. A pastagem está associada com baru e pequi, indivíduos remanescentes da vegetação nativa do cerrado.

O experimento foi conduzido em uma área de 3 ha, cercada para impedir a entrada dos animais, compreendendo três ambientes: a) área aberta - local sem sombreamento em qualquer hora do dia; b) área sombreada sob a copa de baru; e c) área sombreada sob a copa de pequi, com seis repetições por ambiente.

As amostras de solo foram coletadas em março de 1997, nas profundidades de 0 a 5; 5 a 10; 10 a 15 e 15 a 30 cm. Após a secagem ao ar, as amostras foram destorroadas manualmente e vertidas em peneiras com malhas de 2,0 mm. Foram determinados os teores de C orgânico, N total, Ca, Mg, K, Al e os níveis de pH. Os elementos Ca, Mg e Al foram extraídos do solo com uma mistura de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,025 N e HCl 0,05 N. Os teores de Ca e Mg foram determinados em espectrofotômetro de absorção

atômica e o Al, através de titulação com NaOH 0,025 N. O pH foi determinado em água e o carbono orgânico, pelo método de Walkey & Black (1934). O N total foi determinado pelo método de Kjeldahl. Foi utilizado o programa Profile (Colwell & Morton, 1984) para diferenciação estatística dos ambientes, ao nível de 5% de significância pelo teste t. Ajustou-se uma regressão ortogonal, estabelecendo os valores para os parâmetros de um polinômio:  $Y_i = p_0 + p_1 X_i$  onde  $Y_i$  é a variável resposta das características químicas do solo e  $X_i$  são os valores nas profundidades observadas. Os coeficientes  $p_0$ ,  $p_1$  exprimem as tendências: média e linear.

### Resultados e Discussão

Os teores médios de nutrientes na profundidade de 0–30 cm encontram-se na Tabela 1. A concentração de C orgânico foi maior sob as árvores ( $P \leq 0,05$ ), ambiente onde as bases trocáveis, embora também mais elevadas, apresentaram diferenças significativas apenas entre o baru e área aberta. Não houve diferenças significativas para o teor de N e níveis de pH. O solo sob as árvores mostrou maiores valores para a relação C/N, principalmente sob baru.

Nas áreas abertas e sob as árvores, os níveis de pH e a concentração de C orgânico e dos outros elementos, foram mais elevadas na profundidade de 0–5 cm. Nessa profundidade, sob baru, o teor de C foi cerca de duas vezes maior que na área aberta, padrão semelhante foi observado para N, Ca, Mg e K. Sob pequi os valores foram intermediários, contudo entre 15 e 30 cm as diferenças reduziram-se entre os três ambientes. A análise da tendência linear mostrou diferenças significativas entre o solo sob baru e área aberta, ou seja a redução nos teores de C, N, Ca, K e Mg foram significativamente maiores com a profundidade sob baru. O enriquecimento nessa área foi essencialmente superficial.

As maiores concentrações de nutrientes no solo sob árvores podem estar associadas a lixiviação das folhas das árvores que ocorre durante o período chuvoso, a entrada de nutrientes da atmosfera através das chuvas e poeira e a decomposição da liteira. Estas são as fontes de enriquecimento do solo sob as árvores nos ecossistemas onde a fertilidade do solo é baixa, ou seja, as raízes das árvores não encontram nutrientes nas camadas mais profundas para disponibilizá-los posteriormente na superfície do solo (Szott et al., 1991). Este comportamento realça a presença das árvores, como importante componente para a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas com baixa disponibilidade de nutrientes no solo.

De modo geral as diferenças observadas foram entre o solo da área aberta e sob baru. Essa diferença entre as espécies lenhosas pode ser atribuída as épocas de queda de liteira, que no pequi ocorreu no início do período seco e no baru no final deste período, a queda de folhas mais próxima ao período chuvoso pode aumentar a quantidade de material decomposto visto que a umidade do solo é um dos fatores que interferem na decomposição da liteira.

### Conclusões

O estoque de C orgânico no solo é maior sob as copas do baru e do pequi que nas áreas abertas da pastagem de *B. decumbens*.

A presença do baru cria manchas de solo dentro da pastagem de *B. decumbens* com maiores níveis de fertilidade.

Tabela 1 – Valores médios de características químicas do solo, na camada 0-30 cm, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em área aberta sob baru e sob pequi  
Table 1 – Means values of soil chemical properties, at 0-30 cm depth, under the canopies of baru and pequi and in the open of a *Brachiaria decumbens* pasture

Características do Solo	Área Aberta	Sob Pequi	Sob Baru
pH	4,95 <sup>a</sup>	4,95 <sup>a</sup>	5,20 <sup>a</sup>
Al(meq/100g)	0,74 <sup>a</sup>	0,79 <sup>ab</sup>	0,51 <sup>a</sup>
C orgânico (mg/kg)	7,11 <sup>a</sup>	9,65 <sup>c</sup>	13,36 <sup>b</sup>
N (g/kg)	1,18 <sup>a</sup>	1,24 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>
C/N	5,98 <sup>a</sup>	7,97 <sup>ab</sup>	9,31 <sup>b</sup>
Ca (meq/100g)	0,13 <sup>a</sup>	0,15 <sup>a</sup>	0,31 <sup>b</sup>
Mg (meq/100g)	0,27 <sup>a</sup>	0,29 <sup>a</sup>	0,53 <sup>b</sup>
K (meq/100g)	0,29 <sup>a</sup>	0,68 <sup>b</sup>	0,39 <sup>ab</sup>

Obs.: Para cada característica, letras iguais na mesma linha indicam valores que não diferem estatisticamente entre os ambientes pelo teste t (  $P \leq 0,05$  )

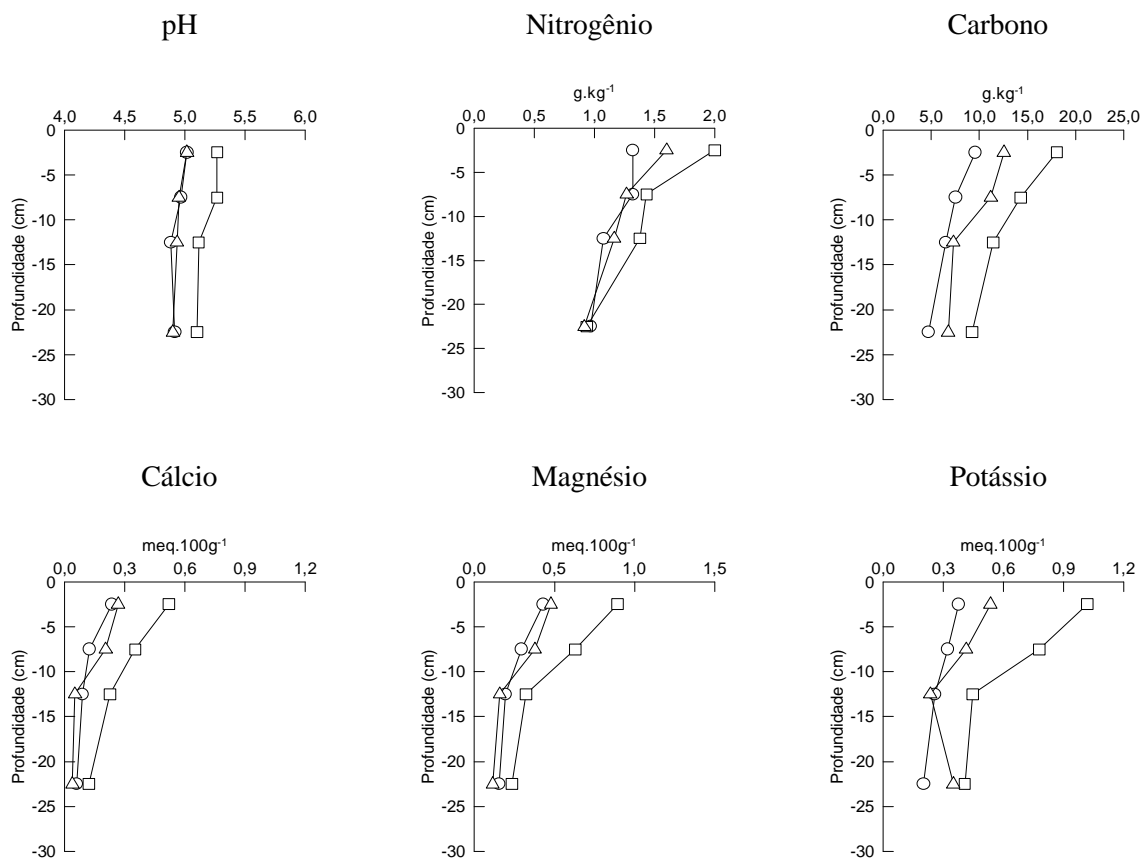


Figura 1 - pH e concentração de N, Ca, Mg e K e C no solo de pastagem de *Brachiaria decumbens*, em área aberta (o), sob baru ( ) e sob pequi (Δ), ao longo da profundidade de 30 cm, em quatro épocas.

Fig.1 - Changes in pH and in the concentrations of N, Ca, Mg, K and organic C with soil depths under the tree canopies and in the opens areas of a *B. decumbens* pasture; (o).open areas, ( ) under baru, (Δ) under pequi.

#### Referências bibliográficas

- COLWELL, J. D.; MORTON, R., 1984. Development and evaluation of general or transfer models of relationships between wheat yields and fertilizer rates in southern Australia. *Aust. J.Soil Res.*, 22: 191-205.
- GARCIA - MIRAGAYA J.; FLORES, S.; CHACON, N., 1994. Soil chemical properties under individual evergreen and deciduous trees in a protected Venezuelan savanna. *Acta Oecol.*, 15: 477- 484.
- JACKSON, L. E.; STRAUSS, R. B.; FIRESTONE, M. K.; BARTOLOME, J. W., 1990. Influence of tree canopies on grassland productivity and nitrogen dynamics in deciduous oak savanna. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 32: 89-105.
- KO, L. J.; REICH, P.B., 1993. Oak tree effects on soil and herbaceous vegetation in savannas and pastures in Wisconsin. *Am. Midl. Nat.* 130: 32- 42.
- SZOTT, L. T.; FERNANDES, E. C. M.; SANCHEZ, P. A., 1991. Soil-plant interactions in agroforestry Systems. *Forest Ecology and Management*, 45: 127-152.
- WALKEY ,A.; BLACK, I.A. An examination of the degtyareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the cromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29-38,1934.

## PHOSPHORUS TRANSFORMATIONS IN AN OXISOL UNDER CONTRASTING AGRICULTURAL SYSTEMS: THE ROLE OF THE MICROBIAL BIOMASS

A. OBERSON<sup>1</sup>, D.K. FRIESEN<sup>2</sup>, I.M. RAO<sup>3</sup>, S. BUEHLER<sup>1</sup> and E. FROSSARD<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Group of Plant Nutrition, Institute of Plant Sciences, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), P.O. 185, CH-8315 Lindau, Switzerland; [astrid.oberson@ipw.agrl.ethz.ch](mailto:astrid.oberson@ipw.agrl.ethz.ch); Fax ++41 52 354 91 19

<sup>2</sup> CYMMIT / IFDC P.O. Box 25171, Nairobi, Kenya

<sup>3</sup> CIAT, P.O. Box 6713, Cali, Colombia

### Abstract

Highly weathered tropical soils (Oxisols, Ultisols) are characterized by a low total and available phosphorus (P) content and often by a high P retention capacity. The assumption that the availability of P in these soils may depend more on biologically mediated organic P turnover processes than on the release of adsorbed inorganic P ( $P_i$ ) has often been formulated. However, data showing the linkages between organic P, microbial activity, the cycling of the scarce P resource and P availability is scarce. To test whether land use systems with higher soil organic P are characterized by greater soil biological activity and increased P mineralization, we analyzed the partitioning of P among various organic and inorganic P fractions in soils of contrasting agricultural systems and related it to biological soil properties. Isotopic labeling was applied to obtain information on the dynamics of P held in the microbial biomass. Soil samples were taken in a five years old field experiment established to investigate the sustainability of crop rotation and ley farming systems for the acid soil savannas in Colombia. Systems chosen for the presented study were grass-legume pasture (GL), continuous rice (CR) and native savanna (SAV) as control. Phosphorus inputs by fertilizers exceeded P exports by rice grains or beef cattle in CR and GL. This resulted in positive P budgets for CR (277 kg P ha<sup>-1</sup>) and GL (70 kg P ha<sup>-1</sup>) while it was 0 kg P ha<sup>-1</sup> for non-fertilized SAV. In agreement with estimated P budgets, available P tested using Bray-2 and resin extraction declined in the order CR > GL > SAV. Increases in Bray-2 and resin  $P_i$  were greater in CR than GL relative to total P increase in the investigated soil layer. Organic P fractions were significantly less affected by P inputs than inorganic fractions, but were a more important sink in GL than CR soils. Extractable microbial P was slightly higher in GL than SAV while it was significantly lowest in CR. Two d after labeling the soil with carrier free <sup>33</sup>P, 25, 10 and 2% of the added <sup>33</sup>P were found in extractable microbial P in GL, SAV and CR soils, respectively, suggesting a high and rapid microbial P turnover that was highest in GL soils. More of applied P partitioned into organic fractions, and significantly highest particulate organic matter contents, were accompanied by higher biological soil activity in GL than CR soils. All indicators on P mineralization, such as C mineralization, phosphatase activity and soil microbial biomass, were higher in GL than CR soils, indicating a higher biological and biochemical transformation potential to render organic P available. Legume based pastures including adapted germplasm and low initial P doses can be considered as important land use option as they stimulate P cycling and thereby promote an efficient use of the scarce P resource. However, it remains to be investigated whether crops planted in pasture-crop rotations could benefit from the enhanced organic P cycling in grass-legume soils, and a direct method to quantify organic P mineralization should be developed and tested in these systems.

Key words: Oxisol, phosphorus transformations, soil microbial biomass

## SOIL CHEMICAL PROPERTIES AND PASTURE DEGRADATION IN THE AMAZON REGION: A CASE STUDY.

M.M.L. MÜLLER<sup>1</sup>, M.F. GUIMARÃES<sup>2</sup>, T. DESJARDINS<sup>3</sup> and D. MITJA<sup>3</sup>

1. Ph.D. Student, FCA/São Paulo State Univ., P.O. Box 237, 18.603-970, Botucatu-SP, Brazil. (✉ [mmuller@fca.unesp.br](mailto:mmuller@fca.unesp.br)).  
2. Londrina State Univ., P.O. Box 6001, 86051-990, Londrina-PR, Brazil. 3. ORSTOM, Varagnat-32, 93143, Bondy-France.

*Key words: Panicum maximum, Andropogon gayanus, forage decline, nutrients.*

Cumulative deforested area in Brazilian Amazon was estimated to have reached 470.000 km<sup>2</sup> in 1994. From this total, actively grazed pastures occupied about 45%, secondary forest derived from degraded pastures amounted 28%, and 2% was degraded pasture (Fearnside & Barbosa, 1998). Numbers show that  $\cong$  75% of the total cleared area was used for pasture, and that 30% was not in use anymore because of pasture degradation, what leads to more deforestation. The present study examines the relationship between soil chemical properties and pasture degradation. The study area (Jacundá - 4°30' S; 49°05' W) is close to the city of Marabá, Pará State, eastern Amazon. Climate type at Marabá's region is Awi (Köppen), with mean annual temperature of 31.8°C, and mean annual rainfall of 2000 mm. The expression "pasture degradation" is used here to refer to a decrease in forage production, with a decrease in livestock feeding capacity. Different levels of pasture degradation were visually perceived by primary grass production, weed invasion and soil covering. Five situations, three of them in an increasing degradation sequence (p1-p2-p3), were chosen for the study and evaluated in June of 1996, end of the rainy season, when the phytomass of the pasture is believed to be maximal:

- pn** – primary forest, which served as reference of soil characteristics before forest clearance;
- p1** – *Panicum maximum* pasture of 11 years, planted after 2 years of manioc after forest clearance;
- p2** – *P. maximum* pasture of 16 years, planted after 1 year of rice crop after forest clearance;
- p3** – an herbaceous fallow of 2 years, succeeding a *P. maximum* pasture of 6 years, which was preceded by 8 years of alternate manioc crop and fallow, after forest clearance;
- p4** – *Andropogon gayanus* pasture of 2 years, which is an attempt to recover an herbaceous fallow of 3 years, succeeding a *Panicum maximum* pasture of 11 years after forest clearance.

The pastures have never received fertilizers, and they were all kept from grazing for some weeks before evaluations. The soil at study sites was classified as a Red-Yellow Podzolic Soil (Ultisol), sandy loam texture. Trenches were dug on each site to study the root system and/or to collect soil samples. Roots of 4 clumps of the cultivated grass were counted per site, using a 50 x 50 cm board (grid of 5 x 5 cm). A ten sample set was collected per site to represent soil fertility at depths of 0-5, 5-10 and 10-20 cm. Laboratory analysis consisted of: pH determined in water; Al<sup>3+</sup>, H<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extracted by KCl 1N; K<sup>+</sup> and P extracted by Mehlich (HCl 0.05 N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.025 N). Aboveground phytomass data were obtained from a single representative 2 x 2 m plot within each site, positioned close to the trenches. As it was not possible to replicate this evaluation, these data were not statistically treated. At each plot, all vegetal material was collected and partitioned in: cultivated grass, other herbaceous plants and lignous plants. For each mentioned part the phytomass was separated into living parts (aboveground biomass) and dead parts (plant necromass).

Aboveground phytomass data (Table 1) show clear differences between pastures, reflecting degradation levels initially observed. Grass biomass decreased sharply from p1→p2 (526→216 g m<sup>-2</sup>) and disappeared at p3, the same occurring for grass necromass (315→170 g m<sup>-2</sup>). An inverse trend was observed for other herbaceous phytomass (bio + necro), which have increased greatly from p1→p3. Pasture recovering with *A. gayanus* seems very successful, achieving grass bio and necromass values (respect. 976 and 521 g m<sup>-2</sup>) higher than p1. Comparing total aboveground phytomass (TAGP) values, p2 and p3 had a decrease of 31.5 and 33 %, respect., in relation to p1, and p4 had an increase of 78% in relation to p1. Although there is almost no difference between p2 and p3 TAGP values, the percentage of grass phytomass on TAGP of p2 was almost 57%, while on p3 it was 0%. For p1 and p4 these percentage was almost the same, near 85%. Soil covering by litter was also different between plots. Litter dry matter decreased from p1→p3 (141→21 g m<sup>-2</sup>) and increased in p4 (204 g m<sup>-2</sup>).

Results of soil chemical analysis are shown in Table 2. Numbers represent the average of 7-10

samples per site. As a reference of soil original status, carbon (C) and nitrogen (N) contents decreased with increasing soil depth under forest, and were relatively low, although they can be considered normal for the soil texture (sandy loam). Pasture plots showed higher variability of C contents for the superficial layer (0-5 cm) than the forest plot, what may be due to the cespitous habit of the grass species. Even though, we can see that pasture plots have slightly (not significantly) higher C concentrations (16.1 – 21.6 g kg<sup>-1</sup>) than the forest (16.1 kg<sup>-1</sup>). At sub superficial layers these trend is inverted, and the forest has higher C contents than the pastures. The same occurred for N. No differences were observed in the superficial layer, but N contents were significantly higher at forest than at p1 and p4 in the subsuperficial layers. The C/N ratios were slightly lower on forest (13.1 – 13.5) than on pastures (13.8 – 16.3). One important thing here is that there is no significant difference between pasture plots for C and N contents, and that forest clearance and conversion to pasture did not provoke important differences on C and N contents for the surface horizons after almost 2 decades.

Soil acidity proved to be naturally high, what is very common for oxisols and ultisols of the Amazon Region (Sánchez, 1981). Forest pH values showed almost no changed from 0-5→10-20 cm layer (4.0→4.1), while pastures always had significantly higher pH values (4.7-5.8) for the three layers, except p2 in the 10-20 cm layer. There was no clear relationship between pasture aging or degradation and soil pH, since p3 always showed high pH values. However, we can see that p1 always had the highest pH values and p2 always had the lowest ones. Exchangeable aluminium (Al<sup>3+</sup>) contents increased with increasing soil depth, and pastures showed significantly lower Al<sup>3+</sup> concentrations (0.6-5.7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) than forest (11.1-14.6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) for all layers, except for p3 at both subsuperficial layers. Figure 2 shows that aluminium saturation values (Al<sup>3+</sup>/<sub>ef</sub>CEC) were as high as 70 % on subsuperficial layers of the forest plot, decreasing significantly on the pastures. Aluminium saturation values increased in the sequence p1-p2-p3 for all layers, and in p4 these values decreased.

Under forest, contents of potassium (0.3-0.3 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), calcium (6.7-3.1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) and magnesium (2.8-1.5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) were low, and decreased with increasing depth for calcium and magnesium. Values of sum of bases (S) were significantly lower on the forest for all layers, except for p4 on 10-20 cm layer, and also decreased in subsuperficial layers (9.8→4.9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). No significant difference between pasture plots were observed for S. The saturation of bases (S/CEC) was very low under forest condition, and decreased with increasing soil depth (14→9%). No significant difference was observed between pastures for S/CEC, but values were always significantly higher than on forest, and tended to be higher in the 0-5 cm layer. These results show that forest clearance and burning of the phytomass enriched the soil with bases, and that after almost 2 decades pasture plots maintained soil fertility levels significantly higher than the original levels. Another important observation is that there is no significant difference between pastures for sum of bases, and probably this is not the cause for pasture degradation.

Mehlich phosphorus contents (Figure 1) decreased significantly from the superficial layer to layers bellow (5.3→3.7→2.6 mg dm<sup>-3</sup>) under forest. On pastures, phosphorus contents also decreased with increasing depth, and they were still lower than on forest, with significant difference between forest and p1 and p2 on 5-10 cm layer. These phosphorus contents seem to be very low when compared with literature data. FONSECA et al. (1997) found critical levels of phosphorus on the soil in the range of 23-34 mg dm<sup>-3</sup> for *P. maximum* in a soil of low fertility level. Data variability for P, K, Ca and Mg on pasture plots was somewhat expected, taking into account that the forest clearing at these sites, like in many other sites used for the same purpose by small ranchers in the Amazon Region, used only hand work and fire after timber removal. Also the effect of the cespitous (clumpy) habit of the grass species should be considered here.

## References:

- SÁNCHEZ, P.A. Manejo del suelo para producción de pasturas tropicales. In: SANCHEZ P.A., Suelos del Trópico: características y manejo. 1.ed. San José, Costa Rica, IICA, 1981. P. 491-559.
- FEARNSIDE, P.M. & BARBOSA, R.I. Soil carbon changes from conversion of forest to pasture in Brazilian Amazonia. For. Ecol. and Man., v.108, p.146-166, 1998.
- FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; ALVAREZ V., V.H. & NOVAIS, R.F. Fatores que influenciam os níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras: I. Casa de vegetação. R. Bras. Ci. Solo, v.21, p.27-34, 1997.

**TABLE 1:** Aboveground phytomass of 4 pasture plots in Jacundá-PA.

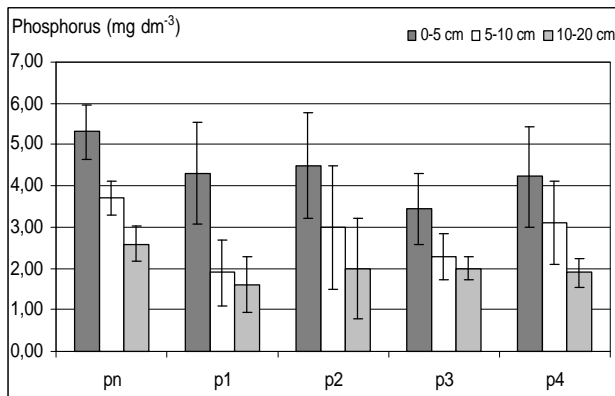
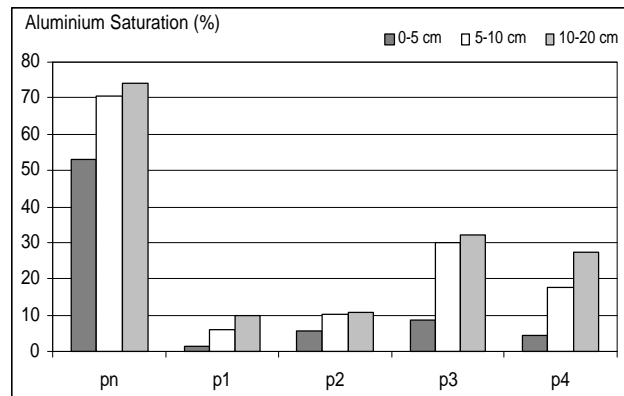
Aboveground composition	p1		p2		p3		p4	
	<i>Panicum maximum</i>		<i>Panicum maximum</i>		herbaceous fallow		<i>Andropogon gayanus</i>	
	g/m <sup>2</sup>	%	g/m <sup>2</sup>	%	g/m <sup>2</sup>	%	g/m <sup>2</sup>	%
AGB <sup>1</sup> Cultivated grass	526.00	53.12	216.45	31.89	0.00	0.00	976.13	55.48
AGB <sup>1</sup> Other herbaceous	2.55	0.26	97.58	14.38	373.58	56.39	34.30	1.95
AGB <sup>1</sup> Lignous	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.12	0.00	0.00
PN <sup>2</sup> Cultivated grass	315.48	31.86	169.18	24.93	0.00	0.00	521.28	29.63
PN <sup>2</sup> Other herbaceous	4.65	0.47	65.30	9.62	266.68	40.25	23.23	1.32
PN <sup>2</sup> Lignous	0.00	0.00	2.68	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00
Litter	141.50	14.29	127.53	18.79	21.45	3.24	204.65	11.63
AGB+PN cultivated grass	<b>841.48</b>	<b>84.98</b>	<b>385.63</b>	<b>56.82</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1497.40</b>	<b>85.10</b>
TAGP <sup>3</sup>	<b>990.18</b>	<b>100.00</b>	<b>678.70</b>	<b>100.00</b>	<b>662.53</b>	<b>100.00</b>	<b>1759.58</b>	<b>100.00</b>

<sup>1</sup>AGB→Aboveground biomass: aerial parts, living parts of the plants. <sup>2</sup>PN→Plant necromass: part of the plants which are entirely dry, but still linked to the plant. <sup>3</sup>TAGP→Total aboveground phytomass: sum of all the living and dead parts of the plants plus litter.

**TABLE 2:** Mean analytical values of soil samples of forest and four pasture plots in Jacundá-PA\*.

Land cover	C		C/N	pH	Al <sup>3+</sup>	H+Al	S	CEC	S/CEC	
	g Kg <sup>-1</sup>									
			H <sub>2</sub> O	mmol. dm <sup>-3</sup>			%			
	<b>0 – 5 cm</b>									
pn	16.1 a	1.2 a	13.5 a	4.0 d	11.1 a	59.6	9.8 b	69.4 a	14 b	
p1	19.5 a	1.3 a	15.5 a	5.8 a	0.6 c	49.1	43.5 a	92.6 a	47 a	
p2	16.1 a	1.1 a	14.6 a	4.8 c	1.9 bc	40.8	32.2 a	73.0 a	44 a	
p3	21.6 a	1.3 a	16.2 a	5.3 b	3.9 b	51.9	40.1 a	92.0 a	44 a	
p4	16.4 a	1.0 a	16.3 a	5.4 a	1.5 bc	33.7	32.5 a	66.2 a	49 a	
	<b>5 - 10 cm</b>									
pn	10.8 a	0.8 a	13.4 a	4.0 c	14.6 a	56.1	6.1 b	62.2 ab	10 b	
p1	9.2 a	0.6 b	15.4 a	5.5 a	1.5 b	39.2	24.1 a	63.3 a	38 a	
p2	10.1 a	0.7 ab	14.3 a	4.7 b	2.4 b	38.4	21.1 a	59.5 ab	35 a	
p3	9.3 a	0.7 ab	13.8 a	5.0 ab	9.6 a	38.2	22.2 a	60.4 ab	37 a	
p4	8.3 a	0.6 b	14.6 a	5.2 ab	3.8 b	31.3	17.5 a	48.8 b	36 a	
	<b>10 – 20 cm</b>									
pn	9.3 a	0.7 a	13.1 a	4.1 c	13.8 a	48.7	4.9 b	53.6 ab	09 b	
p1	7.4 ab	0.5 b	15.3 a	5.2 a	2.2 c	42.5	20.0 a	62.5 a	32 a	
p2	8.3 ab	0.6 ab	14.1 a	4.5 bc	2.6 c	38.4	22.1 a	60.5 a	37 a	
p3	8.0 ab	0.6 ab	14.2 a	5.0 ab	10.2 ab	35.3	21.4 a	56.7 ab	38 a	
p4	6.8 b	0.5 b	14.1 a	5.0 ab	5.7 bc	28.2	15.0 ab	43.2 b	35 a	

\* Means followed by the same letter do not differ by the Tukey test ( $\alpha$  0.05).

**FIGURE 1:** mean phosphorus contents determined by Mehlich I extractant. Bars represent the limits of the confidence interval (95%).**FIGURE 2:** aluminium saturation values ( $Al^{3+}/_{ef}CEC$ ) of forest and pasture plots in Jacundá-PA.



# PERDIDAS DE NUTRIMENTOS POR QUEMA DE VEGETACIÓN EN UNA SABANA DE *TRACHYPOGON*.

I. Hernández-Valencia y D. López-Hernández. Instituto de Zoología Tropical. Universidad Central de Venezuela. Apdo Postal 47058. Caracas 1041.A. e-mail: [ihernand@strix.ciens.ucv.ve](mailto:ihernand@strix.ciens.ucv.ve)

Palabras claves: sabana, *Trachypogon*, quema, nutrientes

Key words: savanna, *Trachypogon*, burning, nutrients

## Abstracts:

The losses of nutrients by fires were assessed in *Trachypogon* savanna located in Calabozo, Venezuela. The losses were of 95% of organic matter, 97% of N, 61% of P, 76% of K and 65% of Ca and Mg. After 32 years, soils of savannas under frequent burning show a slightly decrease in organic matter and available P content when is compared with protected savannas. Precipitation and atmospheric fixation (in the case of N), could replace most the losses of N, Ca and Mg.

## Introducción.

La quema de vegetación es una práctica común en las sabanas de *Trachypogon*, que se realiza para eliminar el material seco y lignificado y estimular la producción de nuevas hojas con mayor contenido nutritivo y más aceptables para el ganado. Las quemas como práctica usual de manejo pueden convertir a las sabanas en exportadores netos de nutrientes, debido a la dispersión de cenizas por el viento y la volatilización de algunos nutrientes (C, N y S). Esto a su vez se traduce en menos aportes de material vegetal al suelo y eventualmente puede reducir su capital de nutrientes y materia orgánica. Pese a la importancia económica de las sabanas de *Trachypogon*, los estudios sobre los efectos de la quema en el balance nutricional de estos ecosistemas son relativamente escasos; aunque útiles para determinar la sustentabilidad ecológica de esta práctica.

## Area de estudio.

El estudio fue realizado en una sabana de *Trachypogon* ubicada en la Estación Biológica de los Llanos en Venezuela (8° 56' N y 67° 25' E). Las pérdidas de nutrientes fueron estimadas como la diferencia entre el contenido de nutrientes en la biomasa vegetal antes y después de la quema. En cada caso se tomaron 10 muestras de vegetación con cuadratas de 1 m<sup>2</sup>, dispuestas al azar. El material obtenido se separó el material verde en pie, el seco en pie y la hojarasca sobre el suelo. Para estimar la incorporación de nutrientes al suelo por las cenizas, se colocaron al azar y previo al paso del fuego 25 bandejas de aluminio de 133 cm<sup>2</sup>. Todas las muestras fueron secadas y pesadas. Tres alícuotas de 200 mg provenientes de muestras compuestas fueron tomadas para la determinación de P, N, Ca, Mg y K (Anderson e Ingram 1992), mientras que el contenido de materia orgánica de las cenizas fue determinado por ignición en una mufla a 600 °C. Ya que la Estación Biológica de Los Llanos ha sido protegida de la quema de vegetación por 32 años, se estudiaron los cambios en el contenido nutricional de los suelos de sabanas con y sin protección a la quema y el pastoreo. Para ello se tomaron 5 muestras de suelos superficiales (0-5 cm) en el área protegida y su vecina no protegida, para determinar los contenidos de materia orgánica, P disponible, N total, bases cambiables (K, Mg y Ca), así como el pH, textura, densidad aparente, capacidad de intercambio catiónico efectivo (CICE), porcentaje de saturación de bases (PSB) y aluminio intercambiable (Anderson e Ingram 1992).

## Resultados.

Previo a la quema, la biomasa seca en pie contenía la mayor cantidad de materia orgánica de la vegetación herbácea y a su vez era el mayor reservorio de N, Ca, Mg, K y P (Tabla 1). La eficiencia de la combustión fue muy alta ya que consumió más del 96% de la biomasa vegetal y liberó hacia la atmósfera más del 92% de los nutrientes contenidos en esta. Sin embargo, a pesar de la alta eficiencia de combustión la masa de nutrientes emitida fue inferior a la reportada en otros estudios (Coutinho 1988), debido a la menor biomasa y contenido

nutricional de la vegetación. La combustión produjo una fuerte salida de los elementos de ciclo gaseosos que se evidencia cuando se calcula el factor de concentración (Tabla 2), que es la relación entre la concentración del nutriente en las cenizas y la concentración ponderada del nutriente en el material vegetal antes de la quema. Con la caída de cenizas al suelo retornaron al sistema parte de los nutrientes. Así la pérdida neta fue de 94,7% de materia orgánica, 97% de N, 61% de P, 65% de Ca y Mg y 76% de K. Como se puede observar, en el caso de los elementos con ciclos sedimentarios se logra atenuar las salidas por quema en más de un 25%, no así con el nitrógeno donde la pérdida sigue siendo muy elevada. Cuando se comparan los contenidos de nutrientes en las sabanas protegidas y no protegidas se observa que en los suelos protegidos los contenidos de materia orgánica, P disponible y CICE fueron superiores (Tabla 3). La ausencia de diferencias para las bases cambiables y el N, puede estar relacionados con el bajo contenido nutricional de la vegetación y en consecuencia con lo insignificante que representan las pérdidas de nutrientes por quema, en comparación al capital del suelo. Otra posibilidad es que las pérdidas sean compensadas por las entradas por precipitación y/o el aporte de nutrientes disponibles a través de la meteorización del material parental.

#### Discusión y conclusiones:

Los datos sugieren que la quema genera una reducción en el contenido de nutrientes del ecosistema, pero solo la materia orgánica y el fósforo muestran una reducción en el suelo. La ausencia de diferencias significativas para N, Ca, Mg y K, podría estar relacionado con entradas por material alóctono. De acuerdo a los datos de Montes y San José (1987), los aportes por precipitación (húmeda y seca) pueden retornar entre el 22 a 40 % del N, 27 al 46% del P, 87 a 189% del Ca, 69 a 131% del K y 308 a 789% del Mg transferidos a la atmósfera debido a la quema (Tabla 4). Adicionalmente, el déficit de N pudiera ser cubierto a través de la fijación atmosférica, que ha sido estimado entre 9-12 kg/ha.año (Santaella 1985). Para el caso de la materia orgánica, su incremento en el suelo superficial en la sabana protegida estaría relacionado con los mayores aportes provenientes del material epígeo y de las raíces. En el caso del P, la quema produce pérdidas que no son compensadas con las entradas por precipitación u otras fuentes; situación que se refleja en menores tenores de P disponible en el suelo y que también ha sido reportada para el P orgánico y el P total (Hernández-Valencia y López-Hernández 1999). Si las quemaduras ocurren en forma anual, pudiera producirse una reducción en el capital de nutrientes del suelo, pero si estas se ocurren en forma bianual o trianual se podría atenuar las pérdidas o alcanzar un balance estable.

#### Bibliografía:

1. Anderson, J. e Ingram, J. 1992. Tropical Soil Biology and Fertility: A handbook of methods. C.A.B. International. U.K. 221 p.
2. Coutinho, L. M. 1988. Influencia del fuego en el cerrado del Brazil. Bol. Soc. Ven. Cienc. Nat. 145: 61-83.
3. Hernández-Valencia, I y D. López-Hernández. Efectos de la quema sobre el ciclo del fósforo en una sabana de *Trachypogon*. Ecotrópicos 13 (1):3-8.
4. Montes, R. y San Jose, J. J. 1987. Flujo de nutrientes en un bosque de la sabana de *Trachypogon* de los Llanos del Orinoco: Precipitación y lavado foliar. In: La capacidad bioproductiva de sabanas. San José, J.J. y Montes, R. (Eds.). pp. 254-279. Centro Internacional de Ecología Tropical. Unesco/CIET.
5. Sanatella, S. 1985. Fijación biológica de nitrógeno en sabanas de *Trachypogon* spp. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias. UCV

Tabla 1. Biomasa y contenido de nutrientes en la vegetación antes y después de la quema.

Fracción	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )		Fósforo (kg/ha)		Nitrógeno (kg/ha)		Calcio (kg/ha)		Magnesio (kg/ha)		Potasio (kg/ha)	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Verde	53,2	0,8	0,43	0,01	1,46	0,02	0,81	0,01	0,65	0,01	1,64	0,02
Seco	242,9	4,0	0,96	0,02	4,12	0,07	2,62	0,04	1,97	0,03	3,06	0,05
Hojarasca	24,3	5,6	0,46	0,11	0,47	0,11	0,35	0,08	0,33	0,08	0,41	0,09
<b>Total</b>	<b>320,4</b>	<b>10,4</b>	<b>1,85</b>	<b>0,14</b>	<b>6,05</b>	<b>0,20</b>	<b>3,78</b>	<b>0,13</b>	<b>2,95</b>	<b>0,12</b>	<b>5,11</b>	<b>0,16</b>
<b>Pérdida</b>	<b>310</b>		<b>1,71</b>		<b>5,85</b>		<b>3,65</b>		<b>2,83</b>		<b>4,95</b>	

A: Antes/ D: Después

Tabla 2. Aportes de cenizas y análisis químicos de las cenizas.

	Aportes por cenizas (kg/ha)	Concentración de nutrientes (mg/g)	Proporción del peso de las cenizas (%)	Proporción del material consumido (%)	Factor de concentración (*)
M.O.	65,00	-----	21,30	-----	-----
Fósforo	0,58	8,9	0,89	0,06	9,90
Nitrógeno	0,01	0,1	0,01	0,19	0,05
Calcio	1,21	18,6	1,86	0,12	15,24
Magnesio	0,90	13,9	1,39	0,09	14,57
Potasio	1,05	16,2	1,62	0,16	8,55

\* concentración del nutriente en las cenizas/ concentración ponderada del nutriente en la biomasa epígea

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos en sabanas protegidas y no protegidas de la quema

Parámetro	Sabana protegida	Sabana no protegida
Textura	Franco arenoso	Franco arenoso
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	1,64 (0,06)a	1,69 (0,04)a
PH-agua (1:5)	5,90 (0,25)a	5,79 (0,10)a
Materia orgánica (%)	1,63 (0,14)a	1,32 (0,13)b
CICE (cmol/kg de suelo)	1,52 (0,04) a	1,33 (0,06)b
PSB (%)	28,2 (2,3)a	23,3 (4,6)a
Ca <sup>++</sup> disponible (cmol/kg de suelo)	0,20 (0,02)a	0,18 (0,06)a
Mg <sup>++</sup> disponible (cmol/kg de suelo)	0,12 (0,03) a	0,09 (0,02) a
K <sup>+</sup> disponible (cmol/kg de suelo)	0,11 (0,01) a	0,04 (0,01) b
P disponible (ppm)	2,3 (0,3)a	3,9 (0,5) b
N total (mg/kg suelo)	583,4 (43,3)a	580,2 (51,4)a
Al intercambiable (cmol/kg de suelo)	0,59 (0,06)a	0,65 (0,03) a

Letras diferentes significan medias diferentes (U-Mann Whitney p<0,05)

Tabla 4. Aportes de nutrientes por precipitación húmeda y seca entre 1981-1984 en Calabozo-Venezuela (Tomado de Montes y San José 1987)

Elemento	Entrada por precipitación (kg/ha)	Porcentaje recuperado de las salidas por quema
Fósforo	0,31-0,52	27,4-46,0
Nitrógeno	1,31-2,35	22,4-40,2
Calcio	2,13-4,61	87,3-18,9
Magnesio	5,94-12,30	307,8-789,1
Potasio	2,68-5,09	68,7-130,5

# SEASONAL CHANGES IN SOIL ORGANIC PHOSPHORUS AND PHOSPHATASE ACTIVITY IN A *TRACHYPOGON* SAVANNA

I. Hernández-Valencia and D. López-Hernández. Instituto de Zoología Tropical. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela. *e-mail: ihernand@strix.ciens.ucv.ve.*

Keywords: savannas, *Trachypogon*, organic P, phosphatase activity

## Introduction

*Trachypogon* savannas are one of the most broadly distributed ecosystems in northern South America. These ecosystems, in general, are characterized by acid soils, low nutrients, well drained and under a marked seasonal changes. A common management practice is the burning of the vegetation at the beginning of the rainy season to eliminate the dry material and allow the production of new, more nutritive and palatable vegetal tissue for cattle raising. The marked seasonal changes along with the burning management establish set periods of organic matter production and phosphorus (P) incorporation in vegetal tissues (Hernández-Valencia, 1996). These could cause changes in the different soil P forms. The role of organic P (Po) in mineral plant nutrition, especially in tropical soils with low P availability, has been emphasized, which allows considering Po as an essential source of available P in *Trachypogon* savannas. Thus, this work studied seasonal changes in available P, Po, microbial P and phosphatase activity in a *Trachypogon* savanna used for cattle raising under burning management.

## Materials and Methods

The study was carried out 8 km south of Calabozo (8°56' N and 67°25' W), Guárico State-Venezuela. Mean annual temperature is 27.5 °C and precipitation 1,149 mm, 75% of which is concentrated between May and October. Soil is a haplustox, well drained, moderately acid and low in P, N, Ca, Mg and K availability (Hernández-Valencia, 1996). To determine available P content, Po, microbial P and phosphatase activity, three 6 x 6 m plots were randomly chosen and fenced to protect them from cattle. 3 samples were monthly taken, for 2 years, in each plot using a core to a 5 cm depth. Samples were sieved through a 2 mm mesh and then kept at 4 °C until analysis for available P (Olsen and Sommers, 1982), Po (Bowman and Cole, 1976), microbial P (Hedley and Stewart, 1982) and phosphatase activity (Tabatabai and Bremner, 1969).

## Results

Figure 1 shows Po content in the different plots as well as their average values. A general seasonal pattern can be observed where the lowest Po values are registered for the peak of the rainy season. Conversely, phosphatase activity (Figure 2) shows the highest activity during the rainy season and the lowest during the dry season. In both cases, temporal variation was higher than spatial variation (Table 1) which supports the idea that the observed changes are a consequence of seasonal changes. Available P content (Figure 3) and microbial P (Figure 4) do not show any pattern and are characterized by a high variation. Nevertheless, both parameters have an inverse relationship ( $r = -0.56$ ) which could indicate that one pool grows in expense of the other.

## Discussion and Conclusions

In *Trachypogon* savannas, burning management along with seasonal changes establishes periods of higher vegetation productivity and P assimilation (Hernández-Valencia 1996). Furthermore, phosphatase activity increases and Po content decreases in soil. This finding corresponds to changes in Po previously reported for cultivated soils (Doormar, 1972; Sharpley, 1985). It also agrees with the idea, proposed by McGill and Cole (1981), that an increase in P demand triggers phosphatase activity, so that, phosphatases from root and microbial origin increase Pi availability through Po mineralization. When Pi demand decreases, phosphatase activity also decreases and Po content increases in soil because of a contribution of soil biota. The fact that available P and microbial P content did not vary suggests that the Pi, derived from Po mineralization, was assimilated by the vegetation or became part of a less available inorganic pool. The inverse relationship between available P and microbial P

suggest that available P content occurs in expense of microorganism cell lysis. On the other hand, microbial P pool increase causes a reduction in available P content.

### References

1. Bowman, R.A. and Cole, C. V. 1978. An exploratory method for fractionations of organic phosphorus from grassland soils. *Soil Sci.* 125 (2):95-10.
2. Doormar, J. F. 1972. Seasonal pattern of soil organic phosphorus. *Can. J. Soil. Sci.* 52: 107-122
3. Hedley, M. J and J. W. B Stewart. 1982. A method to measure microbial phosphorus in soils. *Soil. Biol. Biochem.* 14: 377-385.
4. Hernández-Valencia. 1996. Dinámica del fósforo en una sabana de *Trachypogon* de los Llanos Altos Centrales de Venezuela. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UCV. 179 p.
5. Mc. Gill, W. B. and C. V. Cole. 1981. Comparative aspects of C, N, S and P cycling through soil during pedogenesis. *Geoderma* 26: 267-286.
6. Olsen, S. R. And L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. In: *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties.* Page. A. L, Miller, R. H. and Keeney, D. R. (Eds.) N Agronomy Series 9:403-430
7. Sharpley, A. N. 1985. Phosphorus cycling in unfertilized and fertilized agricultural soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49: 905-911.
8. Tabatabai, M. A. y J.M. Bremmer. 1969. The use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. *Soil Biol. Bioch.* 1: 301-307

Table 1. Anova for organic phosphorus and acid phosphatase activity

Source of variation	Sum of square	d.f	Percentage of variation	F	p
<b>Organic P</b>					
Among plots	54.1	2	0.6	1.30	0,275
Among months	5636.66	20	61.4	13.41	<0,001
Residual	3489,95	166	38.0		
Total	9181,32	188			
<b>Acid phosphatase activity</b>					
Among plots	0.64	2	0.4	1.64	0.918
Among months	112.00	20	77.2	28.62	<0,001
Residual	32.28	165	22.4		
Total	144.92	188			

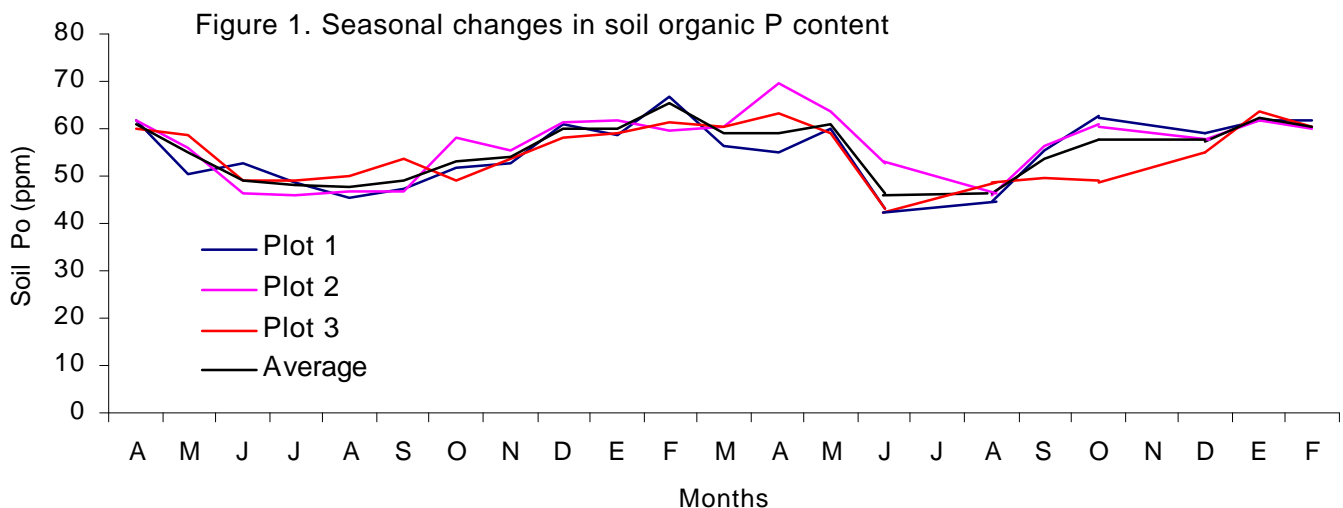


Figure 2. Seasonal changes in soil acid phosphatase activity

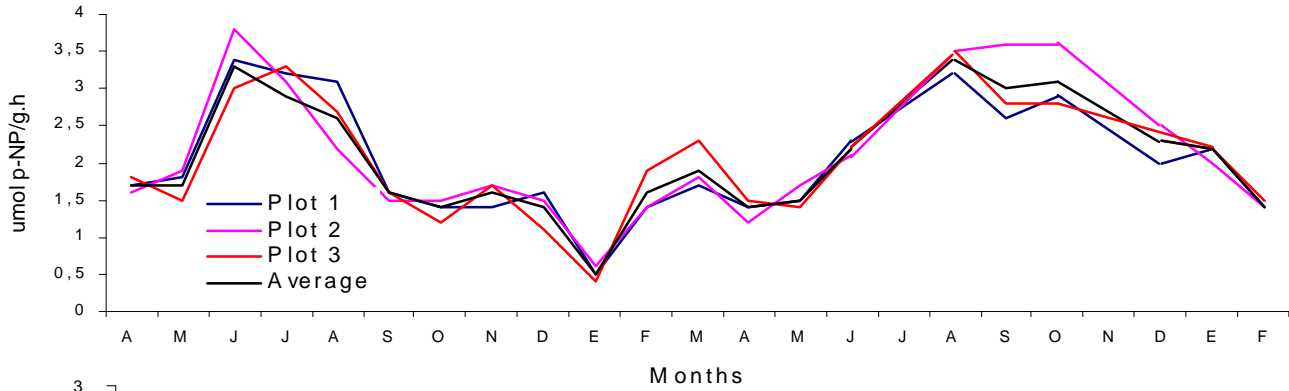


Figure 3. Seasonal changes in soil available P

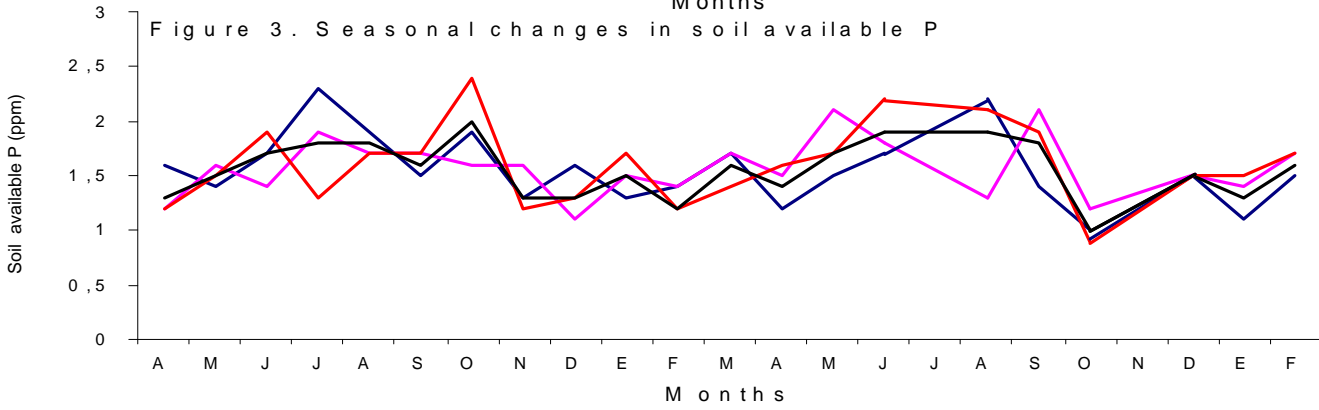


Figure 4. Seasonal changes in soil microbial P

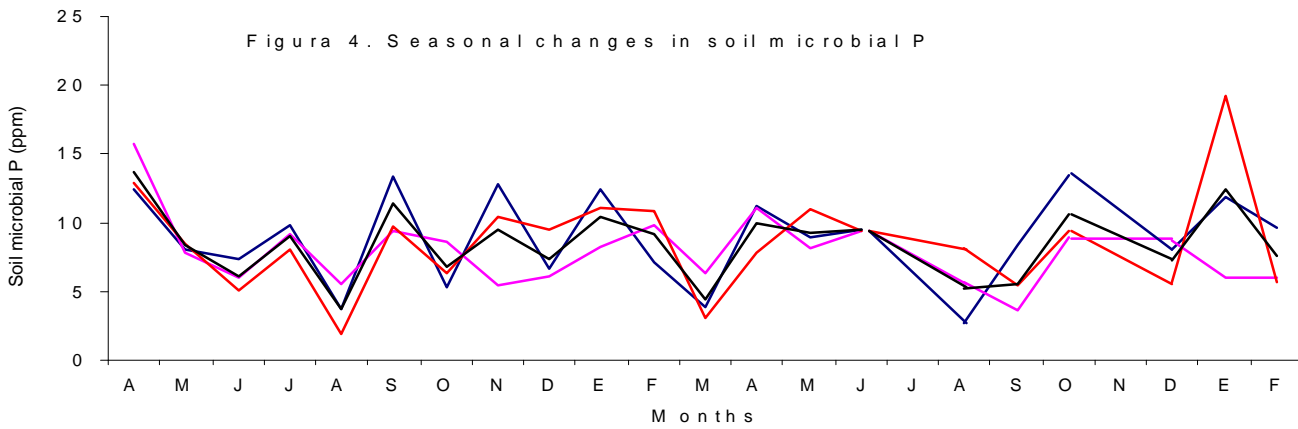
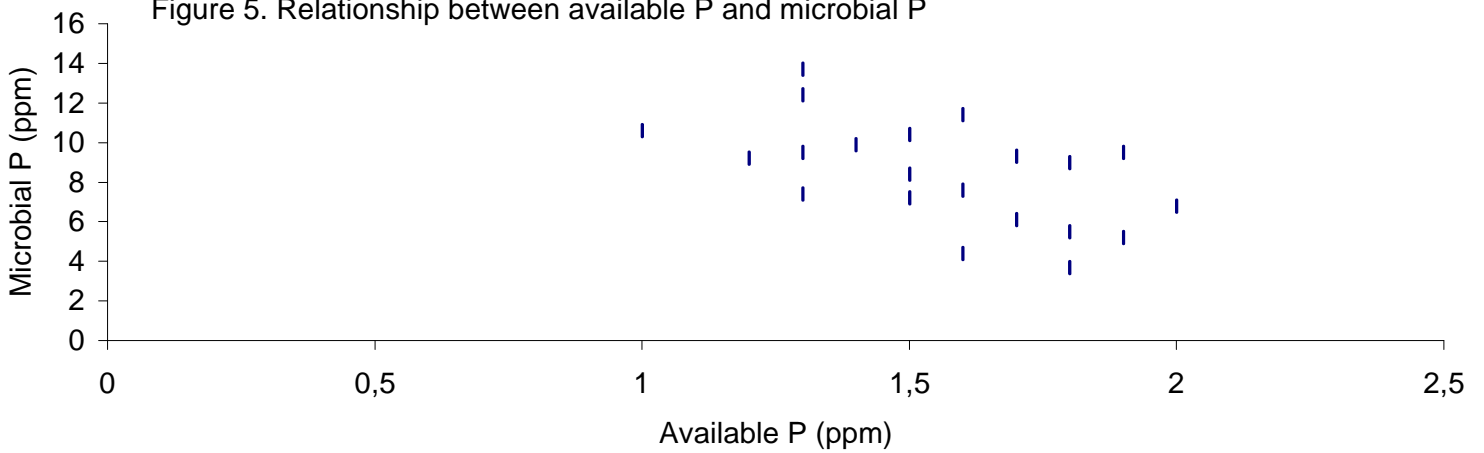


Figure 5. Relationship between available P and microbial P



## FERTILITE D'UN SOL VOLCANIQUE INDURE RECUPERE ET FERTILISATION RAISONNEE D'UN RAYGRASS.

N GERMAIN, M DURAN and P PODWOJEWSKI

IRD, BP 5045, 34032 Montpellier cedex, France- Nicolas.Germain@mpl.ird.fr

Facultad de Ciencias Agricolas, Universidad Central de Ecuador, casilla A 46-07, Quito, Ecuador- IRD, 32 Avenue Henri Varagnat, 93143 Bondy cedex, France-

### short abstract : FERTILITY OF RECLAIMED VOLCANIC ASH SOIL AND COMPREHENSIVE FERTILIZER MANAGEMENT OF RYEGRASS.

The hardened volcanic ash soils of the Ecuadorian Highlands could be cultivated with ryegrass pasture. The crop management must aim at a maximum yield of  $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  every 5 weeks. The fertilizer application must consider the nutritional requirements for an optimal growth, the crop exportation and the initial status of soil fertility. This status depends on the previous land reclamation and cropping history. The level of K, considered as satisfactory in these soils, is limited after 3 cuttings. Sulfur was never considered as limitant, but a sulfur fertilization increased yield significantly to expected potential level.

key-words : nutrient diagnosis, sulfur, cangahua, Ecuador

Les formations volcaniques indurées (cangahua) de la Sierra équatorienne, qui apparaissent par suite de l'érosion des horizons superficiels meubles entre 2500 et 3000 m d'altitude, peuvent être mises en culture (Zebrowski et al., 1997). Ceci requiert une fragmentation manuelle ou mécanique, et des apports d'azote et de phosphore. Dans une expérimentation de 2 ans et ½ comportant 5 cycles de culture (vesce/ orge/ maïs/ pois/ maïs) et 4 stratégies de fertilisation (témoin sans fumure ; fumure organique ; fertilisation chimique ; fertilisation chimique associée à l'incorporation des résidus de culture), aucune différence significative de productivité n'est apparue entre les 3 derniers traitements. La présente étude se propose de comparer les états de fertilité chimique de chacune des stratégies de fertilisation au comportement d'un raygrass exploité par fauche, et recevant une fertilisation minérale contrastée. Le raygrass est l'espèce fourragère dominante des prairies pâturées par les vaches laitières. Mais un raygrass fauché, par la fréquence des coupes et sa dynamique de croissance, facilite le diagnostic sur la fertilité du sol ; son association à une légumineuse compliquerait le diagnostic sur la fertilité azotée. Cette culture devrait aussi réduire les risques d'érosion et améliorer la stabilité structurale du terrain.

### MATERIEL et METHODES

En début d'étude, 3 échantillons de sol ont été prélevés par stratégie de fertilisation, chacun est représentatif d'une surface d'une dizaine de mètres carrés. Leurs analyses chimiques ont été réalisées au laboratoire de l'INIAP Santa Catalina (extraction de  $\text{N-NH}_4$ , P, K, Ca, Mg par une solution de Olsen modifiée "  $\text{NaHCO}_3$ , EDTA, pH 8.5 " ; extraction de S par une solution de  $\text{Ca}[\text{H}_2\text{PO}_4]_2$ ).

Une culture de raygrass hybride (*Lolium multiflorum x perenne*, variété Tetralite) a été implantée selon deux dispositifs expérimentaux. Dans le cas du témoin sans fumure, les traitements croisent 3 niveaux de fertilisation phosphorique (0, 50 et  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  P) appliquée avant semis et 3 niveaux de fertilisation azotée (0, 40 et  $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  N) appliquée à chaque coupe. L'autre dispositif croisent les 3 stratégies restantes de fertilisation à 4 niveaux de fertilisation azotée (0, 40, 80 et  $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  N) appliquées à chaque coupe. La dose de  $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  N correspond aux besoins azotés d'un rendement de  $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  toutes les 5 semaines, production potentielle permise par les conditions thermiques et radiatives locales (Température moyenne de  $17^\circ\text{C}$ , et  $R_g$  journalière  $17 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ , stables tout au long de l'année, autorisant un taux de croissance journalier de  $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Un traitement adjacent reprend le niveau 160, en le complétant par une fertilisation phosphorée ( $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  P) et soufrée ( $7.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  S) appliquée avant semis. Chaque traitement a 4 répétitions. En cours d'expérimentation, en réaction à des signes de brûlure azotée sur certains traitements, la dose 160 a été réduite à 120, et une fertilisation potassique ( $166 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  K) a été introduite à partir de la cinquième (ou sixième, dans le cas de la récupération témoin) coupe. Le potassium est appliqué sous forme de chlorure sur 2 répétitions, et sous forme de sulfate sur les 2 autres, soit alors un apport de  $72 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  S par coupe. A

partir de la septième coupe, l'application de sulfate de potassium est généralisée à l'ensemble des parcelles.

Un système d'irrigation par aspersion complète, si besoin est, les apports hydriques pluviaux.

Chaque parcelle élémentaire, correspondant à la répétition d'un traitement, a une surface de 4 m<sup>2</sup>. Les rendements sont évalués par récolte d'un mètre linéaire. Chaque prélèvement est séché à 65°C, pesé, broyé. Une fraction est séchée à 105°C, une autre sert à l'analyse du contenu de N par la méthode Kjeldahl, une autre est utilisée pour déterminer les contenus de P et K (par colorimétrie et par photométrie de flamme). Certains échantillons ont fait l'objet d'une analyse chimique plus complète (N, P, K, S, Ca, Mg, B, Zn, Cu, Fe, Mn) au laboratoire de l'INIAP Santa Catalina, selon les procédures du CIAT Colombie.

Les indices de satisfaction des besoins minéraux sont calculés selon les formules proposées par Lemaire et Gastal (1997) pour N (indice établi pour la croissance végétative d'une culture de type C3), Duru et Théliér Huché (1997) pour P et K (indices établis pour des cultures fourragères tempérées) :

$NNI = N\% / (4.8 * RDT^{-0.32})$  ;  $PNI = P\% / (0.15 + 0.065 * N\%)$  ;  $KNI = K\% / (1.6 + 0.525 * N\%)$  ;

$SNI = S\% / (0.06 * N\%)$  - où xNI est l'indice de satisfaction de l'élément x (x Nutrition Index) ; x% contenu de l'élément x exprimé en g\*100g<sup>-1</sup> ; RDT rendement exprimé en t\*ha<sup>-1</sup> .

## RESULTATS et DISCUSSION

Les sols des 4 stratégies de fertilisation présentent une certaine variabilité quant à leur contenu chimique (tableau 1) : variabilité au sein d'une stratégie, et variabilité entre stratégies liée à la gestion des cycles de culture précédents.

Au niveau des rendements, la comparaison des traitements recevant 80 kg\*ha<sup>-1</sup> N (tableau 2) montre pour la première coupe une supériorité des récupérations avec fumure ou fertilisation antérieures. Par la suite, cette différence s'estompe dans le cas de la récupération témoin avec addition de P. Aucune différence significative entre modalités n'existe lors de la septième coupe ; par contre la précocité de l'apport de S a un effet très significatif.

Les indices de satisfaction des besoins azotés s'ordonnent selon le niveau de fertilisation azotée appliquée. A partir de la deuxième coupe, ceux-ci augmentent par stagnation et diminution des rendements. Les rendements maxima observés ne sont que la moitié du rendement potentiel espéré. Lors de la troisième coupe, des signes de jaunissement sont observés sur les parcelles N160 sans P ni S des modalités de récupération avec fertilisation. Ces signes apparaissent lors de la quatrième coupe sur la modalité de fumure organique, et lors de la cinquième coupe sur la modalité témoin, particulièrement sur les parcelles recevant les niveaux les plus élevés de N.

L'application de S et de K permet d'obtenir des rendements proches du potentiel espéré, et des indices de satisfaction des besoins minéraux proches de l'optimum (tableau 3). Les parcelles où l'application de S fut plus tardive présentent des rendements plus faibles et une forte hétérogénéité de végétation, due vraisemblablement à des problèmes phytoparasitaires (présence de Fusarium).

## CONCLUSION

La définition de la fertilisation dépend du niveau de production à atteindre. Elle se module en fonction de la richesse initiale du terrain, et doit compenser les exportations de la culture. Le traitement 160 kg\*ha<sup>-1</sup> N par coupe a amplifié la manifestation de carences potentielles. Les réserves en P accumulées durant les cycles précédents, diminuées par les 70 à 120 kg exportés par les 7 coupes, sont encore suffisantes. Le niveau de K dans le sol, considéré comme satisfaisant au début, devient insuffisant à partir de la troisième coupe. Un sol volcanique n'est pas forcément un sol riche en S.

## REFERENCES

DURU M and THÉLIER-HUCHÉ L. 1997. N and P-K status of herbage : use for diagnosis of grasslands. In *Diagnostic procedures for crop N management*. Lemaire and Burns (Ed.). INRA, Paris : 155-161.

LEMAIRE G and GASTAL F. 1997. N uptake and distribution in plant canopies. In *Diagnosis of the nitrogen status in crops*. Lemaire (Ed.). Springer, Berlin : 3-43.

ZEBROWSKI C, QUANTIN P and TRUJILLO G (Eds.). 1997. Suelos volcánicos endurecidos. III Simposio Internacional (Quito, diciembre de 1996). ORSTOM, Quito, 514p.

Tableau 1 : Fertilité chimique par stratégie de fertilisation et bilan minéral des cycles précédents.



Table 1 : Soil fertility and input output mineral balance of the 5 previous crops, according to type of land fertilization.

Stratégie de fertilisation	pH	contenu minéral						bilan minéral apparent				
		N-NH4 mg *kg <sup>-1</sup>	P *kg <sup>-1</sup>	S	K cmol(+) *kg <sup>-1</sup>	Ca	Mg	N	P	K	S	
Témoin	7,3	29	3	2	0,65	12,8	5,0	apport	0	0	0	0
	7,0	20	2	2	0,7	12,8	5,2	export	-78	-8	-85	-4
	7,1	24	2	1	0,72	15,9	4,2	solde	-78	-8	-85	-4
fumure organique	7,4	22	29	4,5	1,17	14,5	5,8	apport	980	295	887	155
	7,5	30	73	10	1,9	14,2	5,4	export	-456	-81	-465	-25
	7,5	36	31	?	0,8	12,2	4,4	solde	524	214	422	130
minérale et résidus	6,6	31	25	?	0,4	11,5	3,8	apport	342	161	0	0
	6,3	30	29	2	0,57	13,2	5,2	export	-228	46	-211	-10
	6,8	27	25	?	0,36	11,0	4,2	solde	114	115	-211	-10
fertilisation minérale	6,9	27	33	3	0,75	15,0	4,0	apport	750	338	0	0
	7,0	33	26	?	0,38	11,6	4,2	export	-273	58	-296	-15
	7,6	34	29	2	0,59	19,4	4,2	solde	477	280	-296	-15

Tableau 2 : Biomasse aérienne récoltée (t\*ha<sup>-1</sup>) des 7 premières coupes, cas des traitements recevant 80 kg N \* ha<sup>-1</sup>. Les lettres indiquent les groupes constitués par la preuve de Newman-Keuls.

Table 2 : Forage yields of the first 7 cuttings, for the 80 kg N \*ha<sup>-1</sup> treatments. Letters show the groups according to Newman-Keuls test.

	Fertilisation témoin			autres fertilisations		
	P0	P50	P100	organique	minéral&rés	minéral
coupe1	0,56 C	1,66 B	1,54 B	2,69 A	2,73 A	1,58 B
coupe2	0,46 B	1,63 A	1,73 A	1,84 A	2,13 A	1,42 A
coupe3	0,82 D	2,58 BC	3,73 A	2,85 B	2,11 C	1,30 D
coupe4	0,48 D	1,16 BC	1,30 B	1,90 A	1,02 BC	0,78 CD
coupe5	0,77 C	2,42 B	2,26 B	3,02 AB	3,44 A	2,89 AB
coupe6	1,37 C	2,34 BC	2,63 ABC	4,08 A	3,42 AB	3,21 AB
coupe7	2,17	1,90	3,06	2,95	2,64	2,26
		répétitions ayant reçu S précocement			3,05 A	
		répétitions ayant reçu S tardivement			1,90 B	

Tableau 3 : Biomasse aérienne récoltée (RDT : t\*ha<sup>-1</sup>), teneur (g\*100g<sup>-1</sup>) en éléments nutritifs de la biomasse et indices de satisfaction des besoins minéraux de quelques traitements.

Table 3 : Forage yields, plant mineral contents and nutrient index of some treatments.

	RDT	N%	P%	K%	S%	INN	INP	INK	INS
coupe 3									
organique N160P	3,6	4,97	0,44	5,2	0,10	1,56	0,92	1,22	0,35
organique N160	3,2	5,01	0,37	4,1	0,09	1,51	0,78	0,96	0,31
minéral&rés N160P	2,8	4,50	0,38	3,1	0,09	1,30	0,86	0,79	0,34
minéral&rés N160	1,5	6,18	0,33	2,1	0,07	1,47	0,60	0,44	0,18
minéral N160P	3,0	5,49	0,45	3,2	0,08	1,62	0,89	0,72	0,24
minéral N160	1,3	6,26	0,33	2,7	0,08	1,42	0,59	0,56	0,21
coupe 7									
organique N120P	3,0	2,53	0,17	4,9	0,11	0,75	0,54	1,67	0,72
organique N120PS	5,0	2,42	0,38	4,9	0,17	0,84	1,24	1,71	1,17
minéral&rés N120P	2,9	4,07	0,40	3,7	0,09	1,19	0,96	0,99	0,37
minéral&rés N120PS	4,1	2,94	0,33	3,4	0,23	0,96	0,97	1,08	1,30
minéral N120P	1,6	5,20	0,47	3,0	0,08	1,26	0,96	0,69	0,26
minéral N120PS	6,1	3,20	0,46	4,0	0,20	1,19	1,28	1,22	1,04

N120PS : 120 kg N \*ha<sup>-1</sup> par coupe, apport P avant semis, apport S à la cinquième coupe.

# CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SOLOS SOB MATA E PASTAGENS EM URUARÁ, TRANSAMAZÔNICA, PARÁ<sup>1</sup>

Farias, S. K. P<sup>2</sup>, Leopoldino, A. L. M.<sup>3</sup>, Martins, P. F. da S.<sup>4</sup>, Quanz, B.<sup>2</sup> e Veiga, J. B.<sup>5</sup>

**Key words:** Chemical soil properties, forest, pasture, deforestation

**ABSTRACT:** This research work was performed in two farms of the county of Uruará, Pará state, located at the Transamazônica highway. The chemical properties of Ultisols under forest and pasture (*Brachiaria brizantha*, cv Marandu) were determined at the 0-7, 7-14 e 14-21cm under comparable conditions. The samples of soil were collected at the beginning (July 99) and the end of the dry season (December99) with three site replications. The soils under pasture were more fertile than under forest. The season affected the chemical properties of the Ultisols under forest. There was striking difference among the soil properties due to the farm place, mainly P and Al.

## INTRODUÇÃO

Tem sido grande o interesse sobre as possibilidades de utilização sustentável das terras na Amazônia. Após experimentar um “boom” econômico, de 1985 a 1987, com os elevados preços da pimenta-do-reino e do cacau, a agricultura do município de Uruará, a exemplo do que ocorreu na Transamazônica, passou por grandes transformações. Houve um processo de desaceleração do crescimento, deixando aos agricultores poucas opções para se manterem na terra. Desta forma, a criação de gado, através da produção de leite, apareceu como uma nova forma de capitalização.

A criação de gado requereu a formação de pastagens em áreas antes utilizadas por culturas de subsistência, bem como proporcionou o desmatamento de novas áreas.

Sendo Uruará um município de colonização recente (décadas de 70 e 80), é necessário e possível conhecer o real impacto nos solos em decorrência da substituição da cobertura vegetal de floresta por pastagens. O presente estudo teve por objetivo comparar as características químicas dos solos sob mata nativa e sob pastagens.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Uruará, em dois estabelecimentos de agricultores (E1 e E2) localizados entre os quilômetros 130 e 235 da rodovia Transamazônica. Foram coletadas amostras de Argissolos (Embrapa, 1999) em parcelas de pastagens de Marandu (*Brachiaria brizantha*) e áreas adjacentes de mata, sob condições topográficas semelhantes. Nas áreas de mata foram feitas coletas no mês de julho (início do período de estiagem) e dezembro (final do período de estiagem) de 1999. Nas parcelas de pastagem a coleta foi feita em dezembro de 1999.

A pastagem em E1 foi instalada em 1993 após uma cultura de milho e desde então as invasoras foram controladas com fogo. Já em E2 foi instalada em 1997, depois de uma cultura de milho e arroz sendo o controle das invasoras feito através de roçagem manual.

A amostragem foi feita para as profundidades de 0-7, 7-14 e 14-21cm, com três repetições. As amostras foram analisadas no laboratório de química do solo da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

---

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo CNPq no âmbito do projeto Comportamento edáfico de forrageiras na sustentabilidade das pastagens em Uruará, Transamazônica, Pará.

<sup>2</sup> Estudante de graduação da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

<sup>3</sup> Estudante de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição Mineral de Plantas, da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. [solospos@fcap.br](mailto:solospos@fcap.br)

<sup>4</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. [pmartins@nautilus.com.br](mailto:pmartins@nautilus.com.br)

<sup>5</sup> Pesquisador da EMBRAPA-Amazônia Oriental. [Jonas@cpatu.embrapa.br](mailto:Jonas@cpatu.embrapa.br)

As variáveis do solo determinadas foram cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{++}$ ), obtidos por volumetria de complexação com solução extratora de KCl 1N, alumínio ( $\text{Al}^{+++}$ ), com o mesmo extrator e, pH em água. O teor de Carbono (C) foi determinado titulando-se com sulfato ferroso, o Fósforo (P) foi medido no espectrofotômetro de chama e o potássio ( $\text{K}^+$ ) e o sódio ( $\text{Na}^+$ ) no fotômetro de chama. O  $\text{H}^+$  e o  $\text{Al}^{+++}$  foram extraídos com solução extratora de acetato de cálcio.

Foi efetuada a comparação estatística através do teste t (Gomes, 1984) dos valores médios das três profundidades amostradas, reconstituindo a profundidade de 0-21 cm, com a finalidade de identificar as diferenças entre as coberturas vegetais (mata e pastagem), os períodos da coleta (início e fim do período de estiagem) e os dois estabelecimentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram a existência de diferenças nas variáveis do solo em função da cobertura vegetal e do período de coleta.

O quadro 1 permite comparar os dados químicos nas condições de mata e de pastagem, bem como os estabelecimentos, para a coleta efetuada no fim do período de estiagem.

Existem diferenças entre o solo da mata e da pastagem nos dois estabelecimentos, sendo que esta é maior em E1, envolvendo o aumento do pH e do valor de Saturação em Base (V), e a diminuição do  $\text{H}^+$ , do  $\text{Al}^{+++}$ , da Capacidade de Troca de Cátions Total (T) e da Saturação de  $\text{Al}^{+++}$  (m) na pastagem. No estabelecimento E2 as diferenças incluem o aumento do pH e a diminuição do  $\text{Al}^{+++}$  também na pastagem. O aumento do pH certamente está relacionado com a queima da mata, embora possa ter sido favorecido também, pela prática da queima das pastagens para controlar as invasoras. Isto pode justificar o maior aumento do pH na pastagem em E1 que em E2 pois, embora neste a pastagem seja mais nova, ela não tem sido queimada, como é o caso em E2.

Considerando-se o valor de pelo menos  $2 \text{ mg.dm}^{-3}$  como o necessário de P para o desenvolvimento das plantas menos exigentes, incluindo as gramíneas das pastagens (Salinas e Garcia, 1985), verifica-se que somente as condições do solo sob pastagem do estabelecimento E1 pode ser considerada como adequada. O mesmo ocorre se, para avaliar a adequação das demais variáveis, consideradas como limitantes, toma-se por base os níveis considerados críticos por Tomé Jr. (1997).

O quadro 2 permite comparar as variações que se apresentaram no solo sob mata quando as coletas foram feitas em ocasiões diferentes em relação ao período de estiagem.

As diferenças observadas quanto ao período de estiagem incluíram o aumento do pH, de S, S +  $\text{Al}^{+++}$ , V e diminuição de m (Saturação de  $\text{Al}^{+++}$ ), no final do período, nos dois estabelecimentos; aumento de C, diminuição de P e de  $\text{H}^+$ , também no final do período, no estabelecimento E1; e aumento de T no estabelecimento E2.

As diferenças entre os dois estabelecimentos na coleta do início da estiagem, a qual só foi feita na mata, envolveram o P, que foi maior no estabelecimento E1, além de  $\text{Al}^{+++}$  e S +  $\text{Al}^{+++}$ , que foram maiores no estabelecimento E2 (Quadro 2). Já no final da estiagem essa diferenças, que foram avaliadas sob as duas coberturas, ocorreram tanto na mata quanto na pastagem envolvendo o aumento do pH, em E1, e  $\text{Al}^{+++}$ , S +  $\text{Al}^{+++}$ , T, os quais foram maiores no E2, além de m, que também foi maior em E2 (Quadro 1). Considerando os dois períodos de coleta verifica-se que as diferenças mais importantes entre os dois estabelecimentos se referem ao P e ao  $\text{Al}^{+++}$ , os quais estão em condições mais favoráveis no estabelecimento E1 (Quadro 2).

## CONCLUSÕES

De maneira geral, o solo sob pastagem apresentou características químicas melhores que o solo sob mata.

Os solos sob mata nos dois estabelecimentos apresentaram diferenças, devidas ao período de coleta o que evidencia que estes solos não apresentam características químicas uniformes durante o ano todo.

Embora os solos dos locais referentes aos estabelecimentos utilizados neste trabalho pertençam a mesma unidade de solo, o Argissolo, há diferenças marcantes entre as suas características químicas, especialmente quanto ao Alumínio trocável ( $Al^{+++}$ ) e à capacidade de troca efetiva de cátions ( $S + Al^{+++}$ ).

## BIBLIOGRAFIA

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa. Produção de Informação; Rio de de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- GOMES, F. P. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 160p.
- SALINAS, J. G.; GARCÍA, R. *Métodos químicos para el análisis de suelos y plantas forrajeras*. Cali : CIAT, 1985. 28p.
- TOMÉ Jr., J. B. *Manual de interpretação de análise de solo*. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

Quadro 1- Valores médios das variáveis químicas em dois estabelecimentos agrícolas (E1 e E2), sob mata e de pastagem, na profundidade de 0-21 cm (Dezembro de 1999).

Chemical properties averages of two farms (E1 and E2) under forest and pasture at 0 – 21 cm deep (December 99)

ESTABE- LECI- MENTO	pH		C (%)		P ( $mg \cdot dm^{-3}$ )		H ( $cmol_c \cdot dm^{-3}$ )		Al ( $cmol_c \cdot dm^{-3}$ )	
	Mata	Pastag.	Mata	Pastag.	Mata	Pastag.	Mata	Pastag.	Mata	Pastag.
E1	5,4 <sup>bA</sup>	6,0 <sup>aA</sup>	2,18 <sup>aA</sup>	1,77 <sup>aB</sup>	1,95 <sup>aA</sup>	2,36 <sup>aA</sup>	3,62 <sup>aA</sup>	1,74 <sup>bB</sup>	2,46 <sup>aB</sup>	0,53 <sup>bB</sup>
E2	4,7 <sup>bB</sup>	4,9 <sup>aB</sup>	2,07 <sup>aA</sup>	2,43 <sup>aA</sup>	0,51 <sup>aA</sup>	0,45 <sup>aB</sup>	4,52 <sup>aA</sup>	5,49 <sup>aA</sup>	3,79 <sup>bA</sup>	4,64 <sup>aA</sup>
	S ( $cmol_c \cdot dm^{-3}$ )		S + Al ( $cmol_c \cdot dm^{-3}$ )		T ( $cmol_c \cdot dm^{-3}$ )		V (%)		m (**) (%)	
E1	3,44 <sup>aA</sup>	4,22 <sup>aA</sup>	5,90 <sup>aB</sup>	4,71 <sup>aA</sup>	9,52 <sup>aB</sup>	6,45 <sup>bB</sup>	36 <sup>bA</sup>	63 <sup>aA</sup>	42 <sup>aB</sup>	13 <sup>bB</sup>
E2	3,92 <sup>aA</sup>	4,37 <sup>aA</sup>	7,70 <sup>aA</sup>	9,01 <sup>aA</sup>	12,22 <sup>aA</sup>	14,51 <sup>aA</sup>	32 <sup>aA</sup>	29 <sup>aA</sup>	49 <sup>aA</sup>	49 <sup>aA</sup>

(\*) Os valores seguidos pelas mesmas letras, minúsculas entre as colunas, e maiúsculas entre as linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste t a  $p < 0,05$ .

(\*\*) Saturação por alumínio.

Quadro 2- Valores médios das variáveis químicas em dois estabelecimentos agrícolas (E1 e E2), sob mata, na profundidade de 0-21 cm, em dois períodos (Julho e Dezembro 99).

Chemical properties averages of two farms (E1 and E2) under forest at 0 – 21 cm deep in two period (July and December 99)

ESTABELE CIMENTO	pH		C (%)		P ( $mg \cdot dm^{-3}$ )		H ( $cmol_c \cdot dm^{-3}$ )		Al ( $cmol_c \cdot dm^{-3}$ )	
	Jul 99	Dez 99	Jul 99	Dez 99	Jul 99	Dez 99	Jul 99	Dez 99	Jul 99	Dez 99
E1	4,4 <sup>bA</sup>	5,4 <sup>aA</sup>	1,95 <sup>bA</sup>	2,18 <sup>aA</sup>	6,72 <sup>aA</sup>	1,95 <sup>bA</sup>	5,11 <sup>aA</sup>	3,62 <sup>bA</sup>	2,43 <sup>aB</sup>	2,46 <sup>aB</sup>
E2	4,4 <sup>bA</sup>	4,7 <sup>aB</sup>	2,08 <sup>aA</sup>	2,07 <sup>aA</sup>	3,99 <sup>aB</sup>	0,51 <sup>aA</sup>	4,80 <sup>aA</sup>	4,52 <sup>aA</sup>	3,22 <sup>aA</sup>	3,79 <sup>aA</sup>
	S ( $cmol_c \cdot dm^{-3}$ )		S + Al ( $cmol_c \cdot dm^{-3}$ )		T ( $cmol_c \cdot dm^{-3}$ )		V (%)		m (**) (%)	
E1	1,48 <sup>bA</sup>	3,44 <sup>aA</sup>	3,90 <sup>bB</sup>	5,90 <sup>aB</sup>	9,01 <sup>aA</sup>	9,52 <sup>aB</sup>	16 <sup>bA</sup>	36 <sup>aA</sup>	62 <sup>aA</sup>	42 <sup>bB</sup>
E2	1,59 <sup>bA</sup>	3,92 <sup>aA</sup>	4,79 <sup>bA</sup>	7,70 <sup>aA</sup>	9,59 <sup>bA</sup>	12,22 <sup>aA</sup>	16 <sup>bA</sup>	32 <sup>aA</sup>	68 <sup>aA</sup>	49 <sup>bA</sup>

(\*) Os valores seguidos pelas mesmas letras, minúsculas entre as colunas e maiúsculas entre as linhas, não diferem significativamente entre si pelo teste t a  $p < 0,05$ .

(\*\*) Saturação por alumínio.

## A RECUPERAÇÃO DO NITROGÊNIO DA URINA DE BOVINOS POR PASTAGENS DEGRADADAS DE *Brachiaria decumbens*

E. Ferreira<sup>(1)</sup>, J.C. dos Santos<sup>(4)</sup>, O.C. de Oliveira<sup>(3)</sup>, R.M. Tarré<sup>(2)</sup>, R. Macedo<sup>(3)</sup>, C.H.B. Miranda<sup>(5)</sup>, B.J.R. Alves<sup>(6)</sup>, S. Urquiaga<sup>(6)</sup> e R.M. Boddey<sup>(6)</sup>.

(1)Estudante de Pós-graduação em Ciência do Solo da UFRRJ-FAPERJ. (2)Estudante de Pós-graduação em Ciência do Solo da UFRRJ-CAPES. (3)Estudante de Pós-graduação em Ciência do Solo da UFRRJ-CNPq. (4)Biólogo, B.Sc.,Embrapa-Gado de Corte (5)Pesquisador Embrapa-Gado de Corte, Campo Grande-MS. (6)Pesquisador Embrapa-Agrobiologia. Seropédica 23851-970, RJ. Cx. Postal 74505. Brasil. <bob@cnpab.embrapa.br>

**Keywords:** <sup>15</sup>N, *Brachiaria decumbens*, Urine, Nitrogen losses, Degraded pastures.

### **Abstract (Recovery of nitrogen from cattle urine in degraded *Brachiaria* pastures)**

The largest quantities of N lost from grazed pastures are in the urine and this loss is a key process in pasture degradation. In this study the recovery of <sup>15</sup>N-labelled urea in the soil and by *Brachiaria decumbens* over a period of 442 days (3 harvests of the grass) was evaluated in two degraded pastures near Campo Grande, MS. In a degraded pasture on a red latosol only 3.0 % was recovered by the grass and 21 % in the soil, total N loss was 76 %. In a similar pasture on a dark red latosol 4.3 % was recovered by the plants and 33.5 % in the soil, total loss was 62 %.

### **Introdução**

O Brasil possui atualmente cerca de 180 milhões de hectares de pastagens, estando uma grande parte destas, em algum estágio de degradação. Tal processo além de representar uma grande perda, do ponto de vista econômico, também possui implicações ambientais uma vez que, com a redução da produtividade da forrageira o solo passa a ficar cada vez mais descoberto, o que aumenta os riscos de erosão podendo chegar ao comprometimento dos mananciais de água.

O processo de degradação pode ser atribuído, dentre outros fatores, a limitação nutricional da forrageira, principalmente, por nitrogênio. Em áreas de pastagem, esse nutriente é reciclado, entre outras vias, pelas excretas dos animais, sendo essas mais importantes quanto maior a utilização do pasto. Dentre as excreções, a urina tem um papel especial, já que, em sua composição, a uréia é a fração nitrogenada predominante e sua deposição pode representar uma adubação localizada, equivalente a mais de 400 kg/ha de N. Tal fato desencadeia a ativação de uma das enzimas mais comuns nos solos, a urease. Com o processo de hidrólise, passa a ocorrer um aumento no pH local, o que acarreta perdas de N pelo mecanismo de volatilização de amônia. Na literatura há registros de perdas que variam de 2 a 50% do N depositado (Haynes e Williams, 1993) e em condições tropicais, isso pode ser ainda maior.

A escassez de dados que permitam avaliar o papel das perdas de nitrogênio da urina em ecossistemas de pastagens em condições tropicais foi o elemento que motivou o presente estudo.

### **Materiais e Métodos**

O experimento foi instalado em 17 de dezembro de 1996 no campo experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande-MS. Foram utilizadas duas áreas distintas de pastagens de *Brachiaria decumbens*, em processo de degradação, uma em Latossolo roxo e outra em Latossolo vermelho escuro. Foram cravados aros metálicos de 0,283m<sup>2</sup> com altura de 15cm, para situar os tratamentos de aplicação superficial de urina e o testemunha, sem urina, com 5 repetições em cada pastagem.

A urina utilizada foi coletada de animais da raça Nelore, estabulados, no dia anterior ao da implantação do experimento. O volume coletado foi homogeneizado e uma pequena alíquota foi retirada para a análise de caracterização inicial. A metodologia empregada para a avaliação das

frações N-amônio e N-uréia foi a de análise em fluxo contínuo (Alves et al., 1993 e Sullivan and Havilin, 1991), com a qual se obtiveram os valores de 1307,9 e 2551,1 µg/ml de nitrogênio nas respectivas frações. Dos 15 litros de urina coletados, 20% (3 litros) foram substituídos por uma solução com uréia e sulfato de amônio marcados com  $^{15}\text{N}$ , nas mesmas concentrações encontradas na urina natural. A mistura final (urina marcada) continha 0,446% de N total e uma marcação de 1,814 % átomos de  $^{15}\text{N}$  em excesso.

A dose de 1,5 litros de urina marcada foi aplicada na superfície da área de solo delimitada pelos aros metálicos de cada experimento, correspondendo a dose de 6,69 g de N/0,283 m<sup>2</sup>, ou seja, o equivalente a 236 kg/ha de N.

As avaliações da parte aérea das plantas foram feitas aos 62, 268 e 422 dias após a aplicação da urina. Na última avaliação, foram coletados o solo e as raízes de toda a camada compreendida pelo aro metálico nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm. O material amostrado foi seco em estufa de ventilação forçada, à 65°C, pesado, finamente moído (< 0,05 mm) e analisado para N total e  $^{15}\text{N}_{\text{excesso}}$  utilizando-se um espectrômetro de massas acoplado a um analisador automático de C e N, conforme descrito por Barrie e Lemley (1989).

### Resultados e discussão

A adição de urina proporcionou resultados positivos para a pastagem sobre Latossolo vermelho escuro, em que se observaram aumentos significativos na produção da matéria seca da parte aérea da *Brachiaria*, nos 3 cortes de avaliação (451,4; 304 e 339,5 g/m<sup>2</sup>) em relação ao tratamento testemunha (280,9; 184,3 e 242,1 g/m<sup>2</sup>). Este efeito, entretanto, não foi verificado na pastagem sobre Latossolo roxo que recebeu a urina (224,8; 192,9 e 446,4 g/m<sup>2</sup>), em relação ao tratamento testemunha (185,6; 217,3 e 468,8 g/m<sup>2</sup>). A diferença na produção de raízes entre os tratamentos com e sem urina (23,9 e 15,0 g de matéria seca) somente foi significativa em Latossolo vermelho escuro, onde 80,8 e 72,9% das raízes (19,3 g e 10,9 g de matéria seca), respectivamente, estavam concentrados na primeira camada. Em Latossolo roxo não houve diferença significativa na quantidade de raízes presente nos tratamentos com e sem urina (68,2 e 62,6 g matéria seca), e mais de 92% das raízes coletadas estavam concentradas na primeira camada, para ambos os tratamentos.

A diferença de resposta da *Brachiaria* à aplicação da urina em relação as duas condições de solo, pode ser devido a um outro nutriente, por exemplo fósforo (P) que comumente se encontra limitante em condições de pastagem.

Apesar da resposta da pastagem à aplicação da urina, observada na área sobre Latossolo vermelho escuro, o total de N acumulado pelas plantas foi praticamente o mesmo das plantas da pastagem na área de Latossolo roxo (Tabela 1). Estes dados são indicativos de que a pastagem em Latossolo vermelho escuro estava mais limitada pela baixa disponibilidade de N do solo do que a pastagem em Latossolo roxo, o que é consistente com a maior proporção de N derivado da urina no N total da primeira (12,8 %) em comparação com o N total da pastagem em Latossolo roxo (7,5 %).

Embora os dados acima permitam sugerir que existia limitação de N, pelo menos para a pastagem sobre Latossolo vermelho escuro, a baixa recuperação do N derivado da urina no total de N das partes aéreas de ambas as pastagens (3,81 %, na condição de pastagem sobre Latossolo vermelho escuro, e 2,39 %, sobre Latossolo roxo), foi proporcionado pelas grandes perdas de N (Tabela 1) que devem ter ocorrido no início do experimento, devido à condição de seca, comum no inverno da região.

No Latossolo vermelho escuro, 34% do N adicionado como urina se encontrava presente na camada do solo de 0-100 cm. No Latossolo roxo tal estimativa foi menor, recuperando-se na mesma camada de solo, somente 20,9% do N da urina. A camada de 0-5 cm foi a que apresentou os maiores percentuais de recuperação do N derivado da urina, para ambos os solos.

Deve-se destacar que não havia liteira de *Brachiaria decumbens* por ocasião da última coleta, seja para qualquer tratamento de ambos as pastagens.

## Conclusões

Nas condições deste estudo, as perdas de N da urina de bovinos nas pastagens de *Brachiaria decumbens* foram elevadas, ficando estimadas em 62% no Latossolo vermelho escuro e em 76% no Latossolo roxo.

A pequena recuperação de N da urina pela planta, e a baixa proporção de N recuperado no perfil do solo são indicativos de que a volatilização de amônia foi o processo responsável pelas perdas de N do sistema.

## Bibliografia.

- Alves, B.J.R.; Boddey, R.M. and Urquiaga, S.S. Rapid and sensitive flow injection technique for the analysis of ammonium in soil extracts. *Commun Soil Sci. Plant Anal.*, 24 (3 &4), 277-284, 1993.
- Barrie A. and Lemley, M. (1989) Automated  $^{15}\text{N}/^{13}\text{C}$  analysis of biological materials. *International Lacmate*. 19, 82-91.
- Haynes, R.J. e Williams, P.H.(1993). Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Advances in Agronomy* 49, 119-199.
- Sullivan, D.M. and Havilin, J.L. Flow injection analysis of urea in soil extracts. *Soil Sci. Am. J.* 55:109-113, 1991.

**Tabela 1. Recuperação de N da urina de bovinos, na parte aérea e raízes de *Brachiaria decumbens*, e no solo, e estimativas de perdas de N obtidas pelo balanço de nitrogênio do sistema solo-planta, após 422 dias da aplicação superficial da urina, em pastagens degradadas sobre Latossolo vermelho escuro e Latossolo roxo de Campo Grande-MS.**

Frações	Quantidade de N nas pastagens (g/0,283m <sup>2</sup> ).			
	Latossolo vermelho escuro		Latossolo roxo	
	Total	Proveniente da urina	Total	Proveniente da urina
Parte aérea (3 cortes)	<b>2,0</b>	<b>0,26</b>	<b>2,0</b>	<b>0,16</b>
Raízes (0-100cm)	<b>0,22</b>	<b>0,03</b>	<b>0,58</b>	<b>0,04</b>
Solo(0-100cm)	<b>268,9</b>	<b>2,25</b>	<b>265,2</b>	<b>1,40</b>
Total	271,2	2,53	167,8	1,60
Destino do N aplicado (%)				
Recuperado no sistema solo-planta	-	<b>37,7</b>	-	<b>23,9</b>
Perdido	-	<b>62,1</b>	-	<b>76,1</b>

# SOIL PHOSPHATE SPATIAL VARIABILITY UNDER *BRACHIARIA* LOW PRODUCTIVITY PASTURE

E.J. Corazza<sup>1</sup>, M. Brossard<sup>2</sup>, T. Muraoka<sup>3</sup> and M. A. Coelho Filho<sup>4</sup>

1. Graduate student (Doctor degree - IRD Scholarship) at ESALQ/USP (University of São Paulo, Brazil), CP 96, Lab. of Soil Fertility/CENA, 13400-970 - Piracicaba, SP Brazil (ecorazza@carpa.ciagri.usp.br)

2. IRD/Embrapa Cerrados, caixa postal 7091, 71619-970 Brasília, DF Brazil

3. CENA/USP, Lab. of Soil Fertility/CENA, 13400-970 - Piracicaba, SP Brazil.

4. Graduate student (Doctor degree - CAPES scholarship) at ESALQ/USP.

Key-words: *Brachiaria brizantha*, phosphate resin, fertilization, biomass P plant

## INTRODUCTION

Phosphorus and nitrogen are the most chemical limiting soil productivity factors in cultivated pastures in the Cerrado Region in Brazil. However, regional literature shows a lack of data on soil phosphate contents and on the spatial variability of these parameters under pastures considered degraded or of low productivity. Knowing the phosphate spatial variability in soils under pasture is essential to make use of appropriate strategies of recovery and renewal. The nutrient levels vary in space and time in a plot. These differences would not necessarily be the cause of sampling errors, but hinder or impede the true representation of the soil's variability inside an area. For phosphorus, contradictory results with respect to field variability have been found in soils under pastures. The objective of this paper was to evaluate the spatial variability of available P contents in soils under *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu* (BR) pastures of low productivity.

## MATERIAL AND METHODS

The site was located (Fazenda Rio de Janeiro, Planaltina-GO, 15° S 14 ' and 47° W 42 ', at 826 m of altitude) on a red latosol cultivated with BR, showing low productivity levels, introduced in 1990 after deforestation of native vegetation. The sampling area, randomly chosen, was located at 70 m South-North bound and 140 m West-East bound and demarcated in a grid of 10 to 10 meters, with a regular grid of 98 sampling points, in a total area of 9,800 m<sup>2</sup> (Fig. 1). The ascendancy bound of the slope is in the y direction, from 0 to 130 m, with  $\pm$  5% declivity. In the marked line, there was a remainder swath, built by vegetation that was not removed by deforestation and burn. Simple samples of soil were collected in 1998, 0-10 cm of depth in each point, sampling among clump roots and within the clump root; 0.5 m<sup>2</sup> spots of the BR were collected, by a adjacent cut, proceeded by botanical division and fractions of green matter (GM), dry matter (DM) and litter (L) of BR was determined based on dry weight. The P plant contents were determined in composed samples of each line of the coordinate y, except for the remainder pile samples. After broadcasting of 40 kg ha<sup>-1</sup> of P, applied as triple superphosphate, incorporated with heavy disk harrow  $\pm$  0.1m of depth (feb/99) the samples were collected (sept/99) in the same 1998 previously sampled points and more 24 sampling points in a grid of 2.5 x 2.5 m (Fig. 1).

The soil samples were air-dried and screened through a 2 mm stainless steel sieve. The phosphate (P) extraction was done by the resin extractor (Raij et al., 1983), and determined colorimetrically. Plant P content was determined by after hydrogen peroxide and perchloric acid digestion (Adler & Wilcox, 1985). For all variables, descriptive statistic, correlations (statistica 6.0) and geostatistical analyses (variowin2.2, Pannatier, 1995) were done.

## RESULTS AND DISCUSSION

The semivariograms of P in the soil samples among clump roots and after fertilization were constructed. When analyzing the data, discarding the samples located at the remainder pile swath (Fig. 1) with higher values on the average compared to the other points, no spatial dependence structure was found, as well as in the plant's fractions (GM, DM, L). Nevertheless, there was a tendency of decrease in the P values in the ascendancy bound of the slope for the samples collected within the clump root (Fig. 2a) detected in a shape of the semivariograms. The semivariogram built with the original data



indicates a false lineal behavior and nonstationarity, a trend present in a field was efficiently removed by median polishing (Hamlett et al, 1986). The semivariogram of the residues (Fig. 2b) indicates that the variable does not present structure of spatial dependence (pure nugget effect). In the total, there is no spatial dependence for the distance sampled (10 x 10 m grid) of the P variables in the soil among clump roots, within the clump root, after fertilized and in GM, DM, L of BR. It can be said that the sampling performed was not enough to detect spatial dependence, being necessary a larger concentration of samples for its characterization. No spatial dependence of P in the soil and in the fractions of the BR's biomass was observed. In consequence, the sampling procedure for low productivity pastures could be performed with random strategy with a minimum of 10 m distance between each sample point.

Comparing the P among and within the clump roots, two different situations were verified (Fig. 3). The samples around clump roots presented a mean and median different from the clump root, being around 45% below. Although the minimum values are practically the same, the maximum was approximately 4 times superior in the clump root (Fig. 3), demonstrating a larger variation of the data, (width, variance and standard deviation), at least the double of the sample's values around clump roots. This large variation is probably due to a larger concentration of root system in these samples, as the soil's profiles showed less distribution of roots around the clump roots, although under the clump roots the physical properties also limited the development of the root system. The soil observation showed compacted volumes in a 5/10 to 30/50 cm layer.

The soil P content after the fertilizer application is 6 times superior in the median ( $26.5 \text{ mg kg}^{-1}$ ) and 10 times in the mean ( $47.4 \text{ mg kg}^{-1}$ ) compared to P around clump roots (Fig. 3). The variability increased significantly. The minimum values of P are close to the ones before the application of fertilizers demonstrating that in these spots fertilization did not occur. The maximum values are much higher than expected, and occurred in some areas where they were applied in excess. In some soil samples, during their preparing, some fertilizer grains were still not dissolved. The results of the sampling with the 2.5 m grid (Fig. 3) were inferior to the median ( $15.8 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) and mean ( $19.7 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) compared to the sampling in the 10 m grid, what shows a great variability of P application in the experimental area.

The correlation matrix to evaluate the relation between P in the soil and in the plant indicated there were not significant correlations between the P around clump roots and P in GM, DM and L (Fig. 4a). However, significant correlation were found between P in the clump root and P in the plant (Fig. 4b), with  $r^2 = 0.58$  of lineal regression. These results confirm that the soil was exploited differently around clump roots and in the clump root, probably related to the heterogeneous distribution of the root system of BR, as it was observed in the soil profiles. The roots proliferation and the increasing P absorbed by the BR occurs in response to enriched localized sites by P supply (Jackson et al. 1990). In another point of view, the higher contents in the aerial parts might signify P accumulation because the P taken up by the plant could not be transformed into dry matter because for instance N or other factors were limiting. In this system, the nine-year-old plant clump root system has contributed to an increase of the phosphate availability, which could be explained by litter and vegetal belowground recycling materials. The P-resin and P-plant relation indicates a modification of the soil that stands out the need to investigate the P-root system and the shoot (P-plant) recycle.

Adler, P.R.; Wilcox, G.E. Rapid perchloric acid digest methods for analysis of major elements in plant tissue. **Commun. Soil Sc. Plant Anal.**, 16(11):1153-1163, 1985.

Hamlet, J.M., R. Horton, and N.A.C. Cressie. Resistant and exploratory techniques for use in semivariogram analyses. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 50:868-875, 1986

Jackson, R.B.; Manwaring, J.H. and Caldwell, M.M. Rapid physiological adjustment of roots to localized soil enrichment. **Nature**, 344:58-60, 1990.

Pannatier, Y. VARIOWIN: Logiciel pour l'analyse spatiale de données en 2D - Etude géologique et géostatistique du gite de phosphates de Taiba, (Senegal). Ph.D. thesis, Univ. of Lausanne, Switzerland, 1995.

Van Raij, B.; Quaggio, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1983. 31p.

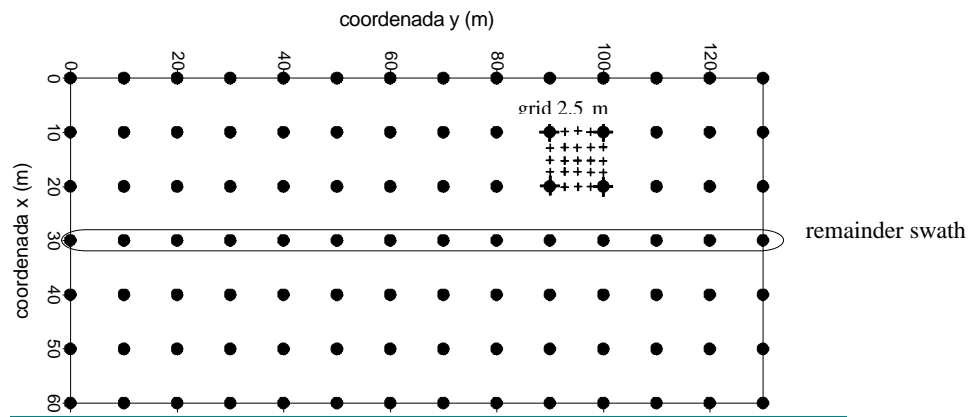


Figure 1. Grid of the sampling points in the experimental area and in the remainder pile.

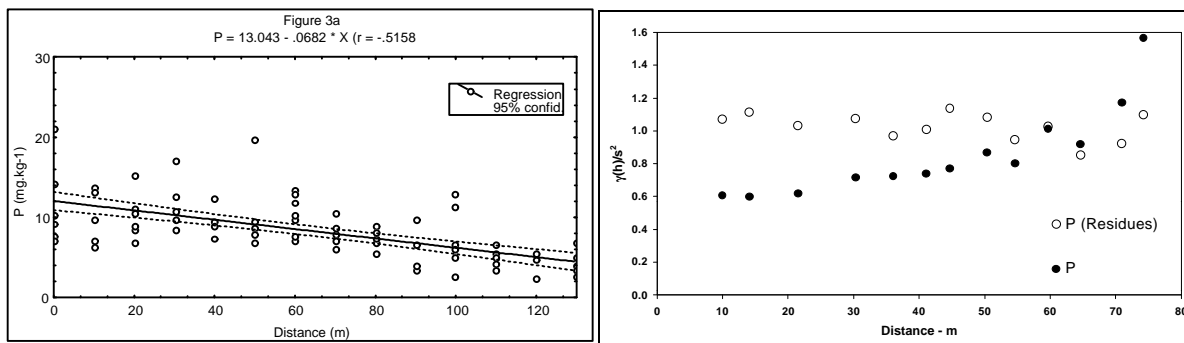


Figure 2. P's correlation to the pendant (a) and scaled semivariograms of the original data and residues for P in the clump root (b).

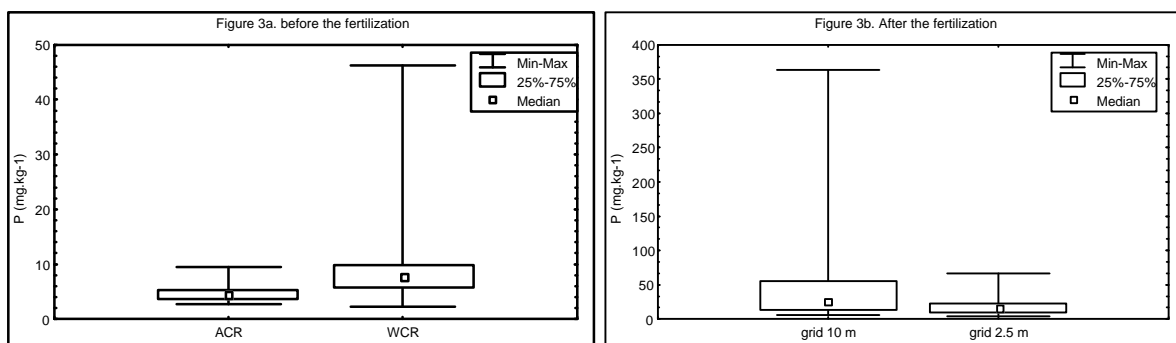


Figure 3. Box-plot for the resin extractable phosphate (P) before the fertilization among clump roots (ACR), within the clump root (WCR)(3a) and after the fertilization in two sampling grid (3b)

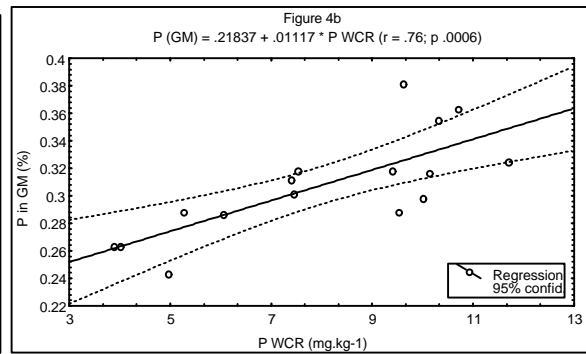
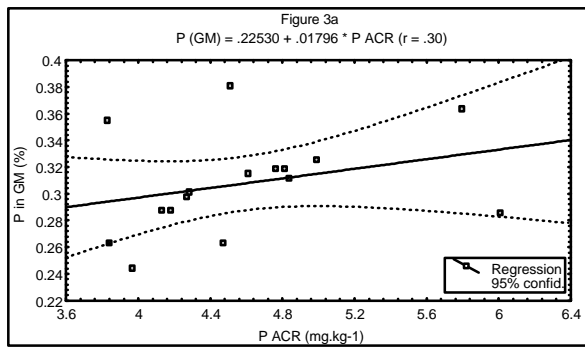


Figure 4. Correlation between soil P-resin among clump roots (ACR) and within the clump root (WCR) with P in GM of the BR.

## SEQUENTIAL PHOSPHORUS EXTRACTION OF A <sup>33</sup>P LABELLED SOIL

S. BUEHLER<sup>1</sup>, A. OBERSON<sup>1</sup>, I.M.RAO<sup>2</sup> and E. FROSSARD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Plant Sciences, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Eschikon 33, 8315 Lindau, Switzerland, susanne.buehler@ipw.agrl.ethz.ch <sup>2</sup>CIAT, Cali Colombia

Key words: sequential P fractionation, short term P dynamics, <sup>33</sup>P labelling

### Abstract

Chemical phosphorus (P) fractionation procedures such as that developed by Hedley et al. (1982) assess the distribution of soil P among different soil organic (P<sub>o</sub>) and inorganic (P<sub>i</sub>) fractions. However, the extent to which the P found in these fractions is involved in short term P dynamics and thus could become available plants, is still a matter of discussion.

The aim of this study was to investigate the rate of incorporation of a fresh P fertilisation applied as KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> and of radioactive P in the P<sub>i</sub> and P<sub>o</sub> fractions of a low P acid tropical soil. The surface horizon (0-20 cm) of a Colombian Oxisol was sampled in an improved pasture. Soil samples were first incubated at 24°C and 50% of the soil's water holding capacity for two weeks in the presence of 2 and 20 mg P kg<sup>-1</sup> soil added as KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. Afterwards the soils were labelled with carrier free 370 MBq <sup>33</sup>P kg<sup>-1</sup> soil added in the form of orthophosphate. Two days, 1,3 and 5 weeks after labelling the soil P was sequentially extracted using first a HCO<sub>3</sub> saturated exchange resin, then 0.5M NaHCO<sub>3</sub>, 0.1M NaOH, hot concentrated HCl and finally a perchloric acid digestion.

The sizes of all fractions remained constant during the five weeks of incubation. The largest P amounts were contained in the residual fraction (53 mg P/kg), followed by HCl P<sub>i</sub> (50 mg/kg) and NaOH P<sub>o</sub> (43 mg/kg). The size of these three fractions was not affected by the fertiliser addition. The P fertiliser dose mainly caused differences in the NaOH P<sub>i</sub> (27 and 37 mg P/kg, for 2 and 20 mg/kg applied P, respectively), in the NaHCO<sub>3</sub> P<sub>o</sub> (9 and 12 mg/kg), the resin (1.6 and 4.2 mg/kg) and in the NaHCO<sub>3</sub> P<sub>i</sub> (2.8 and 5.3 mg/kg) fractions.

The sequential extraction allowed recovering between 87 and 98 % of the added <sup>33</sup>P. The proportion of <sup>33</sup>P recovered as P<sub>i</sub> in the resin fraction decreased from 25% after 2 days to 10% after 5 weeks of incubation. The proportion of <sup>33</sup>P recovered in NaHCO<sub>3</sub> remained close to 10 % during the entire experiment. The recovery of P in the NaOH P<sub>i</sub> fraction ranged between 45% after 2 days to 50% after 5 weeks. Up to 10% of the added <sup>33</sup>P was recovered as P<sub>o</sub> in the NaOH extract. Altogether more than 70% of the <sup>33</sup>P was recovered in the resin, NaHCO<sub>3</sub> and NaOH extracts. These fractions can therefore be considered as the most important for short term P dynamics in this soil. The recovery of 10% of the added <sup>33</sup>P after 5 weeks of incubation in the NaOH P<sub>o</sub> fraction of the soil fertilised with 2 mg P/kg, indicates that P immobilisation in organic forms contributes to short term P dynamics in this soil. The fact that only 6% of the <sup>33</sup>P were recovered in the NaOH P<sub>o</sub> fraction of the soil fertilised with 20 mg P/kg suggests that P immobilisation is a function of the quantity of P recently applied. Higher concentrations of <sup>33</sup>P and <sup>31</sup>P were recovered in the resin P<sub>i</sub> of the soil fertilised with 20 mg P/kg in comparison to the soil fertilised with 2 mg P/kg, indicating that a part of the applied fertiliser remained readily available.

In comparison to non labelled comparative fractionation studies of fertilised soil the <sup>33</sup>P labelling technique offers a tool to follow the distribution of added P within different soil P pools, where absolute differences of P quantities might not be detectable.

## NUTRIENT CYCLING IN *Brachiaria* PASTURES: THE KEY TO UNDERSTANDING THE PROCESS OF PASTURE DECLINE?

R.M. Boddey<sup>1</sup>, R.M. Schunke<sup>2</sup>, M.T. de Sousa<sup>2</sup>, L.S. Valle<sup>2</sup>, O.C. de Oliveira<sup>1</sup>, B.J.R. Alves<sup>1</sup> and S. Urquiaga<sup>1</sup>

Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, Brazil. <bob@cnpab.embrapa.br>  
Embrapa Gado de Corte, Caixa Postal 154, Campo Grande, MS, Brazil.

**Keywords:** Animal excretions, *Brachiaria*, Nutrient cycling, Pasture degradation, Root biomass.

### Introduction

The first prerequisite for any sustainable agricultural system is that the total output of mineral nutrients exported in useful products, or lost to the surrounding environment, does not exceed their input. Grazed pastures, especially those used for beef production, are characterised by their low export in animal products. For example, a reasonably productive *Brachiaria* pasture may yield an mean live weight gain of 1 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. This would lead to an annual export of only approximately 9 kg N, 2.3 kg P and 0.7 kg K ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. Nutrient losses from the pasture result mainly from animal excretions, especially urine, which are deposited in very high concentrations in limited areas and exceed the demand of the forage species to absorb them. In order to evaluate the long term sustainability of such systems it is important to assess the magnitude of the outputs as a function of the total fluxes of nutrients between the three components of the pasture system; soil, plants and grazing animals. The main part of this study was conducted at a site in the South of Bahia and focussed on the effect of increasing animal stocking rate on the cycling of nitrogen in pastures of *Brachiaria humidicola* either as grass-only pastures or where the forage legume *Desmodium ovalifolium* was introduced. Results are also reported from other *Brachiaria* pastures at sites in the Cerrado region where key N fluxes were studied and changes in root biomass with pasture age were recorded.

### Materials and Methods

#### Main study on N cycling

This study was conducted at the Animal Husbandry Station of CEPLAC (the Cocoa Research organisation) at Itabela (16°39'S, 39°30'W). in the Atlantic forest region of the South of Bahia. The pastures were formed in 1987, and continuously grazed from March 1988 to February 1997.  
Soil: Typic Paleudult (0-20 cm: pH 5.5, exchangeable cations (cmol/dm<sup>3</sup>) Ca, 2.2; Mg, 0.2; K, 0.1; Al 0.1; available P (Mehlich), 2.0 mg/kg), Climate: Humid tropical (Rainfall 1300 mm, Mean monthly temperatures range from 19 to 29°C).

Experiment: 1. *Brachiaria humidicola* in monoculture, 2. *Desmodium ovalifolium*/*B. humidicola*) each with three different stocking rates (2, 3 and 4 animals/ha), with 3 replicates arranged in a completely randomised design. Three crossbred Zebu steers ("novilhos azebuados") were introduced into each paddock of size 1.5, 1.0 or 0.75 ha for the three stocking rates, respectively

Fertilisation: Basal (1987) 12.5 kg K and 22 kg P (single superphosphate) ha<sup>-1</sup>. Maintenance: 6 kg K and 11 kg P ha<sup>-1</sup> applied approximately every year.

Evaluations: Simultaneous evaluations of dry matter and N content of forage on offer and deposited litter (Rezende et al., 1999) were made on all 18 paddocks for the whole calendar year of 1995. On three occasions forage consumption by the cattle was evaluated using the chromium oxide technique and fistulated animals (Pereira et al., 1992). N losses from dung and urine were estimated from total N balance and <sup>15</sup>N dilution experiments, performed at Embrapa Agrobiologia.

#### Root studies

The root biomass under *Brachiaria* pastures was studied at 3 sites:

1. A private farm (Fazenda Barreirão) near Goiânia, Goiás. The root biomass under three pastures of *B. brizantha* reformed in 1994, 1992 and 1989, respectively, was compared to that under the original degraded 17-year-old *B. decumbens*.

2. At the Embrapa Beef cattle centre near Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Root biomass under three *B. brizantha* pastures were studied in February 1998. Two had been formed in 1985, one with maintenance fertilisation and the other left unfertilised. The other pasture was formed in October 1997.
3. A private farm (Fazenda Ribeirão), Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul. At this site the root biomass under 3 *B. decumbens* pastures was evaluated 3 years after their establishment. All pastures were established at the same time and received the same fertilisation, but they were grazed at three different stocking rates; 0.6, 1.0 and 1.4 AU ha<sup>-1</sup>.

## Results and Discussion

Except for some areas in Amazonia, the use of forage legumes in *Brachiaria* pastures is virtually unknown except on a few experimental stations. As this paper addresses the question of the process decline in *Brachiaria* pastures, only the results of the N cycling study on the grass-alone pastures are presented. The results showed that as stocking rate increased, and with it forage consumption per ha, the quantity of plant litter and the nitrogen deposited via plant residues decreased (Table 1). As the stocking rate increased the quality of the litter (N content) decreased such that the total N recycled in the litter decreased by 11 % from 170 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> at 2 head per ha, to 151 kg ha<sup>-1</sup> at 3 head ha<sup>-1</sup> and by a further 31 % to 105 kg ha<sup>-1</sup> at 4 head ha<sup>-1</sup>. These data illustrate the fact that beyond a certain grazing pressure the N returned via the litter pathway decreases drastically.

The results showed that between 5.5 and 8.5 % of the total N consumed by the cattle was retained in the animal carcass, which is somewhat lower than values cited in the literature, and the remainder was excreted as urine and dung. Of that excreted it was found that between 48 and 61 % was excreted as urine which for the N content of the diet consumed (1.0 to 1.3 % N) is close to that predicted by the model of Scholefield et al. (1991). Experiments using <sup>15</sup>N-labelled urine performed at Embrapa Agrobiologia showed that N losses from urine deposited on an actively growing *B. brizantha* sward were approximately 35 % and in areas where there were no vegetation (as is the case close to water troughs, salt licks and in rest areas) losses would be closer to 70 %. Similarly N balance studies showed that losses from dung patches were approximately 10 %. For the calculations of total N losses shown in Table 1, it was assumed that N losses from urine were 50 % and from dung 10 %. More accurate quantification of such losses is extremely difficult as losses will be highly dependent on the distribution of excreta in the pasture and will vary during the year depending on weather conditions. The results show that losses from the system were positively related to animal stocking rate and suggest that total N losses from the system at 4 animals ha<sup>-1</sup> were approximately double those at 2 head ha<sup>-1</sup>.

The study on the pastures of different ages at Fazenda Barreirão showed that as the age of the *B. brizantha* pastures increased root biomass (0 - 40 cm) increased from 12.8 t ha<sup>-1</sup> in the 2 year old pasture to 39.7 in the 7 year old pasture, but in the 17-year-old degraded *B. decumbens* pasture root biomass amounted to only 11.1 t ha<sup>-1</sup>. The recently formed *B. brizantha* pasture at Campo Grande showed a root biomass (0 - 40 cm) of 4.5 t ha<sup>-1</sup>. The 13-year-old *B. brizantha* pasture at this site which had received chemical fertiliser showed a root biomass of 12.1 t ha<sup>-1</sup>, and the unfertilised *B. brizantha* of the same age, 17.7 t ha<sup>-1</sup>. At Fazenda Ribeirão when the stocking rate increased from 0.6, through 1.0 to 1.4 head per ha<sup>-1</sup>, the root biomass (0 - 20 cm) increased from 1.8 through 1.7 to 2.7 g DM kg soil<sup>-1</sup> (mean of two harvests). These data suggest that as pasture decline in fertility, or stocking rate increases, root biomass increases, but that when the pasture eventually becomes truly degraded, root biomass decreases precipitously. It might be speculated that this massive death of roots in the last stages of pasture decline is responsible for the frequently-observed explosion in the incidence of termite mounds, in that these dead roots provide substrate for these soil fauna, but confirmation of this hypothesis requires specific studies.

## Conclusion

The data obtained from the N cycling study on *Brachiaria humidicola* pastures in Bahia show clearly why increased stocking rates lead to increase losses of N (and other nutrients) from the soil/plant/animal system and hence hastens pasture decline. The increasing diversion of recycled nutrients from the plant litter deposition to animal excreta leads to greater N losses, especially from

urine. Root biomass responded positively to decreasing soil fertility suggesting that the *Brachiaria* increased rooting intensity in response to decreasing nutrient supply from the soil.

## References

- Pereira J.M., Nascimento D. Jr, Santana J.R., Cantarutti R.B. e Leão M.I. (1992) Teor de proteína bruta e digestibilidade "in vitro" da matéria seca da forragem disponível e da dieta selecionada por bovinos em pastagem de *B. humidicola* (Rendle) Schweick, em monocultivo ou consorciado com leguminosas, submetida a diferentes taxas de lotação. Rev. Soc. Bras. Zootec. 21: 104-117.
- Rezende C. de P., Cantarutti R.B., Braga J.M., Gomide J. A., Pereira J.M., Ferreira E., Tarré R.M., Macedo R., Alves B.J.R., Urquiaga S., Cadisch G., Giller K.E. and Boddey R.M. (1999) Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. Nutrient Cycling in Agroecosystems 54: 99-112.
- Scholefield D., Lockyer D.R., Whitehead D.C. and Tyson K.C. (1991) A model to predict transformations and losses of nitrogen in UK pastures grazed by beef cattle. Plant Soil 132: 165-177.

**Table 1. Annual N fluxes grass-only pastures of *B. humidicola* subjected to 3 stocking rates (2, 3 and 4 head/ha). CEPLAC, Itabela.**

Pasture	Stocking rate	Litter deposition		Forage consumption <sup>2</sup>		BNF <sup>3</sup> Input	N Loss		N export in LWG <sup>6</sup>	Soil N change <sup>7</sup>
		dm <sup>1</sup>	N	dm <sup>1</sup>	N		Urine <sup>4</sup>	Dung <sup>5</sup>		
	Head/ha	t/ha	kg/ha	t/ha	kg/ha	-----	kg N/ha		-----	
<i>B. hum</i>	2	29.7	170	7.8	93.7	0.0	24.5	3.7	7.3	- 36
	3	27.5	151	9.1	91.1	0.0	19.8	4.4	7.7	- 32
	4	21.3	105	12.4	158.0	0.0	45.4	5.9	8.6	- 60
	Mean	26.2	142	9.8	114.3	0.0	29.9	4.7	7.9	-43

<sup>1</sup> Dry matter

<sup>2</sup> Estimate derived from digestibility of forage taken from oesophageal fistulas and Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> technique.

<sup>3</sup> Assumed to be zero as no quantification was attempted

<sup>4</sup> Estimated as 50 % of N excreted in urine.

<sup>5</sup> Estimated as 10 % of N excreted in dung.

<sup>6</sup> N exported in LWG = LWG x 0.024.

<sup>7</sup> Soil N change = BNF input – N export in LWG – N loss (urine + dung).

# CARACTERÍSTICAS DO SOLO E PRODUÇÃO FORRAGEIRA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO LEITEIRA EM URUARÁ, PARÁ

P. C. S. Bittencourt<sup>1</sup>, J. B. da Veiga<sup>2</sup>, A. B. Bendahan<sup>3</sup> e P. F. da S. Martins<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engº Agrº bolsista CNPq, [s.bittencourt@ig.com.br](mailto:s.bittencourt@ig.com.br)

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental.

<sup>1</sup> Engº Agrº bolsista CAPES

<sup>1</sup> Professor da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

**Palavras-chave:** Soil fertility, soil slope, pasture availability, pasture characteristics.

**ABSTRACT** – The study was carried out to analyze the soil-pasture complex in four milk farms of Uruará county. The marandu grass (*Brachiaria brizantha*) pastures were under “Argissolos”. Forty soil samples were taken in each of the three slope levels of each paddock (low, medium and high, varying from 0 to 35 %), at 0–20 cm depth. For each four soil samples, one of forage was taken. The relative slope did not affect the soil and pasture characteristics, although farm differences were observed. The soils under the studied pastures were considered of low fertility, mainly in available P content.

## INTRODUÇÃO

Nas propriedades do município de Uruará-PA, na região da Transamazônica, fronteira agrícola da Amazônia, é notório o crescimento da pecuária leiteira, cuja a baixa produtividade pode ser atribuída, entre outros fatores, às características dos solos que suportam as pastagens.

O estudo da relação solo-pastagem tem despertado grande interesse na comunidade científica. Veiga *et al.* (1996) estudando a situação de pastagens em sistemas de produção de fronteira agrícola, relacionaram a degradação das pastagens à uma deficiência de manejo, especulando que a fertilidade do solo não é grandemente comprometida, uma vez que as ervas daninhas podem se desenvolver nessas condições.

Lira *et al.* (1998) enfatizaram que a fertilidade do solo é um importante fator para a produtividade através do efeito no enraizamento, perfilhamento, longevidade e eficiência fotossintética das forrageiras. A queda da disponibilidade de P nos solos após os primeiros anos de implantação da pastagem, torna esse elemento o mais crítico e limitante para a produção e estabilidade das pastagens.

A topografia pode ser também um importante fator que influencia a produção e estabilidade da pastagem, levantando-se a hipótese de que o declive do terreno tem efeito sobre a manutenção de nutrientes e da umidade do solo. Porém, os trabalhos de pesquisa sobre o comportamento de plantas forrageiras em relação à topografia dos solos da região em estudo são raros ou mesmo inexistentes.

O presente trabalho avaliou o efeito do nível topográfico relativo de piquetes de pastagens sobre as características do solo, principalmente as químicas e a disponibilidade da forrageira.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os solos incluídos no trabalho são Argissolos (Embrapa, 1999) com declives de 0 a 35% e as pastagens de Marandu (*Brachiaria brizantha*). Foram efetuadas duas coletas, uma no verão, em setembro/98 (solo e pastagem) e outra no inverno, em março/99 (pastagem), em diferentes piquetes de quatro propriedades em Uruará/PA. Cada piquete utilizado pelas vacas leiteiras foi dividido em três partes, em função do nível topográfico relativo - baixo, médio e alto. Para avaliar a disponibilidade de forragem, utilizaram-se 10 quadrados amostrais de 1,0 m<sup>2</sup>, lançados ao acaso, em cada nível de declive dos piquetes. A forragem foi colhida a 5 cm do solo. Para avaliar a fertilidade do solo, retiraram-se amostras (quatro para cada amostra de forragem) à profundidade de 0 a 20 cm. O delineamento

---



experimental utilizado foi completamente casualizado, com repetição variável conforme o número de piquetes por propriedade. As variáveis medidas foram relacionadas às características do solo e da pastagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Argissolos das diferentes propriedades são de textura argilosa sendo que o declive dos piquetes variou de 0 a 35 % predominando, a ocorrência de terrenos ondulados.

O Quadro 1 apresenta as características químicas e o teor de argila dos solos sob as pastagens estudadas. De modo geral, os solos sob pastagem são de baixa fertilidade, com exceção dos teores de K nas propriedades Dar, Don e Val. Na propriedade Aur, os teores de MO e K se encontram abaixo dos níveis críticos de 1,5 % e 60 ppm, respectivamente, para o estabelecimento de gramíneas tropicais (Veiga & Falesi, 1986).

Com relação ao P, considerado o mais importante nutriente mineral para o estabelecimento de pastagens tropicais, observou-se que os solos das propriedades estudadas são deficientes, apresentando níveis inferiores ao mínimo de 5 ppm (Veiga & Falesi, 1986). Essas informações confirmam a necessidade da reposição desse nutrientes nas pastagens.

Considerando que as forrageiras utilizadas para formação de pastagem na região são nativas de regiões de solos ácidos, os baixos valores de pH e Al trocável observados na maioria dos estabelecimentos não parecem comprometer o desenvolvimento forrageiro.

No Quadro 2 encontram-se as características químicas e ao teor de argila dos solos em função do nível topográfico relativo da pastagem. Verifica-se que esse fator não afetou significativamente as respostas.

O Quadro 3 apresenta o efeito do nível topográfico relativo na disponibilidade total da forragem (DT), na disponibilidade de folha (DF), na porcentagem de folha (PF) e na altura da pastagem (ALT). Como se observa, essas variáveis não foram afetadas significativamente pelo fator nível ( $P > 0,05$ ).

A hipótese levantada de que a performance da pastagem seria afetada pelo fator nível topográfico não se comprovou pelos resultados obtidos. Isso pode ser explicado pelo fato de não ter sido constatado nenhuma tendência clara do efeito desse fator nas características do solo. Entretanto, Alves (1999) especulou que a disponibilidade total da forragem, em sistema de pastejo controlado, pode ser afetada pela heterogeneidade do terreno ligada à topografia, devido à variação da fertilidade e da umidade do solo.

## CONCLUSÃO

Na região estudada os solos sob pastagem são predominantemente de declive acentuado, de textura argilosa e de baixa fertilidade. O P disponível no solo pode ser considerado como o nutriente mais crítico para a produção forrageira. A metodologia empregada não permitiu se demonstrar o efeito consistente do nível topográfico relativo nas características do solo e da pastagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, L. N. **Uso intensivo de pastagem de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A Rich) na engorda de bovinos nelorados em Belém-PA.** Belém: UFPa, 1999. 70 p. (Tese Mestrado).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa. Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- LIRA, M de A.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; FARIAS, I.; SANTOS, M. V. F. dos. Produção de leite em condições de pastejo. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 1998, Fortaleza. **Anais ...**Fortaleza: Sociedade Nordestina Produção Animal, 1998. v.3, p.77-94.

VEIGA, J. B. da; FALESI, I. C. Recomendação e prática da adubação de pastagens na Amazônia brasileira. In: MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 256-282.

VEIGA, J. B. da; TOURRAND, J. F.; QUANZ, D. **A pecuária na fronteira agrícola da Amazônia: o caso do município de Uruará, Pa, na Transamazônica**. Belém: Embrapa-CPATU. 1996. 61p.

Quadro 1- Características químicas e teor de argila de solos sob pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em propriedades leiteiras de Uruará-PA, região da Transamazônica. 1999<sup>1</sup>.

Table 1- Chemical characteristics and clay content of soil under pasture of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu in milk farms of Transamazonica region. 1999<sup>1</sup>.

Propriedades (abreviatura)	pH (água)	MO	N	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al	SB	AG <sup>2</sup>
		----- % -----		----- ppm -----				----- meq/100 ml -----			- % -
Aur	6,1 <sup>a</sup>	1,4 <sup>c</sup>	0,08 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>	59 <sup>c</sup>	18 <sup>c</sup>	2,5 <sup>a</sup>	3,1 <sup>a</sup>	0,0 <sup>c</sup>	3,4 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>
Dar	4,6 <sup>c</sup>	1,8 <sup>ab</sup>	0,10 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	197 <sup>a</sup>	49 <sup>a</sup>	1,2 <sup>b</sup>	2,2 <sup>b</sup>	0,6 <sup>a</sup>	2,9 <sup>a</sup>	5 <sup>c</sup>
Don	5,3 <sup>b</sup>	1,9 <sup>a</sup>	0,09 <sup>ab</sup>	2 <sup>b</sup>	124 <sup>b</sup>	30 <sup>b</sup>	2,0 <sup>a</sup>	3,2 <sup>a</sup>	0,3 <sup>b</sup>	3,7 <sup>a</sup>	16 <sup>b</sup>
Val	5,3 <sup>b</sup>	1,6 <sup>bc</sup>	0,08 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>	133 <sup>b</sup>	33 <sup>b</sup>	2,3 <sup>a</sup>	3,0 <sup>ab</sup>	0,3 <sup>b</sup>	3,5 <sup>a</sup>	6 <sup>c</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5%.

<sup>2</sup> Teor de argila total.

Quadro 2 - Características químicas e teor de argila dos solos sob pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em função do nível topográfico em propriedades leiteiras de Uruará-PA, região da Transamazônica. 1999<sup>1</sup>.

Table 2 - Chemical characteristics and clay content of soils under pasture of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu related to slope in milk farms of Transamazonica region. 1999<sup>1</sup>.

Nível topográfico	PH (água)	MO	N	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al	SB	AG <sup>2</sup>
		----- % -----		----- ppm -----				----- meq/100 ml -----			- % -
Alto	5,3 <sup>a</sup>	1,7 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	124 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>	1,7 <sup>a</sup>	2,6 <sup>a</sup>	0,3 <sup>a</sup>	3,1 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>
Médio	5,3 <sup>a</sup>	1,8 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	129 <sup>a</sup>	31 <sup>a</sup>	2,0 <sup>a</sup>	2,9 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	3,4 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>
Baixo	5,4 <sup>a</sup>	1,7 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	132 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	2,2 <sup>a</sup>	3,2 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% .

<sup>2</sup> Teor de argila total.

Quadro 3 - Efeito do nível relativo da pastagem na disponibilidade total (DT) e de folha (DF), porcentagem de folha (PF) e altura de pastagem (ALT) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em propriedades leiteiras de Uruará-PA, região da Transamazônica. 1999<sup>1</sup>.

Table 3 - Effect of slope on total (DT) and leaf forage availability (DF), leaf percentage (PF) and pasture height in milk farms of Transamazonica region. 1999<sup>1</sup>.

Nível topográfico	DT	DF	PF	ALT
	----- Kg de MS/ha ----		% na MS	--- cm ---
Alto	3.613 <sup>a</sup>	1.126 <sup>a</sup>	31,7 <sup>a</sup>	27,8 <sup>a</sup>
Médio	3.317 <sup>a</sup>	1.025 <sup>a</sup>	30,2 <sup>a</sup>	29,4 <sup>a</sup>
Baixo	3.357 <sup>a</sup>	1.007 <sup>a</sup>	30,4 <sup>a</sup>	28,6 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% .

# ESTUDO DO COMPLEXO SOLO-PASTAGEM EM PROPRIEDADES LEITEIRAS DA MICRORREGIÃO DE CASTANHAL, ESTADO DO PARÁ

A. B. Bendahan<sup>1</sup>, J. B. da Veiga<sup>2</sup>, P. C. S. Bittencourt<sup>3</sup> e P. F. da S. Martins<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Engo. Agro. bolsista da CAPES. [amaury.b@amazonline.com.br](mailto:amaury.b@amazonline.com.br)

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental.

<sup>3</sup>Engo. Agro. bolsista CNPq.

<sup>4</sup>Professor da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

**Palavras-chave:** Soil fertility, soil slope, pasture availability, pasture characteristics.

**ABSTRACT** - The study was carried out in *Brachiaria humidicola* and *B. brizantha* pastures mainly under Oxisols in six milk farms of Castanhal region. Thirty soil samples were taken in each of the three slope levels of each paddock (low, medium and high, varying from 0 to 15 %.), at 0–20 cm depth. For each three soil samples, one of forage was taken. The slope did not affect the soil and pasture characteristics, although farm differences were observed. P and K soil levels were very low. To improve pastures, it is necessary to add those nutrients to the soil.

## INTRODUÇÃO

Sustentado por solos geralmente de baixa fertilidade, o ecossistema de floresta tropical retém maior parte dos nutrientes na sua biomassa. Com o desmatamento e a queima para o plantio de cultivos agrícolas ou pastagens, grande parte desses nutrientes é prontamente liberada sobre o solo na forma de cinzas. Uma parte dos elementos não voláteis é mantida no solo, podendo ser absorvida pelas plantas, e outra é arrastada pelas chuvas ou é lixiviada. No caso de pastagem, logo após a queima, há uma redução do Al trocável e um aumento do pH e das bases trocáveis como K, Ca e Mg (Falesi et al., 1980). O P é o principal elemento considerado limitante da estabilidade das pastagens da na região (Veiga, 1995). Esse elemento tem grande importância para produção de forragem do quicúio (Sousa Filho et al., 1980), favorece o perfilhamento e o desenvolvimento da parte aérea e das raízes de forrageiras (Drudi & Braga, 1990), assim como, de modo geral, é importante no estabelecimento, manutenção, longevidade e sustentabilidade das pastagens. Um fator que pode influenciar nas características físicas e químicas dos solos, pelo arraste de nutrientes e diferencial de umidade do solo, é a topografia. Contudo, trabalhos que melhor quantifiquem a real influência deste fator em solos sob pastagens na região são necessários. Esse estudo objetivou traçar um perfil do complexo solo-pastagem em propriedades leiteiras, visando identificar o seu potencial e suas limitações.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado em seis propriedades leiteiras representativas das condições tecnológicas e socio-econômicas dos sistemas de produção leiteira da região em pastagens predominantemente sob Latossolo Amarelo com declives de 0 a 15%. O clima da região é do tipo Ami. Nas pastagens representativas, de *Brachiaria humidicola* (Quicúio) e *B. brizantha* cv. Marandu, realizaram-se duas amostragens (período seco e chuvoso). Os piquetes em uso pelas vacas em produção foram divididos em três partes, em função do nível topográfico relativo: baixo, médio e alto. A avaliação da disponibilidade de forragem foi feita lançando-se ao acaso, em cada nível topográfico, 10 vezes um quadrado amostral de 0,5 m<sup>2</sup>. A amostragem de solo foi feita no período seco, tomando 0 a 20 cm de profundidade, às proximidades de cada aplicação do quadrado amostral da pastagem e em número de três coletas. O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado, com os piquetes de cada propriedade sendo as repetições. As variáveis analisadas foram fertilidade de solo, disponibilidade de forragem (total e de folha) e altura da pastagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se a predominância da unidade Latossolo Amarelo de textura arenosa. Com respeito a algumas das características químicas do solo que afetam o desenvolvimento forrageiro (pH, MO, P, K; Ca+Mg e Al), os resultados obtidos indicam uma baixa fertilidade (Quadro 1). Detectou-se também uma variabilidade das características do solo entre as propriedades. O P e K, que juntamente com o N são os mais importantes macronutrientes para as plantas, ficaram em níveis muito baixos em todas as propriedades (máximo de 2 ppm de P e de 39 ppm de K). Para Veiga & Falesi (1986) o mínimo exigidos são de 5 ppm de P e 60 ppm de K. Essa deficiência pode ser explicada principalmente pela baixa fertilidade natural, pelo tempo de uso dos pastos e também à falta de reposição dos nutrientes.

Verificou-se que não houve efeito significativo fator nível topográfico relativo nas variáveis do solo e da pastagem (Quadros 2 e 3). Esperava-se que pelo menos algumas das variáveis do solo e da pastagem fossem afetadas por tal fator. Uma explicação plausível para este resultado é que a associação, total ou parcial, da baixa fertilidade dos solos, do baixo gradiente do declive do terreno e da ausência de uma estação de chuvas bem definida, podem ter dificultado a manifestação do efeito do nível topográfico.

## CONCLUSÃO

Não se detectou efeito do nível topográfico nas características do solo e das pastagens, apesar de haver diferenças entre as propriedades estudadas. Os teores de P e K no solo sob pastagem são muito baixos. Para melhorar qualitativa e quantitativamente as pastagens, além do N, há necessidade da reposição desses elementos ao solo.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- DRUDI, A.; BRAGA, A.F. níveis de fósforo e micronutrientes, recuperação de pastagens deflorestadas em solos arenosos na região norte de Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 9, n. 1317-1322, 1990.
- FALESI, I.C.; BAENA, A.R.C.; DUTRA, S. **Consequências de exploração agropecuária sobre as condições físicas e químicas dos solos das microrregiões do nordeste paraense**. Belém: Embrapa-CPATU, 1980. 49p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 14).
- SOUZA FILHO, A.P.S.; DUTRA, S.; SERRÃO, E.A.S. **Níveis de fósforo no rendimento do quicuí da Amazônia (*Brachiaria humidicola*) com leguminosas no cerrado do Amapá**. Belém: Embrapa-CPATU, 1980. 2p. (Embrapa-CPATU. Pesquisa em Andamento, 16).
- VEIGA, J. B. da; FALESI, I.C. Recomendação e prática da adubação de pastagens na Amazônia brasileira. In: MATTOS, H.B.; WERNER, J.C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E., ed. **Calagem e adubação de pastagem**. Piracicaba: POTAFOS, 1986. p.256-282
- VEIGA, J. B. da. **Rehabilitation of degraded pasture areas**. In: PARROTTA, J. A. & KANASHIRO, M. (ed.) Management and rehabilitation of degraded lands and secondary forests in Amazon. Proceedings of an International Symposium/Workshop. Santarém, Pará, Brazil. Rio Piedras, IITF/USDA.1995. p. 193-202.

Quadro 1: Características químicas e teor de argila dos solos sob pastagem de propriedades leiteiras da microrregião de Castanhal-Pará, 1999<sup>1</sup>.

Table 1- Chemical characteristics and clay content of soil under pasture in milk farms of Castanhal region. 1999<sup>1</sup>

Propriedades (abreviatura)	pH (água)	MO	N	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al	SB	AG <sup>2</sup>
		----- %	-----	----- ppm	-----		----- meq/100 ml	-----			%
Ant	5,5 <sup>a</sup>	1,44 <sup>bc</sup>	0,08 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	21 <sup>b</sup>	14 <sup>a</sup>	0,95 <sup>ab</sup>	1,23 <sup>ab</sup>	0,23 <sup>b</sup>	1,35 <sup>bc</sup>	35 <sup>cb</sup>
Car	5,4 <sup>ab</sup>	2,84 <sup>a</sup>	0,11 <sup>a</sup>	1 <sup>b</sup>	27 <sup>b</sup>	20 <sup>a</sup>	0,82 <sup>bc</sup>	1,13 <sup>bc</sup>	0,48 <sup>a</sup>	1,28 <sup>cd</sup>	22 <sup>d</sup>
Edv	5,3 <sup>b</sup>	1,73 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	22 <sup>b</sup>	17 <sup>ab</sup>	0,55 <sup>d</sup>	0,84 <sup>cd</sup>	0,43 <sup>a</sup>	0,99 <sup>de</sup>	24 <sup>d</sup>
Jon	5,4 <sup>ab</sup>	1,15 <sup>c</sup>	0,07 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	22 <sup>b</sup>	15 <sup>a</sup>	1,14 <sup>a</sup>	1,44 <sup>a</sup>	0,22 <sup>b</sup>	1,60 <sup>ab</sup>	59 <sup>a</sup>
PP	5,4 <sup>ab</sup>	1,79 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	22 <sup>b</sup>	14 <sup>a</sup>	0,60 <sup>dc</sup>	0,82 <sup>d</sup>	0,39 <sup>a</sup>	0,93 <sup>e</sup>	33 <sup>c</sup>
Sef	5,5 <sup>a</sup>	1,44 <sup>bc</sup>	0,07 <sup>b</sup>	2 <sup>a</sup>	39 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	1,15 <sup>a</sup>	1,46 <sup>a</sup>	0,24 <sup>b</sup>	1,69 <sup>a</sup>	39 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Tukey 5%.

<sup>2</sup> Teor de argila total.

Quadro 2: Características químicas e teor de argila dos solos sob pastagem em função do nível topográfico relativo em propriedades leiteira da microrregião de Castanhal-Pará, 1999<sup>1</sup>.

Table 2- Chemical characteristics and clay content of soil under pastures related to relative slope in milk farms of Castanhal region. 1999<sup>1</sup>

Nível topográfico	pH (água)	MO	N	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al	SB	AG <sup>2</sup>
		----- %	-----	----- ppm	-----		----- meq/100 ml	-----			- % -
Alto	5,4 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	0,82 <sup>a</sup>	1,11 <sup>a</sup>	0,4 <sup>a</sup>	1,26 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>
Médio	5,5 <sup>a</sup>	1,72 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	0,78 <sup>a</sup>	1,06 <sup>a</sup>	0,3 <sup>a</sup>	1,22 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>
Baixo	5,5 <sup>a</sup>	1,79 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	0,84 <sup>a</sup>	1,11 <sup>a</sup>	0,3 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Tukey 5%.

<sup>2</sup> Teor de argila total.

Quadro 3 - Efeito do nível topográfico relativo na disponibilidade total de forragem (DT), disponibilidade de folha (DF), porcentagem de folha (PF) e altura da pastagem (ALT) em propriedades leiteiras da microrregião de Castanhal-Pará, 1999<sup>1</sup>.

Table 3 - Effect of relative slope on total (DT) and leaf forage availability (DF), leaf percentage and pasture height in milk farms of Castanhal region. 1999<sup>1</sup>

Nível topográfico	DT	DF	PF	ALT
	----- Kg de MS/ha ----	-----	% na MS	--- cm ---
Alto	4.973 <sup>a</sup>	1.467 <sup>a</sup>	30,97 <sup>a</sup>	27 <sup>a</sup>
Médio	4.757 <sup>a</sup>	1.408 <sup>a</sup>	31,24 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>
Baixo	4.668 <sup>a</sup>	1.383 <sup>a</sup>	31,14 <sup>a</sup>	29 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey 5 %.

# WATER AND NUTRIENT DYNAMICS UNDER NATIVE VEGETATION AND MANAGED PURE GRASS PASTURE SYSTEMS IN AN OXISOL OF THE BRAZILIAN CERRADOS

M. Ayarza <sup>1</sup>, J. Lilienfein and W. Wilcke, and W. Zech <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hillside Project, International Center for Tropical Agriculture, CIAT. A.P. 14-10, Tegucigalpa, Honduras. [ciathill@hondutel.hn](mailto:ciathill@hondutel.hn).

<sup>2</sup> Institute of Soil Science and Soil Geography, University of Bayreuth, D-95440, Bayreuth, Germany

Key words: *Brachiaria decumbens*, degraded pastures, N losses, matric potential, soil solution

## INTRODUCTION

In Latin America, the vast savanna areas of Brazil (207 m ha), Venezuela (28 m ha), Colombia (17 m ha), and Bolivia (14 m ha) constitute around 50% of the world savannas. They are considered the largest frontier for agricultural expansion in the world (Bourlag, 1994). In the last decades the rate of conversion of native cerrado vegetation to arable lands in Brazil has exceeded that of the Amazon region. Today there are around 50 million ha of introduced pastures, mainly *Brachiaria* species, with as much as 50% in some stage of degradation (Macedo, 1995). Little is known about the long-term effects of current land-use systems on soil fertility. This is a prerequisite to evaluate the sustainability of different land-use systems. The objective of our work was to study water availability and storage and nutrient dynamics in the soil solution under managed pastures as compared to the native Cerrado.

## MATERIALS AND METHODS

Three spatially disconnected plots of each native Cerrado (CE), degraded pasture (DP) and a productive pasture (PP) were selected in a similar topographical position in the region of Uberlândia, MG, Brazil. Both pasture systems were planted with *Brachiaria decumbens* Stapf. All pastures were established after clearing the native vegetation in 1985. The DP was only fertilized at the date of establishment. The PP received regular maintenance fertilization (17 kg P and 33kg K.ha<sup>-1</sup> every two years). All plots were equipped with rain collectors at 0.3 m above the soil surface and suction cups and tensiometers at 0.15, 0.30, 0.80, 1.2 and 2.0 m soil depth. Measurements were done between April 1997 and April 1999 during the rainy (October-April) and dry seasons (May-September). Matric potentials were read and precipitation was collected every week during the rainy season and every two weeks during the dry season. During the rainy season the soil solution was sampled weekly. Soil samples were taken at each of the five depths. In the soil solid phase and soil solution, we determined pH and concentrations of Al, C, Ca, Cu, K, Mg, Mn, N, Na, and Zn and in the soil solid phase additionally exchangeable cation concentrations.

## RESULTS

Precipitation between 29 April 1997 and 28 April 1998 was 1562 mm, with only 210 mm in May to September, when matric potential at the 0-0.15 and 0-0.30 m depths decreased to less than -80 kPa in all systems; the lowest matric potential at the 2 m depth was -57 kPa. Matric potentials in DP and PP soils were similar to those in CE at all depths. The estimated average water storage in the upper 2 m during the monitored period was: 537 mm for CE, 553 for PP, and 541 for DP. This indicates that the soil water budget under pasture is close to that of the natural system. Other land-use systems like continuous cropping with conventional tillage or zero tillage and *Pinus* plantations reduce the water storage in soil (Lilienfein et al., 1999).

Average total C concentrations in soil solid phase are not significantly different between the three land-use systems at any depth (e.g., at 0-0.15 m depth: CE: 22 ± 1.3, DP: 22 ± 1.0, PP: 27 ± 3.5 g kg<sup>-1</sup>). In the 0-0.15 m layer, average total N and S and exchangeable Ca and Mg concentrations decreased along the line PP (N: 1.6 g kg<sup>-1</sup>, S: 286 mg kg<sup>-1</sup>, Ca: 466 mg kg<sup>-1</sup>, Mg: 179 mg kg<sup>-1</sup>) > DP (N: 1.5, S:

251, Ca: 187, Mg: 63) > CE (N: 1.4, S: 195, Ca: 22, Mg: 11). The higher fertility of PP compared with CE and the decreased fertility of DP are also reflected by increasing soil solution pH, electrical conductivity (EC), and concentration of Ca, Mg and Cl<sup>-</sup> at 0-0.15 m in the order, CE (pH: 4.9, EC: 12.3 mS<sup>-1</sup>, Ca: 0.2 mg l<sup>-1</sup>, Mg: 0.09, Cl mg l<sup>-1</sup>) < DP (pH: 5.0, EC 13.4, Ca: 0.7, Mg: 0.09, Cl<sup>-</sup> 1.1 < PP (pH: 5.7, EC: 30.3, Ca: 2.5, Mg: 1.01, Cl<sup>-</sup>: 2.5). Nitrate concentrations in soil solutions are generally less than 0.16 mg l<sup>-1</sup> and do not differ between the systems in the topsoil (0-0.80 m depth) but are higher under DP and PP than under CE at 1.2- 2.0 m depth; NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N was not detected in any soil solution.

## CONCLUSIONS

The results demonstrate that under PP soil fertility is higher compared with CE due to the maintenance fertilization. Under DP, after one decade without fertilization, the residual effect of fertilization is still visible but reduced compared with PP. This indicates that the effects of pasture use on the soil nutrient status are reversible. However, in the studied soils, the initial soil amelioration lasts more than 13 years.

The effects of pasture use on chemical properties of the soil solid phase and soil solution are small compared with effects of other land-use systems like *Pinus* plantations (Lilienfein et al., 2000, 2001). Under regularly fertilized pure-grass pasture and under the degrading pasture, topsoil (0-0.30 m depth) storage of N, S and exchangeable Ca and Mg are higher compared to the natural Cerrado. Higher subsoil N and S concentrations under both pasture systems than under CE indicate N and S losses from the topsoil. Nitrate leached to the subsoil may be sorbed to positively charged sites thus contributing to increased subsoil concentrations. However, part of the NO<sub>3</sub><sup>-</sup> may also be leached to below 2 m depth and eventually may no longer be available to plant roots.

The intensification of grazing and no further fertilization after establishment result in decreasing nitrate concentrations in soil solid phase and soil solution of DP but in no obvious deterioration of any studied soil property compared with CE soils indicating that the impact of pasture use on soil chemical properties is reversible.

Our results underline that to evaluate the sustainability of different land use systems we may need to consider water availability and storage and nutrient dynamics among other fertility indicators of soil fertility

## REFERENCES

- Bourlag, N. E. and Dowsell, C.R. 1997. The acid lands: one of agriculture's last frontiers. In "Plant-Soil interactions at low pH: Sustainable agriculture and forestry production" Moniz, A.C., Furlani, A.M.C., Schaffert, R. E., Fageria, N.K., Rosolem, C. A., Cantarella, H. (eds) p 5-15. Brazilian Soil Science Society, Campinas, Brasil.
- Macedo, M.C.M., 1995. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentavel. In Anais do Simposio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros, R.P. Andrade, A. de O. Barcellos, C.M.C da Rocha (eds), XXXII Reuniao annual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Brasilia, Brasil, p 28-62.
- Lilienfein, J., W. Wilcke, M.A. Ayarza, S.d.C. Lima, L. Vilela, and W. Zech (1999): Annual course of matric potential in differently used savanna Oxisols, Brazil. Soil Sci. Soc. Am. J. 63, 1778-1785.
- Lilienfein, J., W. Wilcke, M.A. Ayarza, S.d.C. Lima, L. Vilela, and W. Zech (2000): Soil acidification in *Pinus caribaea* forests on Brazilian savanna Oxisols. For. Ecol. Manage. 128, 145-157.
- Lilienfein, J., W. Wilcke, L. Vilela, S.d.C. Lima, R. Thomas, and W. Zech (2001): Effects of *Pinus caribaea* plantations on the C, N, P, and S status of Brazilian savanna Oxisols. For. Ecol. Manage., in press.

## MYCORRHIZA AND PHOSPHATASE ACTIVITY IN THE RHIZOSPHERE OF *THRACHYPOGON plumosus* Ness IN THREE ACID SAVANNA SOILS

J.C. López-Gutiérrez, M. Toro and D. López-Hernández. Laboratorio de Estudios Ambientales, Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas 1041-A, Apartado 47.058, Venezuela. e-mail: juanlope@strix.ciens.ucv.ve

**Keywords:** phosphatase, savanna, arbuscular mycorrhiza, acid soil, *Trachypogon*

### Introduction

Savanna ecosystems occupy nearly one third of the Venezuelan territory. In general, savanna soils are acid with a very low fertility where Phosphorus (P) is one of the most limiting macronutrients (Hernández-Valencia, I. and López-Hernández, D. 1999). Under such conditions arbuscular mycorrhizae (AM) as well as phosphatase activity in the rhizosphere seem to be crucial for plant P uptake (Sieverding, E. 1991). AM favor plant P uptake by increasing the absorption area of roots. Phosphatase activity allows the use of less readily available P forms by mineralizing organic P (Po) to inorganic P (Pi).

We are interested in the adaptation processes of savanna native plant species to P deficiency. *Trachypogon plumosus* is one of the dominant grasses that grow in savannas. Thus, in this study, we quantify P mineralizing activity and AM dynamics in the rhizosphere of *T. plumosus* in three acid savanna soils differing in taxonomic order and P content.

### Materials and Methods

Three random rhizospheric samples from three different *T. plumosus* individuals, as well as separate 5 Kg soil samples, were taken during the dry and the rainy season at three sites in the biological station *La Iguana*, Guárico State, Venezuela. Air-dried and 2 mm sieved soil from the dry season sampling was used to characterize the soils (texture, Pt and P-NaHCO<sub>3</sub>) and enumerate the infective AM propagules using the most probable number method on *Sorghum vulgare*.

Rhizospheric samples refrigerated at 4 °C from both samplings were used to determine acid phosphomonoesterase activity (expressed as µg of p-Nitrophenol released per gram of dry soil per hour). Roots from these samples were rinsed and stained to determine AM colonization in a microscope at 10X magnification (expressed as percentage of colonized root length).

### Results and Discussion

The three soils differ in texture, and also in Pt content which is low in all three cases. NaHCO<sub>3</sub> extractable P, considered as available to plants, is extremely low, especially for the Vertisol which seems to have a high P-fixing capacity (Table 1). Under such P-limiting conditions P mineralization as well as AM colonization might be playing a crucial role in plant P uptake. This is supported by the high values of % CRL (colonized root length) registered in *T. plumosus* roots in each soil in both seasons (Table 2). Number of AM infective propagules was not different in the soils studied indicating that, at least in this case, soil texture did not influence this parameter (Table 1). Phosphatase activity significantly increased during the rainy season in all soil orders. This increase, however, was proportionally higher for the Entisol. Phosphatase activity was not significantly different for the Vertisol and the Ultisol within each season (Figure 1).

### Conclusions

- 1) The three soil orders studied have a very low fertility as evidenced by the low Pt and NaHCO<sub>3</sub> extractable P contents.
- 2) AM infective potential showed values similar to those reported for tropical savannas. However, there were no significant differences among soil orders.



- 3) Colonized root length percentage was higher in the dry season for the Entisol and the Vertisol. All reported values were considered high for a grass.
- 4) Phosphatase activity increased in the rainy season for all soil orders, probably, as a consequence of a humidity favoring microbial activity.

## References

- 1) Hernández-Valencia, I. and López-Hernández, D. 1999. Allocation of phosphorus in a tropical savanna. *Chemosphere*. 39(2): 199-207.
- 2) López-Hernández, D.; García-Guadilla, M.P.; Torres, F.; Chacón, P. and Paoletti, M.G. 1997. Identification, characterization and preliminary evaluation of Venezuelan Amazonian production systems in Puerto Ayacucho savanna-forest ecotone. *Interciencia*. 22: 307-314.
- 3) Sieverding, E. 1991. Vesicular-Arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. GTZ, Germany, 371 pp.
- 4) Tarafdar J. C. and Marshner, H. 1994. Phosphatase activity in the rhizosphere of VA mycorrhizal wheat supplied with inorganic and organic phosphorus. *Soil Biol. Biochem.* 26(3): 387-395.

**Table 1.- General characterization of three acid savanna soils.**

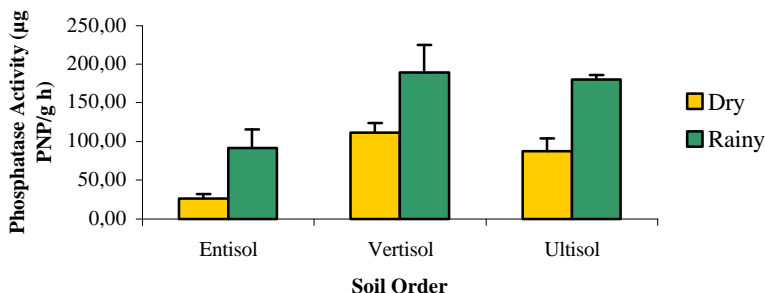
Soil Order	Entisol	Vertisol	Ultisol
Texture	Sandy	Clay loam	Sandy clay loam
PH	5.4 a	5.7 b	5.4 a
P-Total (ppm)	59.8 a	143.5 c	93.0 b
P-NaHCO <sub>3</sub> (ppm)	4.9 b	0.75 a	1.4 ab
AM infective potential propagules/100 g soil (95% confidence limits)	435.4 (100.2 - 456.0)	435.4 (100.2 - 456.0)	189.5 (44.4 - 201.84)

Values followed by the same letter are not statistically different (P=0.05).

**Table 2.- AM colonization in three acid savanna soils.**

Soil order	Entisol		Vertisol		Ultisol	
Season	Dry	Rainy	Dry	Rainy	Dry	Rainy
AM colonized root length (%)	80.8 c	54.7 ab	66.3 bc	48.1 a	78.3 c	73.2 c

Values followed by the same letter are not statistically different (P=0.05).



**Figure 1.** Seasonal changes in Phosphatase Activity in the rhizosphere of *Thrachypogon plumosus* in three acid savanna soils.

## Chemical and Biological Indicators of Decline/Degradation of *Brachiaria* pastures in the Brazilian Cerrado

Octávio de Oliveira<sup>1</sup>, Itamar P de Oliveira<sup>2</sup>, Segundo Urquiaga<sup>1</sup>, Bruno J.R. Alves<sup>1</sup> and Robert M. Boddey<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74.505, Seropédica, RJ, Brazil.

<sup>2</sup> Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 74001-970, Goiânia, GO, Brazil.

### Introduction

Recent estimates indicate that approximately 10 % of the entire area of Brazil are occupied by pastures of *Brachiaria*. A detailed survey by research workers at Embrapa Cerrados (Brasília) indicates that 50 million ha (Mha) of the Brazilian Cerrado region are occupied by cultivated pastures, principally *Brachiaria* spp. When first established these pastures can be very productive and able to support 1 to 2 animal units (AU) per ha, but after some years productivity declines, the areas become invaded by weed species, plant cover decreases and frequently large numbers of termite mounds appear. This decline is generally attributed to over-stocking, soil compaction and lack of maintenance fertilisation, but the actual mechanism of decline is not well understood. The objective of this present study was to examine the characteristics of the soil and plants in chronosequences of *Brachiaria* pastures of increasing age and decreasing productivity with a view to identifying chemical and/or biological indicators of the degree of pasture degradation.

### Materials and Methods

*Sites* For most of the chemical and biological parameters investigated, two chronosequences were investigated; Site 1, at a private farm (Fazenda Barreirão) near Goiânia, Goiás, and Site 2, at the Embrapa Beef cattle centre near Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Site 1: At this farm old degraded pastures of *Brachiaria decumbens* were reformed by deep ploughing, fertilisation with P and K and planting of maize under-sown with *B. brizantha* in 1994, 1992 and 1989, and at the time of sampling in 1996 had been grazed, respectively, for 2, 4 and 7 years. These pastures of *B. brizantha* were compared to an adjacent area of unreformed *B. decumbens* which was approximately 17 years old. Soil in these areas was classified as a yellow-red latosol (Oxisol), 30% clay, 12% silt and 58% sand.

Site 2: At this site at the experimental station of the Embrapa-Beef cattle centre, three *B. brizantha* pastures were studied. Two had been formed in 1985 and grazed continuously since; one (CG-F) had been fertilised with 400 kg ha<sup>-1</sup> single super phosphate, 100 kg KCl and 100 kg ha<sup>-1</sup> urea in 1985 and 1995, and 2 ton ha<sup>-1</sup> of lime in 1995, followed by 100 kg ha<sup>-1</sup> urea in 1997. The other pasture (CG-U) was left unfertilised since formation. The third pasture (CG-N) was formed in October 1997 and fertilised with 1.5 ton ha<sup>-1</sup> lime and 150 kg ha<sup>-1</sup> of 8-30-20 in January 1998. Samples were taken from these pastures in February 1998 and no grazing had started in the new pasture (CG-N) at this time. Soil in this site was a dark red latosol (Oxisol), 38% clay, 10% silt and 52% sand.

*Parameters evaluated:*

1. Soil fertility: Three composite samples (10-subsamples) of soil at 0-10, 10-20 cm depth intervals, and one composite sample from 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm

- were taken from each pasture and analysed for total N and C, pH, exchangeable K, Ca, Mg and Al and available (Mehlich I) P.
2. Soil microbial biomass: The microbial biomass N and C were evaluated using the fumigation extraction technique described by Vance et al. (1987) for biomass-C.
  3. Mineralisable nitrogen: Potentially mineralisable N in the soil samples was evaluated by quantifying the increase in  $\text{NH}_4^+$  content after a 7 day anaerobic incubation (Waring and Bremner, 1964).
  4. Nutrient content of plant tissue: Four replicate areas (1 x 1m) of each pasture were cut at 10 cm height and the samples dried and analysed for total N (Kjeldahl), P (colorimetry), K (Flame photometer), Zn, Cu, Mn and Fe (using atomic absorption spectroscopy) content.
  5. Plant litter: Existing plant litter was harvested from four 1 x 1 m areas in each pasture, and the litter which was deposited in these areas in the subsequent 12 and 9 days was collected, dried, hand separated to remove soil and weighed.
  6. Pasture regrowth: In the rainy season four areas (1 x 1 m), protected from grazing, were cut to a height of 10 cm and after 71 days (Fazenda Barreirão) and 50 days (Campo Grande) all aerial tissue was cut, dried, weighed and analysed for total N.
  7. Root biomass: Monoliths of soil (0 - 40 cm), 4 replicates per pasture, were removed from the field and separated into 0-10, 10-20, 20-40 layers. Each layer was washed sequentially through 2.0, 1.0 and 0.5 mm sieves to remove roots, which were subsequently dried and weighed.
  8. Physical fractionation of soil organic matter (Meijboom et al., 1995): 500 g of dry soil were wet sieved through a 150  $\mu\text{m}$  sieve. Material retained on the sieve ( $>150 \mu\text{m}$ ) was manually dispersed in water. Light and heavy fractions were separated in Ludox® (Du Pont, suspension of silica, pH 9.1, and specific gravity 1.2). Another aliquot of 50 g of dry soil was wet sieved through a 150  $\mu\text{m}$  and a 20  $\mu\text{m}$  sieves. Material retained on the 20  $\mu\text{m}$  sieve was called sand-size fraction, and the material finer than 20  $\mu\text{m}$  (silt+clay-size fraction) was collected in a vessel and sedimented. All fractions were dried and weighed. The samples were analysed in a mass spectrometer coupled to an elemental analyzer for C and N content and isotopes signatures (Barrie et al., 1994).

## Results and Discussion

The soil under the degraded *B. decumbens* pasture at Fazenda Barreirão was only slightly more acidic and higher in exchangeable Al than the more recently formed *B. brizantha* pastures, and the fertilised and productive *B. brizantha* pasture at Campo Grande was actually more acidic than the unfertilised pasture. There was a strong tendency for available P to decline with pasture age but K in the soil was not found to be related to pasture age/productivity. Microbial biomass C in the soil at Fazenda Barreirão was a good indicator of pasture age but biomass N showed no relation to this, perhaps partially owing to methodological problems. While other studies (Oliveira et al., 2000) clearly showed that the most limiting nutrient for *Brachiaria* growth in degraded pastures was N, potentially mineralisable N showed a general increase with pasture age at Fazenda Barreirão which may be an artefact of the use of an anaerobic incubation. There was no significant difference in mineralisable N between the fertilised and the unfertilised *B. brizantha* pastures at Campo Grande.

While the concentration of P in plant tissue was higher in the *B. brizantha* pastures at Fazenda Barreirão than in the degraded *B. decumbens* pasture, there was no difference in P concentration with age of the former. The N concentration in shoot tissue showed a trend of decrease with increasing pasture age, but in the degraded *B.*

*decumbens* N content was much higher due to the presence of other species (especially legumes). Concentrations of other elements showed no strong relationship with pasture age. Both the existing litter in the pastures at Fazenda Barreirão, and especially the litter deposited in 12 or 9 days, was strongly negatively related to pasture age. Regrowth of the *B. brizantha* pastures at Fazenda Barreirão was also negatively related to pasture age. The newly formed *B. brizantha* pasture at Campo Grande showed faster regrowth and N accumulation than the older (1985) fertilised pasture which in turn showed faster regrowth than the unfertilised pasture of the same age. However, for reasons that are not clear, the 17-year-old degraded *B. decumbens* pasture at Fazenda Barreirão showed faster regrowth than any of the more-recently-formed *B. brizantha* at this site.

Existing root biomass (0-40cm) under the pastures at Fazenda Barreirão was, 12.8, 17.1 and 39.7 Mg DM ha<sup>-1</sup> for the 2, 4 and 7-year-old *B. brizantha*, respectively, in comparison with only 11.1 t ha<sup>-1</sup> under the degraded *B. decumbens* pasture. At Campo Grande the newly established *B. brizantha* pasture showed the lowest root biomass (4.5 t ha<sup>-1</sup>) followed by the 13-year-old fertilised pasture (12.1 t ha<sup>-1</sup>) and the unfertilised 13-year-old pasture (17.7 t ha<sup>-1</sup>). At both sites the increasing age of the pasture or the decreasing soil fertility led to an increase in root biomass, suggesting that the *Brachiaria* increased rooting intensity in response to decreasing nutrient supply from the soil.

The physical fractionation of the soil at Fazenda Barreirão gave a clear indication of the state of pasture decline. The light fraction (>150 µm, density <1.2 g cm<sup>-3</sup>) increased, albeit not significantly, with increasing pasture age, and the degraded *B. decumbens* pasture was considerable and significantly lower in light fraction than any of the other pastures. Heavy fraction included mineral particles and showed a tendency to increase with increasing pasture age in the layer 0-10 cm, although in the 2 years-old pasture this fraction was considerably higher than other treatments, mainly due incorporation of maize residues planted simultaneously with forage in Sistema Barreirão. Carbon stock (Figure 1) in light fraction was drastically reduced by the pasture degradation process in 0-10 and 10-20 cm layers.

Table 1. Physical fractionation of soil (>150 µm) under pastures of *B. brizantha* of 2, 4 e 7 years of age and under a 17-year-old degraded pasture *B. decumbens*. Fazenda Barreirão, GO. Means of 3 replicates.

Treatment	Light fraction (LF)		Heavy fraction (LF)	
	Depth 0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm
	g.500 g soil <sup>-1</sup>			
2 years	0,79 b	0,42 ab	262,81 a	249,38 a
4 years	0,82 b	0,40 ab	190,80 c	205,46 b
7 years	0,97 b	0,54 ab	219,59 bc	232,20 ab
Degraded	0,33 c	0,16 b	241,45 ab	234,16 ab
Forest	1,70 a	0,79 a	244,04 ab	226,15 ab
Mean (depth)	0,92	0,46	231,74	229,47
C.V.%	10,5	38,2	6,1	5,4

Means followed by the same letter are not significantly different at p<0.05 (Tukey test)

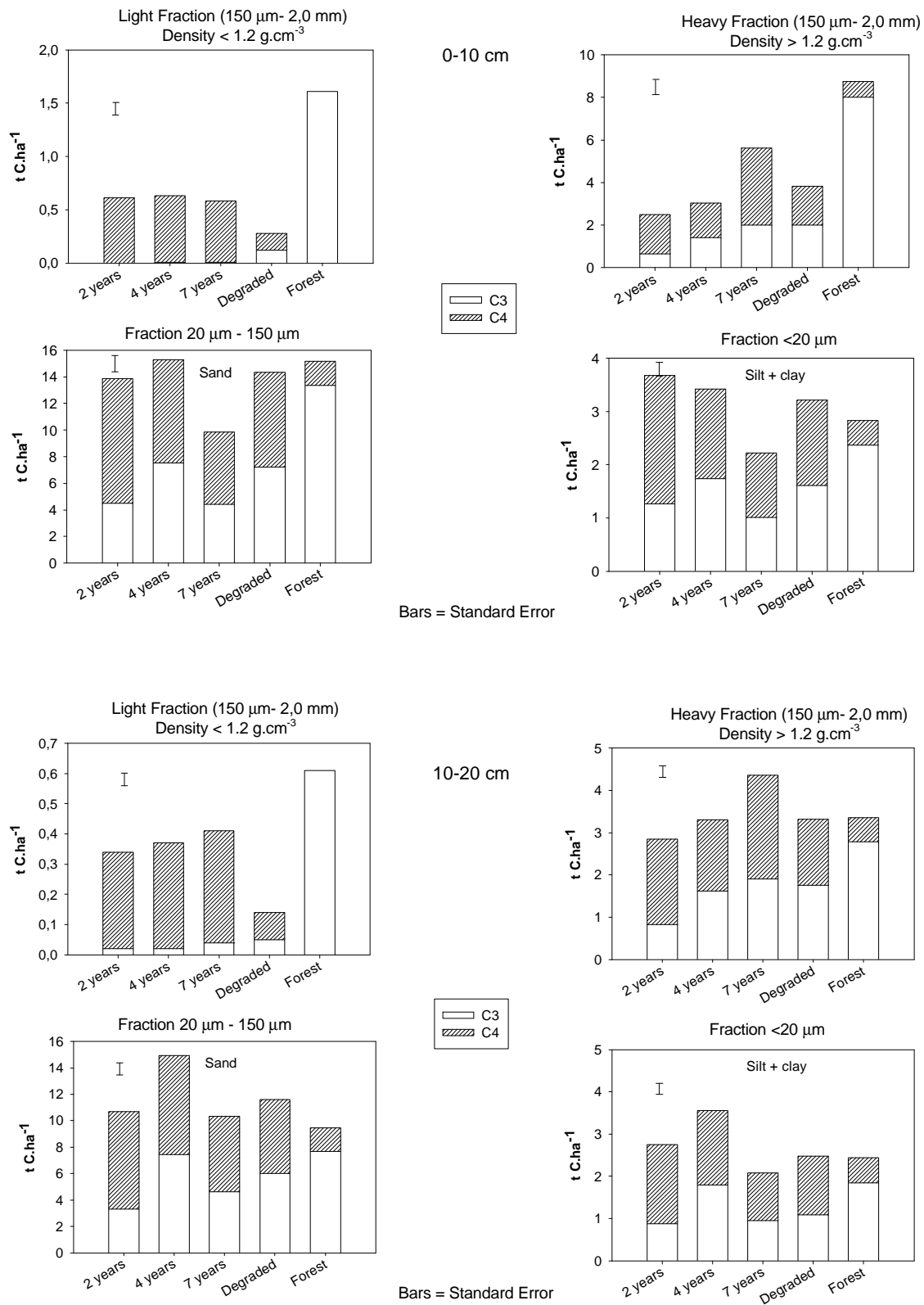


Figure 1. Carbon content ( $t \cdot ha^{-1}$ ) of soil fractions under pastures of *B. brizantha* of 2, 4 e 7 years of age and under a 17-year-old degraded pasture *B. decumbens*. Fazenda Barreirão, GO. Means of 3 replicates.

## Conclusions

The degree of degradation of the *Brachiaria* pastures studied was not related in any simple fashion to soil fertility parameters or plant tissue nutrient content. Potentially mineralisable soil nitrogen (anaerobic incubation) also was not related to pasture age/productivity. Root biomass increased with decreasing soil fertility or pasture age, but in a severely degraded pasture root biomass was low. The results of this study suggest that the best indicators of pasture decline are plant litter deposition, microbial biomass C and physical fractionation (light fraction). The most reliable *simple* indicator of pasture decline is the litter deposition, followed by microbial biomass C.

## References

- Barrie,A.; Debney,S.; Workman,C.T.; Pullan,C. Recent developments in high productivity stable isotope analysis. In:International Symposium on Nuclear and Related Techniques in Soil/Plant Studies on Sustainable Agriculture and Environmental Preservation.Vienna, Australia:1-37, 1994.
- Meijboom,F.W.; Hassink,J.; Van Noordwijk,M. Density fractionation of soil macrorganic matter using silica suspensions. **Soil Biology & Biochemistry**, Madison, v.27, n.8, p.1109-1111, 1995.
- Oliveira O.C. de, Oliveira I.P. de, Ferreira E., Alves B.J.R., Miranda C.H.B., Vilela L., Urquiaga S. and Boddey R.M. (2000) Response of degraded pastures in the Brazilian Cerrado to chemical fertilisation. **Pasturas Tropicales** (in press).
- Vance E.D., Brookes P.C. and Jenkinson D.S. (1987) An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.* 19: 703-707.
- Waring, S.A., and Bremner, J.M. (1964) Ammonium production in soil under waterlogged conditions as an index of nitrogen availability. **Nature**. 201: 951-95

## FLUXOS DE GASES (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O E CH<sub>4</sub>) EM UMA CRONOSSEQUÊNCIA DE PASTAGENS NA AMAZÔNIA (BRASIL)<sup>(\*)</sup>

S.A.P. FERNANDES, C.C. CERRI, B.J. FEIGL, M.C. PICCOLO, M.C.S. CARVALHO.  
CENA/USP, Laboratório de Biogeoquímica do Solo, Cx. Postal 96, 13416-970, Piracicaba, SP.  
E-mail: sapferna@esalq.usp.br. \*Suporte financeiro: FAPESP (processo n<sup>o</sup> 95/03603-8 e 95/3566-5).

PALAVRAS CHAVES: Amazônia, pastagem, floresta, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>

### Summary

The Brazilian Amazon River Basin which contains the world's largest tropical forest, is still undergoing deforestation at large scale. Pasture installation is the main land use implanted after burning of the forest, and available phosphorus (P) levels are considered to be the most serious constraint on the maintenance of their productivity. Conversion of tropical forest to pasture results in changes in the quality and quantity of the soil organic matter and physical and chemical soil properties. The objective of this paper was evaluate how the conversion of natural forest into pasture, with and without P fertilization, affected the trace gas fluxes at the soil-atmosphere interface. The experiment was conducted in a forest to pasture chronosequence (pastures established in 1983, 1987 and 1994, corresponding to 3, 10 and 14 year-old, respectively) in an Ultissol (Podzólico Vermelho Amarelo) in Nova Vida Ranch, in Rondônia State (Brazil). Part of the 14-year-old pasture was fertilized with phosphorus (40 kg.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup> divided into two equal applications). Gases were sampled in June 1996, January 1997 and September 1997. Soils under pasture presented, in general, CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O liberation rates of 42 and 49% respectively, higher than those of the forest. Therefore the chronosequence acted as a source of these gases in relation to the atmosphere. Regarding methane, soil under forest acted as a major sink in relation to pasture.

A Bacia Amazônica Brasileira representa a maior reserva do mundo de florestas tropicais, tendo também uma das maiores taxas de derrubada. A introdução de pastagem é o principal uso da terra na região, depois da queima da floresta, sendo que o nível de fósforo disponível (P) é considerado o maior problema na manutenção da produtividade das pastagens. A conversão de floresta tropical em pastagem resulta em mudanças na qualidade e quantidade da matéria orgânica do solo e outras propriedades físicas e químicas do solo. A substituição de ecossistemas naturais por sistemas agrícolas é um importante componente de mudanças ambientais globais e pode causar alterações no ciclo do C e N do solo que pode tornar uma fonte significativa de C e N para a atmosfera. Entretanto, existem poucas informações sobre as taxas de respiração de solos tropicais.

O objetivo do presente estudo foi avaliar como a conversão de floresta natural em pastagem com e sem fertilização com P afetou os fluxos de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O na interface solo-atmosfera. Para este propósito foi selecionada uma cronossequência constituída por uma floresta natural e pastagens com diferentes idades (3, 10 e 14 anos de implantação, designadas como P3, P10 e P14, respectivamente) em solo Podzólico Vermelho Amarelo, na fazenda Nova Vida, no Estado de Rondônia (Brasil). Na pastagem com 14 anos, fez-se uma fertilização com P (designada como P14F) de 40 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, dividido em duas doses iguais. As amostras de gases foram coletadas em julho/96 (estação seca), janeiro/97 (estação chuvosa) e setembro/97 (estação chuvosa).

A respiração do solo foi medida em três câmaras instaladas em cada um dos locais de floresta e pastagens. Os fluxos de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O foram medidos *in situ* usando câmaras de duas peças com 28,7 cm de diâmetro (Stuedler et al. 1989 e 1991; Bowden et al. 1990). As partes de baixo foram fixadas ao solo e deixadas no campo para repetições periódicas nos mesmos locais. Durante o tempo de amostragem de 30 minutos, as partes superiores das câmaras foram colocadas sobre as inferiores e o ar do seu interior coletado com seringas de náilon de 20 ml nos tempos 0, 5, 10, 20 e 30 minutos. Em cada local foram colocadas três câmaras por causa da variabilidade espacial. Os fluxos foram medidos três vezes a cada 24 h, coincidindo com as temperaturas máxima, intermediária e mínima do dia (às 7, 12 e 17 horas, respectivamente). As concentrações de CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O foram medidas usando cromatografia gasosa de captura eletrônica (Melillo et al. 1983, Bowden et al. 1990), enquanto que o CH<sub>4</sub> foi determinado por cromatografia gasosa de ionização de chama (Stuedler et al. 1989).

Não foram observados padrões de evolução de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O relacionados com o ciclo diário de temperatura, nem na floresta, nem nas pastagens. Portanto os dados apresentados referem-se às médias diárias no período de amostragem (Tabela 1).

O solo sob pastagens apresentaram taxas de liberação de CO<sub>2</sub> mais elevadas do que na floresta. Entretanto, a maior taxa respiratória da pastagem não significa, necessariamente, que o solo perde mais C-CO<sub>2</sub> do que na relação a floresta, pois a entrada de C na pastagem pode ser maior do que na floresta. O solo sob floresta apresentou maior taxa de respiração durante a estação chuvosa (média diária de 139 mg CO<sub>2</sub>-C m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>), do que na estação seca (média diária de 59 mg CO<sub>2</sub>-C m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>). As pastagens tiveram maior taxa de respiração na estação chuvosa, com médias de emissões variando entre 106 e 317 mg CO<sub>2</sub>-C m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Durante a estação seca estes fluxos nas pastagens variaram entre 50 a 81 mg CO<sub>2</sub>-C m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Não foi observado tendência significativa da emissão de CO<sub>2</sub> com o aumento da idade das pastagens.

A emissão de CO<sub>2</sub> foi semelhante entre as pastagens controle e a fertilizada. A média diária foi de 81, 69, 188 e 195 mg CO<sub>2</sub>-C.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> na P14 e P14F, na estação seca e chuvosa, respectivamente. A semelhança nos fluxos de CO<sub>2</sub> é, provavelmente, devido a atividade microbiana do solo. Como o solo é pobre em P disponível a atividade microbiana é mais intensa nos primeiros 30 dias após a fertilização, não sendo detectado diferenças após 5 e 6 meses depois da fertilização. Esses resultados são apoiados pelo estudo de Fernandes (1999) que usou a mesma área experimental e mesmo período de amostragem, verificando incorporação de P e C na biomassa microbiana em pastagem fertilizada. O fato de P disponível não aumentar na pastagem fertilizada em relação a pastagem controle, após 5 e 6 meses da adubação, corroboram com os resultados obtidos para o fluxo de CO<sub>2</sub> no presente estudo.

Verificou-se maior fluxo de N<sub>2</sub>O na estação seca em relação à estação chuvosa, com algumas exceções. Na estação seca, depois da introdução de pastagem há aumento na emissão de N<sub>2</sub>O para a atmosfera, com o aumento da idade das pastagens. O fluxo de N<sub>2</sub>O foi maior na pastagem fertilizada e menor na pastagem com 3 anos de idade. A floresta apresentou um fluxo diário de N<sub>2</sub>O de 11, 15 e 10 mg m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> na estação seca e chuvosa, respectivamente. Quando comparados com a floresta, as pastagens de 3, 10 e 14 anos de implantação apresentaram aumento nos fluxos de N<sub>2</sub>O, com exceção do período de setembro/97. Na pastagem fertilizada houve aumento no fluxos de N<sub>2</sub>O para a atmosfera, quando comparado a pastagem controle. Na pastagem com 3 anos, houve um pico no fluxo de N<sub>2</sub>O, atingindo a média diária de 71 mg m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>.

Solo sob floresta consumiram CH<sub>4</sub> em taxas até 3 vezes menores durante a estação chuvosa. O solo sob pastagem mostrou emissão líquida de CH<sub>4</sub> até mesmo durante a estação seca, sendo essas taxas muito baixas e altamente variável em cada local, mostrando freqüentemente algum ponto de dreno. Na estação chuvosa, quando a umidade do solo aumentada, solo sob pastagem foi fonte de CH<sub>4</sub> para a atmosfera de até 0,056 mg CH<sub>4</sub>-C m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Solo sob floresta consumiu CH<sub>4</sub> com taxas de absorção mais elevadas durante a estação seca, e solo sob pastagens foram, tipicamente, emissores de CH<sub>4</sub> na estação chuvosa. O fluxo de CH<sub>4</sub> obtido na pastagem fertilizada e controle foram semelhantes. Esta semelhança nos valores do fluxo de CH<sub>4</sub> entre as pastagens, podem ser atribuídos, provavelmente, a atividade microbiana, com as mesmas considerações feitas para o fluxo de CO<sub>2</sub>, porém com uma intensidade menor.

Poucos estudos examinaram as conseqüências nos fluxos de metano devido a conversão das florestas tropicais em pastagens. A mudança entre o consumo de metano sob floresta e a fonte líquida sob pastagem é de extrema importância, pois este tem um grande potencial no aquecimento global, sendo responsável por um quarto da estimativa de aquecimento global. Além disso, fonte adicional de metano estão associadas com a instalação da pastagem e seu manejo, sendo mais importante para emissão de CH<sub>4</sub> para à atmosfera a queima da floresta, digestão do gado e mudança na população de térmitas

Em geral, a medida da respiração do solo mostrou que o manejo interfere de maneira distinta em cada um dos gases analisados. Os fluxos de gases foram variáveis durante as estações do ano. Observou-se na cronosequência floresta/pastagem aumento nos fluxos de carbono e nitrogênio atmosféricos. Quando comparadas com a floresta, as pastagens de 3, 10 e 14 anos de implantação, apresentaram aumento nos fluxos de CO<sub>2</sub> e de N<sub>2</sub>O de 62, 30 37% e de 17, 42 e 70%, respectivamente. O solo sob floresta apresentou-se sempre como sumidouro de metano, entretanto, as pastagens foram, na maioria dos casos, fonte líquida de metano na interface solo-atmosfera.



Tabela 1. Fluxos de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub> (mg C.m<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup>, mg N.m<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup>) e seus respectivos erros padrão da média (± ep) amostrados na estação seca e chuvosa, na cronossequência constituída de uma floresta e pastagens de 3, 10 e 14 anos de implantação, sem fertilização e com fertilização.

Locais	Fluxo de CO <sub>2</sub> ± ep					
	Julho 1996		Janeiro 1997		Setembro 1997	
	----- (mg C.m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> ) -----					
<i>Floresta</i>	59,37	±5,56	138,78	±10,46	94,24	±16,45
Idade Pastagem						
3 anos	50,52	±3,43	317,28	±14,80	106,03	±11,78
10 anos	58,64	±10,10	179,79	±19,10	140,31	±12,18
14 anos C*	69,13	±8,69	195,38	±20,38	132,38	±17,65
14 anos F**	81,47	±9,22	188,37	±23,30	135,07	±17,44
	----- (mg N.m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> ) -----					
Floresta	11,17	±3,53	15,08	±2,79	10,22	±1,97
Idade Pastagem						
3 anos	17,43	±2,61	70,88	±8,70	16,71	±2,20
10 anos	26,48	±5,82	18,08	±4,05	5,57	±2,00
14 anos C*	21,34	±2,76	19,90	±3,14	6,71	±3,31
14 anos F**	35,56	±9,29	25,04	±4,23	9,68	±2,22
	----- (mg C.m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> ) -----					
Floresta	-0,027	± 0,01	-0,026	±0,011	-0,070	±0,009
Idade Pastagem						
3 anos	0,016	±0,007	0,012	±0,011	-0,011	±0,008
10 anos	0,026	±0,009	0,018	±0,012	-0,016	±0,017
14 anos C*	0,008	±0,002	0,056	±0,013	-0,020	±0,010
14 anos F**	0,009	±0,006	0,048	±0,008	0,003	±0,018

Pastagem controle, \*\*Pastagem fertilizada

### Referências Bibliográficas

- BOWDEN, R.D.; STEUDLER, P.A.; MELILLO, J.M.; ABER, J.D. Annual nitros oxide fluxes from temperate forest soils the northeastern United States. *J. Geophys. Res.* 95:13997-14005, 1990
- FERNANDES, S.A.P. Propriedades do solo na conversão de floresta em pastagem fertilizada e não fertilizada com fósforo na Amazônia (Rondônia). Piracicaba, 1999. 131p. Tese (Doutorado) – *Centro de Energia Nuclear na Agricultura*, Universidade de São Paulo.
- MELILLO, J.M.; ABER, J.D.; STEUDLER P.A.; SCHIMEL J.D. Denitrification potentials in a successional sequence of northern hardwood forest stands. *Environ. Biochem.*, v.35, p.217-228, 1983.
- STEUDLER, P.A.; BOWDEN, R.D.; MELILLO, J.M.; ABER, J.D. Influence of nitrogen fertilization on methane uptake in temperate forest soils. *Nature*, 341:314-316, 1989.
- STEUDLER, P.A.; MELILLO, J.M.; BOWDEN, R.D. AND CASTRO, M.S. The effects of natural and human disturbances on soil nitrogen dynamics and trace gas fluxes in a Puerto Rican wet forest. *Biotropica*, 23: 356-363, 1991.

# CARBONO Y NITROGENO EN FRACCIONES DE AGREGADOS ESTABLES EN AGUA DE UN SUELO DE SABANA MANEJADO CON LABRANZA CONVENCIONAL Y SIEMBRA DIRECTA.

HERNÁNDEZ, R.M. y LÓPEZ-HERNÁNDEZ, D. IDECYT, Centro de Agroecología Tropical, CEDAT. USR. Apdo. 47925. E-mail: [rhernandez@reacciun.ve](mailto:rhernandez@reacciun.ve)

Key words: Nitrogen, carbon, aggregates, soils, tillage.

Abstract: The savanna soil conventional tillage and non-tillage managed: Determination C and N in aggregates size fractions.

The effect of two management systems (conventional tillage and no-tillage) on N and C distribution in stable aggregates fractions were analyzed in a savanna located in the High Central Plains of Venezuela. C and N content decrease with particle size, except for the smallest aggregates size. Concentrations of C and N were higher for the non tillage than for conventional tillage for size classes <0.4 mm. Non tillage and savanna soils aggregates appeared to be more nutrient conservative than conventional aggregates. Non tillage system for cultivated savanna may be beneficial over a long period of time.

El laboreo agrícola afecta tanto la estructura como la materia orgánica del suelo (Tisdall y Oades 1982), produciéndose efectos diferentes dependiendo del tipo de labranza (Beare *et al.* 1994, Six *et al.* 1999). En este contexto, las pérdidas de nitrógeno y carbono orgánico (N y C) han sido correlacionadas con la reducción de la estructura del suelo y con incrementos en la erodabilidad (Elliott 1986). Estas reducciones y el consecuente deterioro de los suelos adquieren connotaciones importantes si se considera este problema en el marco de los suelos de sabanas venezolanas. Dichos ecosistemas ocupan una gran extensión (300.000 km<sup>2</sup>) del territorio venezolano en los cuales descansa, en gran medida, la producción de cultivos de cereales del país. Estos suelos, tienen serias limitaciones de uso agrícola por ser fuertemente meteorizados, con fuerte acidez, alto contenido de aluminio intercambiable, baja capacidad de intercambio catiónico y baja disponibilidad de nutrientes indispensables para el crecimiento de las plantas. Al tener estas características, la intensificación de la agricultura ha sumado un problema más en el deterioro de los suelos. Es por ello, que existe un renovado interés en el desarrollo de sistemas agrícolas que conserven de una forma sostenida el recurso suelo, con el fin de paliar la creciente necesidad de alimentación de la población venezolana. Una forma de investigar la posibilidad práctica del uso de manejos agrícolas conservacionistas vs manejos convencionales en la conservación del suelo, es estudiar la base fundamental del funcionamiento de los agroecosistemas como es la relación estructura-materia orgánica. Por ello, el objetivo de este estudio se centra en comparar la distribución de N y C en los agregados de suelos de sabanas que son cultivados con maíz bajo siembra directa y labranza convencional, considerando como hipótesis, que el manejo agrícola afecta diferencialmente las variaciones de N y C en los agregados de suelos de sabana.

El estudio fue realizado en los Llanos Altos Centrales Venezolanos, a los 9° 11'N y 67°01'O, en una zona de transición entre el bosque seco tropical y la sabana propiamente dicha. El clima de la región es marcadamente biestacional, con una época de sequía y otra de lluvia. La precipitación total anual es de 1136 mm y la temperatura media anual es de 27°C. La vegetación nativa es de sabana con predominio de gramíneas *Trachypogon* sp y *Axonopus* sp. Los suelos son del orden ultisol, de bajo contenido nutricional; C entre 16-11(g/kg), N entre 1.3-0.8 (g/kg), pH (4.79-5.26) y alto contenido de sesquióxidos de Fe y Al. Granulométricamente tienen entre 30 y 39% de partículas <0,053 mm, entre 60 y 69% de partículas de tamaño 0,050-1 mm y alrededor de 1% de partículas entre 1-2 mm. El suelo de sabana mantiene alrededor de 90% de agregados estables al agua de tamaño >4.7 mm.

Los tratamientos de manejo comparados fueron: 1.- Labranza convencional (LC), que incluyó 4 pases de rastra y el suelo desnudo por la operación de labranza, aplicada durante 13 años. 2.- Siembra directa (SD), durante cinco años continuos, donde se dejó una cobertura de residuos de 11 ton ha<sup>-1</sup> y se sembró maíz PB-8 con una sembradora tipo 3 en 1. Anteriormente, este suelo fue manejado por 8 años con labranza convencional. 3.- Control (SN); que fue la sabana natural. El manejo de la

fertilización fue el mismo para los dos suelos cultivados. En cada tratamiento de manejo se tomaron 30 muestras intactas al azar para formar 3 muestras compuestas, cada una de 10. Esto se hizo a dos profundidades: 0 a 5 cm y 5 a 10 cm.

Para la obtención de agregados estables al agua se usaron dos tipos de pretratamiento de humedecimiento: seco y vapor, que correspondieron a diferentes grados de fuerza de rompimiento de los agregados, siendo la más intensa el pretratamiento seco. El procedimiento seguido fue el de Elliot (1986) donde el suelo fue separado en seis fracciones de tamaño de agregados; I: 4,7-8 mm, II: 0,8-4,7mm, III: 0,4-0,8 mm, IV: 0,1-0,4 mm, V: 0,053-0,1 mm y VI: <0,053 mm. A cada fracción de agregados se le hizo la corrección de las arenas. Estos agregados fueron pasados por un tamiz de 0,15 mm y se les determinó N total por el método de digestión - destilación y el C orgánico por el método de oxidación completa. Como análisis estadísticos se usaron ANOVAS para obtener las diferencias estadísticas entre tratamientos de suelo y fracciones de agregados.

Los resultados mostraron que el N y el C se distribuyeron diferencialmente en los agregados de suelos (tabla 1). Este patrón de comportamiento fue especialmente significativo en los suelos manejados con SD y en el suelo control, pudiéndose apreciar que los agregados más grandes de tamaño I y II de los tratamientos tuvieron significativamente más N y C que las otras fracciones más pequeñas de tamaño de agregados. Así mismo las fracciones IV y V, correspondientes a microagregados, tuvieron los menores valores de N y C, no mostrando, generalmente, variaciones significativas por los tratamientos de manejo. Destacó el aumento significativo del N y del C en la fracción VI, correspondiente al tamaño de los limos y arcillas, a valores similares a los encontrados en las fracciones del tamaño de agregados de 0,8-4,7 mm para cada tipo de tratamiento de suelo. Existió diferencias entre el patrón de distribución de los elementos estudiados en los agregados de suelo manejado con LC con relación a los tratamientos de manejo restantes. En este caso, hubo menor contenido y una distribución más homogénea del N y C entre los agregados con respecto al suelo manejados con SD, por otra parte no evidenció ningún efecto por la profundidad. Donde si se apreció variaciones significativas con la profundidad fue en las fracciones de agregados del tamaño I de los suelos SD y SN, observándose disminuciones de hasta un 44% para el N y de 10 a 20% para el C. Hubo pocas variaciones en el contenido y distribución de N y C entre agregados obtenidos por el pretratamiento seco y por vapor.

El tipo de manejo afectó de manera distinta la distribución y el contenido de N y C en las fracciones de agregados con respecto al suelo control (SN) (Figura 1). Por la acción del laboreo convencional el C se perdió más que el N en las fracciones de agregados. Sin embargo se logró un aumento de estos elementos en los agregados de mayor tamaño con el uso de la SD. Con el N las pérdidas se observaron en mayor magnitud en los agregados I y VI de los suelos LC. Con la profundidad las variaciones del N por el manejo agrícola solo fueron importantes en las fracciones de los limos y las arcillas, en cambio a esa profundidad el C mostró una disminución en los macroagregados de tamaño I. Posiblemente esto podría originarse por diferencias específicas en las transformaciones microbianas de estos elementos.

El contenido diferencial del N y C en la estructura del suelo apoya la hipótesis sobre la distribución jerárquica de la materia orgánica en los suelos de sabana de los Llanos altos centrales venezolanos. El uso de la SD, a diferencia de la LC, promovió una distribución de N y C en los agregados parecida a la del suelo natural, lo cual es un argumento que apoya la suposición que la SD crea condiciones de conservación de la materia orgánica similares a la de los suelos naturales. El laboreo y la profundidad no afectaron por igual al N y C de los agregados, las mayores variaciones se presentaron en los agregados de mayor tamaño y en las partículas <0,053 mm. De estos dos elementos, el C protegido en los agregados se perdió más que el N por el laboreo. Una posible explicación sería que en los suelos LC, el C sea más mineralizado que inmovilizado con relación al N, el cual sería más inmovilizado en la biomasa microbiana. Lo anterior permitiría considerar al carbono y sus transformaciones como el elemento principal en la formación y estabilización de los macroagregados de estos suelos de sabana. En virtud de lo expuesto, el manejo de las entradas orgánicas de estos suelos constituye una vía adecuada para lograr el mejoramiento potencial de las zonas degradadas por el laboreo intensivo o evitar un marcado deterioro cuando el suelo no ha sido cultivado. La SD, entre las alternativas conservacionistas que permiten un aumento de las entradas orgánicas, puede servir como tecnología que promueva el desarrollo de un agroecosistema tropical sostenible en esta zona tan deprimida de los Llanos venezolanos.

Beare, M.H., Cabrera, M.L., Hendrix, P.F. and D.C. Coleman. 1994. Aggregate-protected and unprotected organic matter pools in conventional and no-tillage soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 58:787-795.

Elliott, E.T. 1986. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native and cultivated soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 50:627-633.

Six, J. Elliott, E.T. and Paustian K. (1999) Aggregate and soil organic matter dynamics under conventional and no tillage systems. Soil Sci. Soc. Am. J. 63: 1350-1358.

Tisdall, J.M. and J.M. Oades. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. Journal of Soil Science. 33:141-163.

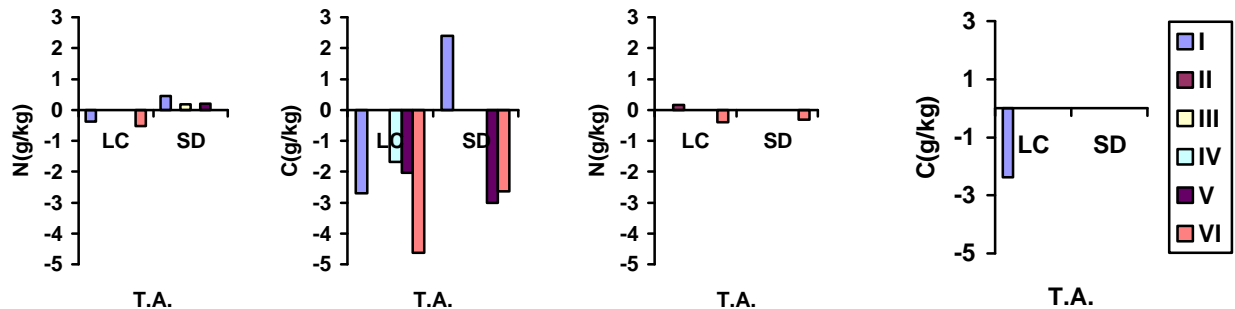
**Tabla 1: Contenido de N y C (g kg<sup>-1</sup>) en las fracciones de tamaño de agregados de cada tratamiento de manejo obtenidos con pretratamiento vapor y seco. Profundidad: 0-5 cm.**  
**Table 1: N and C (g kg<sup>-1</sup>) contents in the aggregate size fractions of the each management obtain with misted and slaked treatments. Depth: 0-5 cm.**

T.A mm	SN			LC			SD		
	C	N	C/N	C	N	C/N	C	N	C/N
I	15.2 g	1.3 i	11.4	12.5 e	1.0 ef	13.0	17.5 i	1.8 j	9.8
II	14.8 g	1.2 gh	12.4	13.5 e	1.1 f	12.5	15.7 gh	1.3 hi	12.4
III	--	0.9 de	--	13.0 e	1.0 ef	13.4	16.6 h	1.1 fg	15.4
IV	11.2 c	0.7 bc	15.3	9.8 b	0.8 cd	12.4	10.1 bc	0.8 cd	12.5
V	9.1 bc	0.5 a	18.0	8.2 a	0.6 b	13.0	7.6 a	0.7 bc	10.4
VI	15.1 g	1.2 g	13.1	10.1 c	0.8 cd	12.8	11.9 de	1.2 h	10.0
T.A. mm	5-10 cm			5-10 cm			5-10 cm		
	C	N	C/N	C	N	C/N	C	N	C/N
I	13.6 i	1.1 g	13.0	11.2 fg	1.0 de	11.7	13.8 i	1.0 fg	13.7
II	12.9 hi	1.0 de	13.4	12.9 gh	1.1 g	11.5	14 i	1.1 h	13.0
III	--	0.9 cd	--	11.9 gh	0.9 de	13.1	11.6 gh	0.9 de	12.7
IV	8.1 bc	0.7 bc	10.9	9.2 bc	0.6 cd	10.8	9.3 c	0.8 bc	12.2
V	7.1 a	0.5 a	14.2	7.0 ab	0.7 a	10.8	7.6 ab	0.6 a	11.7
VI	10.8 cd	1.0 g	10.7	8.0 b	1.0 f	7.4	9.1 c	1.1 h	8.3

Letras distintas indican diferencias significativas entre fracciones de tamaño de agregados, a la misma profundidad, entre tratamientos de manejo agrícola (en la misma fila) y dentro de cada tratamiento de manejo agrícola (en la misma columna). P<0.05. I: 4,7-8 mm, II: 0,8-4,7mm, III: 0,4-0,8 mm, IV: 0,1-0,4 mm, V: 0,053-0,1 mm y VI: <0,053 mm.

**Figura 1: Variaciones del contenido de N y C (g kg<sup>-1</sup>) con respecto al suelo SN en cada fracción de tamaño de agregados (T.A.) de dos profundidades de suelos con LC y SD. p<0.05**

**Figure 1: Variations of N and C (g kg<sup>-1</sup>) contents in relation with SN soil in each aggregate size fractions (T.A.) of the CT and NT soils to two depths**



0-5 cm

5-10 cm

I: 4,7-8 mm, II: 0,8-4,7mm, III: 0,4-0,8 mm, IV: 0,1-0,4 mm, V: 0,053-0,1 mm y VI: <0,053 mm.

## CARBON STORAGE UNDER CULTIVATED PASTURES IN A CLAYEY OXISOL IN THE CERRADO REGION.

J.E. DA SILVA, D.V.S. RESCK, E.J. CORAZZA e L. VIVALDI. EMBRAPA Cerrados, BR 020 Km 18, Cx. Postal 08.223, Planaltina - DF, CEP 73.301-970. E-mail: jesilva@cpac.embrapa.br

KEY WORDS: carbon sequestration, carbon stocks, cultivated pastures, cerrados.

Recent estimates of the global carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) budget show that there is 1.8 Pg.yr<sup>-1</sup> unaccounted as a “missing sink”, which probable have been absorbed by terrestrial ecosystems (Lal et al., 1995a). This has led many scientists attempting to characterize the conditions to which the soil can work as a source or sink for atmospheric CO<sub>2</sub> and the idea of managing world soils to render them as a sink for atmospheric carbon has been judiciously considered as a way to offset the greenhouse effect (Lal et al., 1995b). Upon analysis of the carbon storage data under well managed cultivated pastures in the Colombian savannas, Fisher et al. (1994), concluded that carbon sequestration in all savanna area of South America could account for 0.1 to 0.507 Pg.yr<sup>-1</sup>, an expressive amount of the missing sink. The Brazilian Cerrados (204 million hectares), comprises 45-50 million hectares of introduced pastures, predominantly *Brachiaria*, most of them experiencing some degree of degradation. In these circumstances, carbon storage in soil profile may not be effective to justify the soil as a sink for the missing atmospheric CO<sub>2</sub>.

To analyze the carbon balance and its implications on the role of the soil as a source or sink of atmospheric CO<sub>2</sub>, seven different sites on a Dark Red Latosol (Typic Haplorthox) were chosen: native pasture (1), *Panicum maximum* (2), consortium of *Andropogon gayanus* + *Neotonia wightii* + *Centrosema brasilianum* (3) *Brachiaria decumbens* (4), consortium *Brachiaria decumbens* + *Stylosanthes guianensis* (5) and two well managed seed production fields, *Brachiaria brizantha* (6) and *Paspalum atratum* (7). Seed production fields (sites 6 and 7), were not grazed while all the others were experimentally submitted to different stocking rates. Sampling was done in August/1995 and soil samples, taken to a depth of 1.00 m in five 20 cm layer thickness, were analysed for soil physical and chemical testing procedures. Carbon was analysed by wet oxidation with an extra external heating (Nelson & Sommers, 1982). Shoot biomass production was evaluated only once at sampling, measuring the amount of material collected in a 0.5 x 0.5 m square apparatus, disposed randomly in ten places in each field. Dry matter was obtained after equilibrium at constant weight in an oven dry muffle at 60° C for at least 48 h. The amount of carbon, was calculated by the equation:  $Q_i = 0.10 * C * E * D$ , where:  $Q_i$ , amount of carbon in  $t ha^{-1}$  per layer; C, carbon content in  $g Kg^{-1}$ ; E, thickness of the sampled layer in  $m$  and D, bulk density of the soil layer in  $Kg m^{-3}$ . The amounts of carbon ( $Q_i$ ) of each layer were added together to make up the total carbon in the soil profile down to a depth of 1.00 m. Comparisons among total carbon values and analysis of carbon distribution in soil profile were done using statistical procedures.

The clay content of the Dark Red Latosol (Typic Haplorthox) ranged from 567 to 610  $g Kg^{-1}$ , which is quite uniform. Other related chemical and physical properties showed that the native area kept its standard in low soil fertility, high soil acidity and low base saturation. Sites 2 to 5, were improved by liming and fertilization at the time of establishment; sites 6 and 7 showed the best chemical conditions at pasture establishment, with higher base saturation and high levels of available phosphorus and potassium. Shoot biomass production (Table 1) showed significant differences among treatments. Sites 3 (*B. decumbens*) and 5 (*A. gayanus* + *centrosema* + *perennial soybean*) with the lowest fertility status, had the lowest biomass, below that in the native pasture; sites 6 (*B. brizantha*) and 7 (*Paspalum atratum*), in areas with the highest fertility status, the highest biomass production. In all consortium (grass + legume) sites, only the grass stood alive while the legumes had practically disappeared. Carbon stocks down to a depth of 1.0 m amounted to 100  $t ha^{-1}$  in the native pasture and ranged from 97  $t ha^{-1}$  in the degraded *B. decumbens* to 113  $t ha^{-1}$  in the *P. maximum* and in the two fields for seed production of *B. brizantha* and *P. atratum* (Table 2). Although statistically significant, the differences in total carbon stocks did not show a large amplitude between their values, reaching a maximum of 16  $t ha^{-1}$ . Also, carbon stock in the native pasture was not statistically different from the introduced *B. decumbens*, visibly in a degradation process,

shown by the lowest shoot dry matter production. In a general trend, properly managed fields, like areas 6 and 7, worked as a sink for atmospheric carbon. However, soils with low input fertilization, a former and still common procedure in the Cerrados region, as found in areas 3, 4 and 5, worked as source of atmospheric carbon when compared to the native pasture. Once most of the introduced pastures in the Cerrado region are in a process of degradation (Macedo et al., 1995), it would not be expected to have the soil working as a sink for atmospheric CO<sub>2</sub>. Carbon storage values found by Fisher et al. (1994) in the Colombian Savannas were three times higher than those in this work emphasizing the environmental and management conditions differences at each place. The pattern of carbon accumulation in soil profile was about the same in all sites (Figure 1) and the carbon stock down to a depth of 40 cm was more than 50% of the total in all sites (Table 2), similar to the trends observed by Fisher et al. (1994).

As main conclusions: (1) Carbon accumulation higher than the previous native stocks were found only in areas with fertilization inputs and the magnitude of that accumulation is small; (2) Most of these differences occur at the superficial layers; (3) As a result of the former and still common pasture establishment and management procedures (low input fertilization, no maintenance fertilization and high stocking rates) in the Brazilian Cerrados region, most of the fields are in a process of degradation, making unlikely to have 40 million hectares as a sink of atmospheric CO<sub>2</sub>.

## REFERENCES

- FISHER, M.J.; RAO, I.M.; AYARZA, M.A.; LASCANO, C.E.; SANZ, J.I.; THOMAS, R.J.; VERA, R.R. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. *Nature*, London, v.371, n. 15, p. 236-238, 1994.
- LAL, R.; KIMBLE, J.; STEWART, B.A. World soils and greenhouse effect: an overview. In: LAL, R.; KIMBLE, J.M.; LEVINE, E.; STEWART, B.A. ed. **Soils and global change**. Boca Raton: CRC Lewis, 1995a. p. 1-7.
- LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; WHITMAN, C. Towards improving the global data base on soil carbon. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B.A. ed. **Soils and global change**. Boca Raton: CRC Lewis, 1995b. p. 433-436.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília, DF.; **Pesquisas para o desenvolvimento sustentável**: anais. Brasília: SBZ, 1995. p. 28-62.
- NELSON, P.W.; SOMMERS, C.E. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: PAGE, A.L. ed. **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison, WI: ASA/SSSA, 1982. Part 2, p. 539-579. (Agronomy Monographs, 9).

Table 1. Shoot biomass production of the pastures fields at the sampling time

Pasture fields	Management	Shoot biomass (kg ha <sup>-1</sup> )*
6. <i>Brachiaria brizantha</i>	Not grazed	4305 a
7. <i>Paspalum atratum</i>	Not grazed	4200 a
2. <i>Panicum maximum</i> (Vencedor)	Grazed	3868 b
4. <i>Brachiaria brizantha</i> + <i>Stylosanthes guyaniensis</i>	Grazed	1523 c
1. Native pasture	Grazed	1368 d
5. <i>Andropogon gayanus</i> + <i>Neonotonia. wightii</i> + <i>centrosema . brasilianum</i>	Grazed	1024 e
3. <i>Brachiaria decumbens</i>	Grazed	930 e

\*Means with the same letter are not significantly different from Tukey (p<0.05), MSD = 149 kg ha<sup>-1</sup>.

Tabela 2. Carbon accumulation in the soil profile under pastures

Layer (cm)	(1) Native pasture	(2) <i>Panicum maximum</i>	(3) <i>Brachiaria decumbens</i>	(4) <i>Brachiaria brizantha</i> + legumes Mg ha <sup>-1</sup>	(5) <i>Andropogon gayanus</i> + legumes	(6) <i>Brachiaria brizantha</i>	(7) <i>Paspalum atratum</i>
0-20	31.1 (31)*	37.2 (33)	30.8 (32)	32.4 (30)	36.1 (34)	37.3 (33)	39.9 (35)
20-40	23.6 (23)	28.2 (25)	23.1 (24)	25.6 (23)	23.8 (22)	27.9 (25)	28.0 (25)
40-100	45.0 (46)	47.6 (42)	43.2 (44)	52.3 (47)	45.6 (44)	47.8 (42)	45.1 (40)
Total	99.7 B**	113.0 A	97.1 B	110.3 AB	105.5 A	113.0 A	113.0 A

\*Figures in parenthesis correspond to the percentages of carbon stock in the profile; \*\*Means with the same letter are not significantly different from Tukey (p<0.05), MSD = 10.34 t ha<sup>-1</sup>.

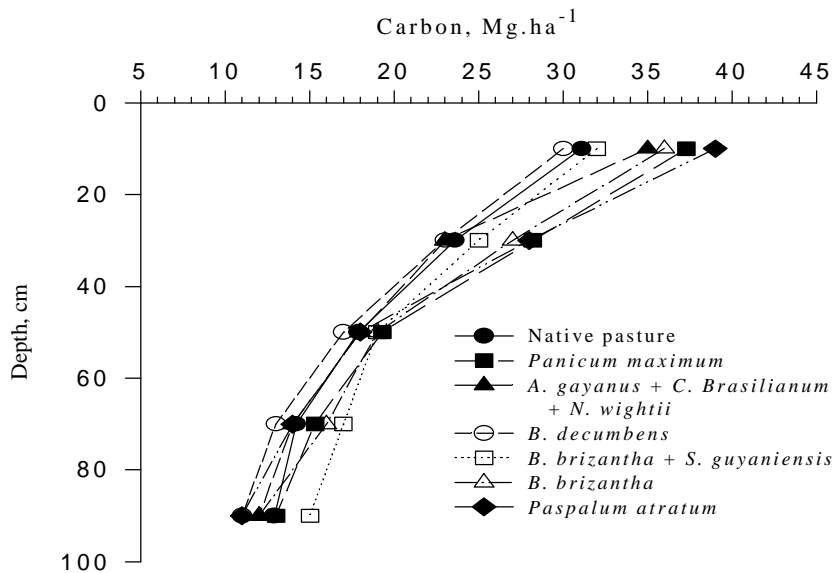


FIG. 1. Carbon distribution into soil profile under pastures

# ESTOCAGEM DE CARBONO NUMA SAVANA AMAZÔNICA CONTRIBUIÇÃO DO SOLO E DOS CUPINZEIROS

Vincent Eschenbrenner<sup>1</sup>, Márcia Toffani Simão Soares<sup>2</sup> e Adolpho José Melfi<sup>3</sup>.

1. Laboratório de Biogeoquímica do Solo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo e Institut de Recherche pour le Développement (ex ORSTOM), CP 96, 13400-970 Piracicaba - SP, Brasil. E-mail: eschen@cena.usp.br

2. Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900 Piracicaba - SP, Brasil.

3. Professor Titular Depto. Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900 Piracicaba - SP, Brasil.

O aumento, na atmosfera, dos teores de gases com o efeito estufa tem conseqüências sobre o meio ambiente e o clima. Medidas para diminuir as emissões de CO<sub>2</sub> e aumentar o seqüestro do carbono na biomassa vegetal e na matéria orgânica dos solos são avaliadas. Os solos atuam como fixadores de CO<sub>2</sub>, e como emissores. As espécies de térmitas, incorporando muito matéria orgânica nos seus cupinzeiros, contribuem no seqüestro do carbono. Este trabalho objetiva avaliar quantitativamente a contribuição i) do solo, ii) dos cupinzeiros, no estocagem do carbono.

Numa savana herbácea encravada na floresta tropical densa, na parte ocidental da Amazônia (63° 50' W, 8° 15' S), uma área de 2500 m<sup>2</sup> foi escolhida. Cada cupinzeiro da espécie dominante (sub-família Nasutitermitinae) foi mapeado e medido (perímetro máximo, altura). Nove cupinzeiros foram escolhidos ao acaso e amostrados. Ao lado de cada um, uma trincheira foi escavada e amostras das camadas 0-15, 15-30 e 30-50 cm foram recolhidas. O carbono (cupinzeiros e solos) foi medido com um analisador LECO CR-412, e a densidade aparente dos solos com anéis volumétricos.

Dentro da área mapeada, 152 cupinzeiros da espécie dominante foram encontrados, o que equivale a uma densidade de 602 por hectare. Os teores de carbono dos cupinzeiros (76 g C kg<sup>-1</sup>) são mais de 3 vezes maiores que aqueles da camada 0-15 cm dos solos. Cada metro quadrado de solo, até uma profundidade de 50 cm, contém 7.24 kg de carbono (ou 72.4 tC.ha<sup>-1</sup>).

A avaliação do peso seco dos 152 cupinzeiros da área foi feita com a curva de regressão “ peso seco = f (perímetro máximo x altura) ” estabelecida pela pesagem e medida de 40 cupinzeiros fora da área mapeada. A melhor equação ( r<sup>2</sup> = 0.952), de tipo potencial, é: “ peso seco (g) = 0.013.Im<sup>1.5925</sup> ”, onde Im (índice morfológico) = altura (cm) x perímetro (cm). O peso seco total dos 152 cupinzeiros alcança 445.8 kg, o que corresponde a 1.78 t.ha<sup>-1</sup> (o a 0.178 kg.m<sup>-2</sup>). Utilizando o teor médio de carbono de 76.24 g C.kg<sup>-1</sup>, finalmente o estoque de C nos cupinzeiros alcança **13.6 gC.m<sup>-2</sup>**.

Apesar dos altos teores de carbono (76 g C kg<sup>-1</sup>) e densidades consideráveis (608 ha<sup>-1</sup>), a contribuição dos cupinzeiros para o estocagem do carbono é insignificante (< 0.2 %) em comparação à contribuição da matéria orgânica do solo (99.8 %).

Palavras chaves: estocagem C; cupinzeiros; solo; savana; Amazônia



# EFFET DE L'INSTALLATION DE PATURAGES SUR LES STOCKS ET LA DYNAMIQUE DU CARBONE DANS DES SOLS DE L'AMAZONIE BRÉSILIENNE

T. DESJARDINS <sup>(1)</sup>, E. BARROS <sup>(2)</sup>, M. SARRAZIN <sup>(1)</sup> e C. GIRARDIN <sup>(3)</sup>

(1) Institut de Recherche pour le Développement, 32 avenue Henri Varagnat, 93143 Bondy Cedex France ; [Thierry.Desjardins@bondy.ird.fr](mailto:Thierry.Desjardins@bondy.ird.fr)

(2) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, CP478, CEP 69011-970 Manaus, AM, Brésil

(3) Université P. et M. Curie, CNRS-INRA, UMR n°162, Laboratoire de Biogéochimie Isotopique, case 120, 4 place Jussieu, 75252, Paris Cedex 05, France

**Key-words** : deforestation, pastures, soil organic matter, particle-size fractions, <sup>13</sup>C isotope

## Abstract :

In Amazonia, conversion of forest to pasture will affect the soil carbon content. Changes in the carbon content were studied using a size fractionation method and <sup>13</sup>C analysis. Results showed the strong effect of texture on soil carbon content. Fifteen years of pasture has resulted in a slight increase of C stored in the coarsest fraction (20-2000 µm), both in clayey and sandy soils. Fractionation results and <sup>13</sup>C data indicated a slightly faster turnover of carbon in the sandy soil.

## Introduction

A partir de la fin des années 60, la déforestation et les pratiques agricoles ont fortement augmenté en Amazonie brésilienne, et l'on estime aujourd'hui à plus de 50 millions d'hectares les surfaces déforestées et transformées en pâturages. Cette transformation de la couverture végétale provoque des modifications des caractéristiques physiques et chimiques des sols, et peut induire des changements dans les réserves organiques des sols. Les études effectuées en Amazonie mettent en évidence des évolutions divergentes de ces réserves organiques avec, selon les cas, une diminution, un maintien, ou une augmentation du contenu en carbone des sols après plusieurs années sous pâturage. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces différentes évolutions: la localisation géographique et le type de sol, la graminée plantée, les pratiques culturales et le mode de gestion des sols.

Les objectifs de ce travail sont d'évaluer l'impact de la déforestation et de la mise en pâturage sur les réserves et la dynamique du carbone de l'horizon de surface (0-5 cm) de sols ferrallitiques et d'étudier l'effet de la texture sur les stocks et la dynamique du carbone. Dans ce but, deux chronoséquences de pâturages développées sur des sols ferrallitiques différents essentiellement par leur texture ont été comparées. Le fractionnement granulométrique et la mesure de l'abondance naturelle en <sup>13</sup>C ont été utilisés afin de déterminer l'origine et le renouvellement de la matière organique des sols.

## Matériel et Méthodes

Le premier site d'étude est localisé en Amazonie Centrale. Les sols sont des sols ferrallitiques très argileux, acides, désaturés et pauvres en bases échangeables (Tab.1). La chronoséquence étudiée comprend 3 pâturages de *Brachiaria humidicola* de 4 (AC4), 8 (AC8) et 15 ans (AC15). Le second site d'étude est localisé en Amazonie orientale. On y trouve des sols ferrallitiques sablo-argileux également acides, désaturés et pauvres en bases échangeables (Tab.1). La chronoséquence étudiée est constituée de 3 pâturages de *Brachiaria humidicola*, de 3 (AO3), 9 (AO9) et 15 ans (AO15). Dans chaque parcelle, pour la couche 0-5 cm, un fractionnement granulométrique a été effectué sur 3 échantillons séchés à l'air et tamisés à 2 mm: les fractions 0-2 µm, 2-20 µm et 20-2000 µm ont été séparées. Le carbone organique du sol et des fractions a été déterminé par combustion avec un autoanalyseur Fisons NA 1500 CHN, après broyage à 100 µm. L'abondance naturelle en <sup>13</sup>C a été mesurée avec un spectromètre de masse Fisons SIRA 10 Isotope Ratio MS. L'abondance naturelle en <sup>13</sup>C est exprimée en unités δ, par rapport à une référence internationale:

$$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰} = 10^3 \times \left[ \frac{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{échan.}}}{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{réf.}}} - 1 \right]$$

Les teneurs et quantités de carbone du sol total et de chaque fraction provenant de la forêt (Cdf) et du pâturage (Cdp) ont été calculées de la manière suivante:

$$\text{Cdp} = \left[ \frac{(\delta - \delta_0)}{(\delta_p - \delta_0)} \right] \times \text{Ct}$$

où  $\delta$  est le  $\delta^{13}\text{C}$  de l'échantillon de sol sous pâturage,  $\delta_0$  le  $\delta^{13}\text{C}$  de l'échantillon de sol sous forêt et  $\delta_p$  le  $\delta^{13}\text{C}$  de la graminée du pâturage (- 12,3 ‰).

### Résultats et Discussion

Dans les sols argileux de la chronoséquence d'Amazonie Centrale (AC), les teneurs en carbone (C) de l'horizon superficiel sont élevées, et elles augmentent légèrement après l'installation des pâturages (Fig.2) : de 43,6 mg g<sup>-1</sup> sous forêt à 54,6 mg g<sup>-1</sup> dans le pâturage de 15 ans.

Dans les sols sablo-argileux de la chronoséquence d'Amazonie Orientale (AO), les teneurs en C sont considérablement plus faibles, mais elles augmentent de la même manière après l'installation de pâturages (Fig.2) : de 14,4 mg g<sup>-1</sup> sous forêt à 18,5 mg g<sup>-1</sup> dans le pâturage de 15 ans.

Le fractionnement granulométrique met en évidence la forte opposition entre les répartitions pondérales des fractions dans les sols des deux chronoséquences (Fig.1a) : dans la chronoséquence AC, la fraction 0-2 µm constitue de 75 à 80 % du poids total, alors que dans la chronoséquence AO, la fraction 20-2000 représente plus de 80 % du poids total.

Malgré cette forte différence entre les répartitions pondérales, la proportion de C associée à chaque fraction granulométrique est assez semblable dans les sols des deux chronoséquences (Fig.1b). Sous forêt, de 55 à 60 % du carbone est associé à la fraction argileuse. Cette proportion diminue avec la mise en pâturage, pour atteindre des valeurs variant de 42 à 46 % dans les pâturages de 15 ans. En contrepartie, la proportion de C associée à la fraction la plus grossière augmente, dans la chronoséquence AC, alors que dans la chronoséquence AO, c'est la proportion de C associée à la fraction intermédiaire qui augmente.

Les valeurs de  $\delta^{13}\text{C}$  (non montrées) ont été utilisées pour calculer les contributions relatives du carbone originaire de la forêt (Cdf) et du carbone originaire de la graminée (Cdp) dans les différentes fractions granulométriques des pâturages étudiés (Fig. 3). Dans la chronoséquence d'Amazonie Centrale, la proportion de CdP incorporée est plus élevée dans la fraction fine que dans la fraction grossière : après 15 ans de pâturage, de 26 à 38 % du carbone des fractions provient de la graminée.

Dans la chronoséquence AO, l'incorporation du carbone de la graminée est plus rapide et varie de 42 à 48 % selon les fractions, la valeur la plus faible étant observée dans la fraction fine.

Cependant, si pour un âge donné, les proportions de CdP sont plus faibles dans les fractions granulométriques des sols de la chronoséquence AC, les quantités de CdP incorporées aux différentes fractions y sont nettement plus élevées : ainsi dans la fraction 0-2 µm du pâturage de 15 ans, plus de 9 mgC g<sup>-1</sup> de sol proviennent de la graminée, alors que dans le pâturage de 15 ans de la chronoséquence AO, environ 3 mgC g<sup>-1</sup> de sol proviennent de la graminée.

Les résultats obtenus confirment l'effet essentiel de la texture sur les teneurs et quantités de matière organique des sols ferrallitiques. Dans les deux situations étudiées, la mise en pâturage provoque une augmentation modérée des teneurs en carbone des sols. Cette augmentation est essentiellement due à une augmentation [absolue et relative] des quantités de carbone associées à la fraction la plus grossière, alors que les quantités de C associées à la fraction argileuse n'évoluent pratiquement pas.

La mesure de l'abondance naturelle en  $^{13}\text{C}$  montre que le taux de renouvellement de la matière organique est un peu moins élevé dans la chronoséquence constituée de sols argileux, même si les quantités totales de C y sont plus fortes.

Tableau 1 : Principales caractéristiques des sols sous végétation naturelle dans les deux sites d'étude  
Table 1 : Main characteristics of forest soils from the two study sites

	Profondeur (cm)	Texture (%)			Densité apparente	pH H <sub>2</sub> O	Bases éch meq 100g <sup>-1</sup>	P ppm
		Sables	Limons	Argiles				
AC	0-5	12,8	3,1	84,1	0,88	4,3	0,47	15
	10-20	11,1	1,5	87,4	1,13	4,4	0,35	13
AO	0-5	78,7	5,5	15,9	1,20	4,0	1,21	5
	10-20	72,5	6,8	20,7	1,37	4,1	0,48	3

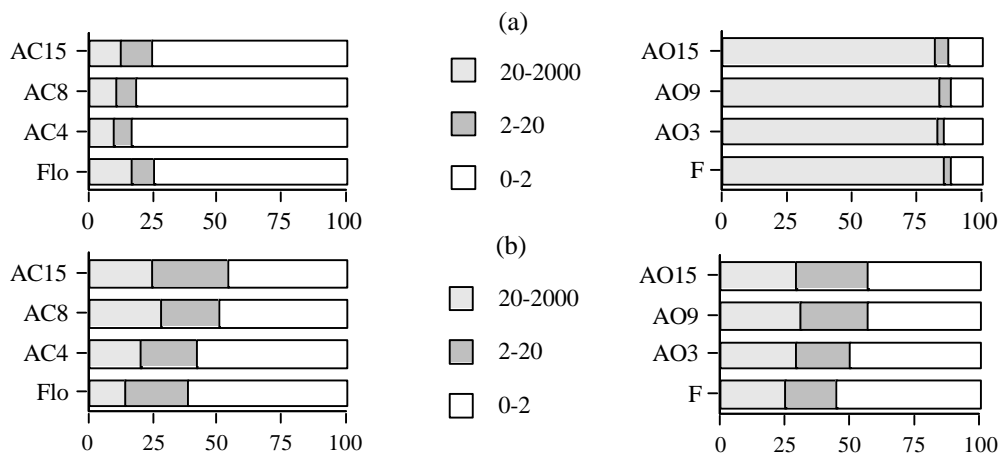


Figure 1: Répartition pondérale (a) et teneurs en carbone, exprimées en % du carbone total (b), des fractions granulométriques, dans les deux chronoséquences  
 Figure 1: Percent weight distribution (a) and carbon content, expressed in % of total carbon (b), of the particle-size fractions, in the two chronosequences

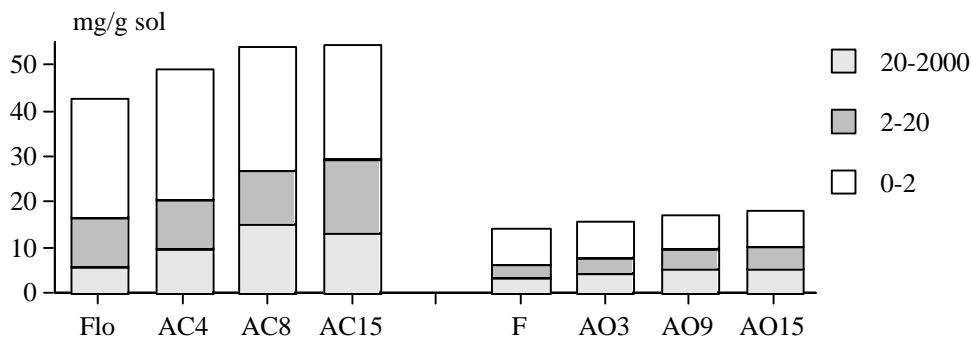


Figure 2: Teneurs en carbone des fractions granulométriques, exprimées en mg/g de sol, dans les deux chronoséquences  
 Figure 2: Carbon content of the particle-size fractions, expressed in mg/g of soil, in the two chronosequences

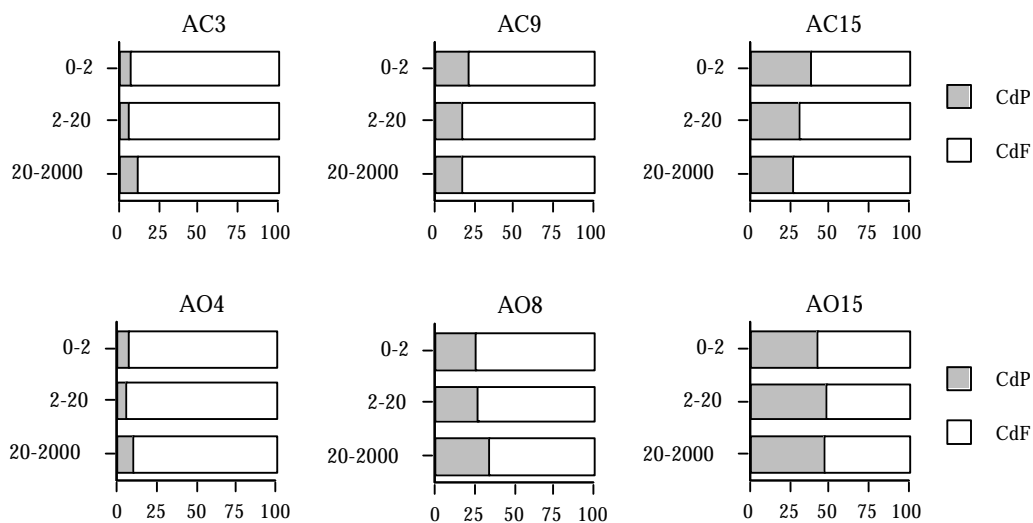


Figure 3: Proportions de carbone provenant de la forêt (CdF) et du pâturage (CdP) dans les deux chronoséquences  
 Figures3: Percentages of carbon derived from forest (CdF) and from pasture (CdP) in the two chronosequences

# CO<sub>2</sub> evolution from soil and physical protection of soil organic carbon in a young pasture on Vertisol

CHEVALLIER T.<sup>1</sup>, BLANCHART E.<sup>1</sup>, ALBRECHT A.<sup>2</sup> AND FELLER C.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> IRD-BOST, BP 8006, 97259 Fort-de-France cedex, Martinique (FWI)

e-mail: chevali@versailles.inra.fr

<sup>2</sup> IRD/ICRAF, P.O. Box 30677, United Nations Avenue, Gigiri, Nairobi (Kenya)

<sup>3</sup> CENA-USP/IRD, Caixa Postal 96, 13400-970 Piracicaba, SP, Brazil

Key words: Vertisols, re-grassed pasture, soil aggregates, field CO<sub>2</sub> evolution, organic C biodisponibility

## Introduction

Long periods of continuous cropping were recognised to affect soil organic matter (SOM) content and to increase soil erosion. For example, in Martinique several years of intensive farming on vertisols led to an important decrease in SOM and soil aggregation and to an important increase in soil erosion. There is now a need to restore the soil organic matter in order to preserve the soil resources. In literature, pastures seem to be one of the best agrosystems for enhancing the SOM stock in cultivated soils. In Martinique, planting a *Digitaria decumbens* pasture on a cultivated vertisol increased the soil organic carbon (SOC) stock from 31 to 37 MgC ha<sup>-1</sup> (0-20 cm) within 5 years (Chevallier et al., 2000). This high storage value could be explained partly by the heavy clayey soil and the high plant inputs.

Nevertheless, we did not know so far if this increase of SOC stock was a result only of an increase of annual organic carbon (OC) inputs from the *D.decumbens* pasture or also of a decrease of OC outputs by mineralisation. **The first objective** of this study was to show by field CO<sub>2</sub> measurements if that the SOC storage in vertisols could be explained by a relative decrease of SOM mineralisation.

This decrease in SOM mineralisation could be due to a chemical stabilisation of SOM or a physical protection of SOM in soil aggregates to biodegradation. That protection effect was already mentioned in the literature, but few data are available for tropical soils (Beare et al. 1994). In Martinique, Albrecht et al. (1992) observed that soil C promoted the vertisol aggregation as a binding agent. **Our second objective** was to verify throughout laboratory measurements if SOC protection to mineralisation exists in the aggregates of vertisol under pasture.

## Materials and methods

The experiment was located in the south-eastern part of Martinique, French West Indies (14°25'N / 60°53'W). The area is characterised by a humid tropical climate. The soil was a smectitic Leptic Hapludert (USDA classification) or Eutric Vertisol (FAO-UNESCO classification) developed on andesite. It has about 50-60% of clay. The soil was irrigated (rain plus irrigation amounted to about 120 mm month<sup>-1</sup>).

Comparative measurements of CO<sub>2</sub> in field and in laboratory were conducted on several plots under different land use systems as long term market gardening (18 years), re-grassed pasture after fifteen years of market gardening and long term pasture (18 years), providing a range of soil carbon content.

### *1-Field CO<sub>2</sub> evolution measurement*

In the field, CO<sub>2</sub> evolutions were measured by the closed chamber method with an infrared gas analysis. Different replicates in time and space were assumed. Each chamber location was defined by its SOC content measured with a Carbon Nitrogen Sulfur Analyser, NA 1500, (Carlo Erba). The contribution of root respiration in total soil respiration was estimated by comparison of CO<sub>2</sub> emissions between untreated soil and soil treated with systemic herbicide, applied 15 days before measurement.

To test the bioavailability of SOC to microorganisms, we defined an index (I<sub>CO<sub>2</sub></sub>) of daily CO<sub>2</sub> emission relative to the SOC content. For simplification we only use the SOC content of the upper 10 cm. This index (gCO<sub>2</sub>-C kgC<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) was calculated as followed:

$I_{CO_2} = (C - CO_{2\text{ annual}} / 365) / C$ , where  $C - CO_{2\text{ annual}}$  is the C-CO<sub>2</sub> annual evolution and  $C$  is the soil C.

## *2-Laboratory CO<sub>2</sub> measurements*

Soil was sampled, fragmented in clods (diameter 1-2 cm), and air-dried. The air-dried clods of soil were either not crushed or crushed and sieved to 200 µm. Then the soil samples were incubated in a closed vessel at 28 °C during 21 days. The CO<sub>2</sub> produced is absorbed in sodium hydroxide and quantified by titration.

## **Results and discussion**

### *1- CO<sub>2</sub> evolved from soil measured in the field.*

The annual CO<sub>2</sub> flux increased with the duration of the pasture from 14 Mg CO<sub>2</sub>-C ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in market gardening to 18-20 Mg CO<sub>2</sub>-C ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in five years old pasture and to 25 Mg CO<sub>2</sub>-C ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in a long-term pasture. Data for soil respiration rates from tropical pasture in literature (4.7 to 21 Mg C ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) were generally inferior or equal to these values. This could be explained by lower soil moisture in these soils compared to the regularly irrigated soil in our study.

Combining the data of each chamber location, we found a significantly positive correlation ( $r^2=0.42$ ,  $p<0.01$ ) between SOC stock and CO<sub>2</sub> fluxes (Fig.1). Since soil respiration is the sum of microorganisms respiration and root respiration, the high CO<sub>2</sub> evolution in the richer SOC soils could be related to a higher root respiration according to the presence of more roots. We compared the soil respiration between plots without living roots (herbicide application) and plots with living roots, and assumed that in this pasture the contribution of root respiration was about 12 %, to the total soil respiration. This value did not explain all the extra CO<sub>2</sub> evolved from richer SOC soils. A larger SOC content in soils gave a larger quantity of OC substrates for soil microorganisms metabolism and then a larger CO<sub>2</sub> emissions from soils. This was even verified by many laboratory measurements but more sparsely by field measurements.

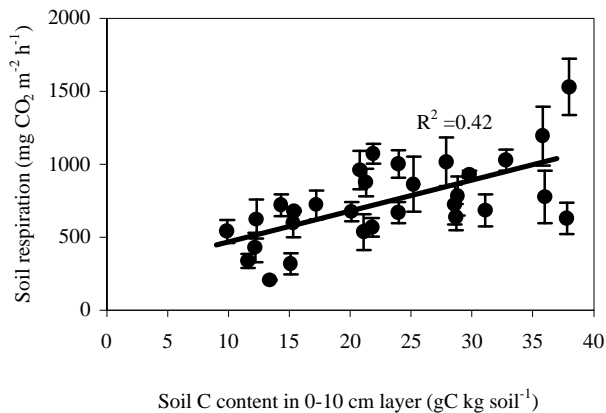
The index ( $I_{CO_2}$ ) of daily CO<sub>2</sub> emission relative to the SOC content decreased with the duration of the pasture and with the C content ( $r^2= 0.40$ ,  $p< 0.01$ , Figure 2). In spite of continuous larger C inputs in the re-grassed soil, the bioavailability of the SOC decreased with the pasture establishment. These results illustrate a protection of SOC against mineralisation and subsequently a storage of OC in soils with the pasture establishment. This process of SOC protection against mineralisation could be a chemical stabilization of organic compounds, or a limited access of the SOM to microorganisms (physical protection). The second part of this study was to verify or not this latter hypothesis.

### *2- Bioavailability of SOC characterised in standard conditions*

In standard conditions, as well as in the field, the CO<sub>2</sub> evolved was higher in richer SOC content soil, from 0.26 to 1.04 gC kg soil<sup>-1</sup> for clod samples (Figure 3). These values were higher when the samples were crushed (Figure 3), there was then a "de-protection" of some organic materials when the soil has been crushed before incubation. This amount of organic carbon protected in soil structure (200 µm – clods) was higher when the SOC content was higher (Figure 3). Moreover in the long term pasture soil drying-rewetting treatments, which are known to affect intimately the soil structure, also increase C mineralisation more than in the market gardening soil (Figure 3).

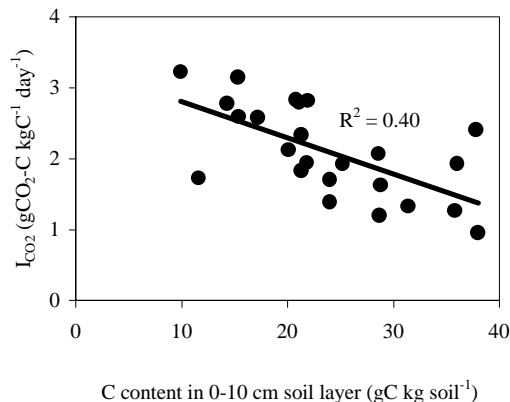
These results were comparable to Beare et al. (1994) and Gijsman and Sanz (1998) results, where experiences of tropical soil incubation were conducting in quite the same conditions as in our study (crush to 250 µm and un-crushed samples and soil incubation of 20 and 41 days) (Figure 4). Nevertheless, the increase of CO<sub>2</sub> emission after crushing seemed to be generally lower in temperate conditions than in tropical conditions and larger in cultivated soils than in virgin soils. But few data were available to really conclude.

The second hypothesis mentioned after field CO<sub>2</sub> measurement was verified. In pasture, no soil disturbance plus the development of root enmeshment is promoting soil aggregation. Indeed, Angers (1992) and Jastrow (1996) in temperate re-grassed soil observed an increase of soil aggregation before the OC accumulation in the soil. The SOC can then promote the vertisol aggregation as a binding agent (Albrecht et al. 1992) and in positive feedback, the soil aggregation can promote the SOC storage. Recent C inputs in regrassed soil from D.decumbens could be then incorporated in soil aggregates (Golchin et al. 1994) and then be partly physically protected from mineralisation (Beare et al. 1994).

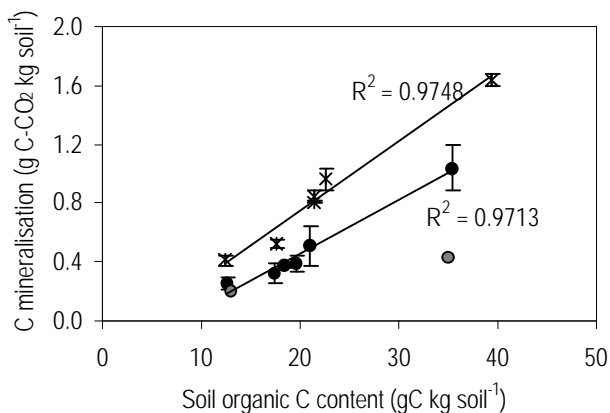


In Chevallier et al. (2000) we calculated that 15 % of the total C inputs in five years were stored in this vertisol.

**Figure 1a** Relationship between CO<sub>2</sub> evolution and SOC stock

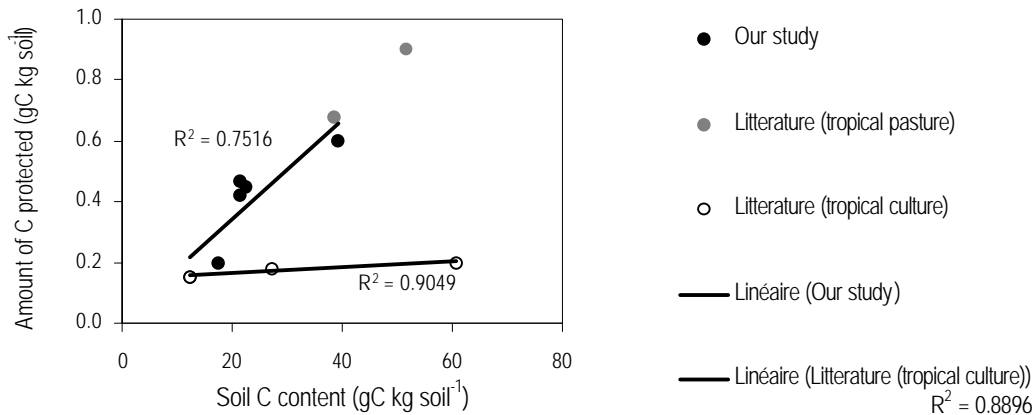


**Figure 1b** Correlation between I<sub>CO<sub>2</sub></sub> and SOC stock



- Clods (cm)
- ✱ Crushed and sieved to 200 µm
- Clod without drying-rewetting treatment

**Figure 2** Correlation between soil respiration and SOC content in standard conditions on clods and crush samples.



**Figure 3** Correlation between SOC content and amount of protected SOC against minneralisation in our study and other tropical study (Beare et al. 1994, 20 days of incubation; Gijssman and Sanz 1998, 41 days of incubation).

**References:**

- Albrecht A., Rangon L. and Barret P. (1992) Effet de la matière organique sur la stabilité structurale et la détachabilité d'un vertisol et d'un ferrisol (Martinique). *Cahiers ORSTOM, série Pédologie* 27, 121-133.
- Beare M. H., Cabrera M. L., Hendrix P. F. and Coleman D. C. (1994) Aggregate-Protected and Unprotected Organic Matter Pools in Conventional-Tillage and No-Tillage Soils. *Soil Science Society of America Journal* 58, 3, 787-795
- Chevallier T., Blanchart E., Girardin C., Mariotti A., Albrecht A., Feller C. The role of biological activity (roots, earthworms) in medium-term C dynamics in vertisol under a *D. decumbens* pasture. Accepted in *Applied Soil Ecology* (June 2000).
- Golchin A., Oades J. M., Skjemstad J. O. and Clarke P. (1994) Soil Structure and Carbon Cycling. *Australian Journal of Soil Research* 32, 5, 1043-1068.
- Gijsman A. J. and Sanz J. I. (1998) Soil organic matter pools in a volcanic-ash soil under fallow or cultivation with applied chicken manure. *European Journal of Soil Science* 49, 427-436.

## FLUXOS DE DIÓXIDO DE CARBONO, ÁGUA E ENERGIA EM UMA PASTAGEM NO BRASIL CENTRAL

Silva, G. Tunes.\*; Santos, A. J.Barbosa, Quesada, C. Alberto, Fortunato, J. Max, Miranda, H. Sinátora, Miranda, A.C., Meirelles, M.L., San José, J. Breyer, L. Medeiros e Grace, J.

\*Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. E-mail: [gabriela.tunes@apis.com.br](mailto:gabriela.tunes@apis.com.br)

## FLUXES OF CARBON DIOXIDE, WATER VAPOUR AND ENERGY OVER A PASTURE IN CENTRAL BRAZIL

### ABSTRACT

Fluxes of carbon dioxide, water vapour, latent and sensible heat were measured by eddy correlation technique in a pasture in Central Brazil. The field measurements were made from April 20 to 04<sup>th</sup> of May 2000. The mean maximum CO<sub>2</sub> assimilation rate for the pasture was -36  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . The dark respiration measured by the eddy correlation system had maximum value of 10  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , and showed no correlation with the average air ( $r^2=0.001$ ) and soil ( $r^2=0.001$ ) temperatures. The latent heat flux represented about 60% of the available energy, and the Bowen ratio was 0.66. The soil heat flux represented less than 10% of the net radiation.

Key-words: pasture, carbon fluxes, Central Brazil

### RESUMO

O cerrado é o segundo maior ecossistema brasileiro, e cobre cerca de 2,0 milhões de km<sup>2</sup>. O cerrado compreende diversas formações fisionômicas, que formam um gradiente biológico que vai de formações campestres (campo-sujo) a formações florestais (cerradão). As fisionomias intermediárias (campo-sujo e cerrado *sensu stricto*) são as formações savânicas. O clima na região do cerrado é tropical com temperatura média de 18°C. Há duas estações bem definidas: uma chuvosa (de outubro a abril) e uma seca (de maio a setembro). A precipitação anual média varia de 1100 a 1600 mm, e cerca de 90% da precipitação ocorre na estação chuvosa. Trabalhos anteriores no cerrado mostram que este ecossistema é um dreno de CO<sub>2</sub> da atmosfera, com potencial de absorver carbono comparável aos observados em florestas tropicais e temperadas. De acordo com estes trabalhos, o cerrado é um dreno de CO<sub>2</sub> durante a maior parte do ano, e se transforma em fonte durante alguns meses, que correspondem ao auge da estação seca (Silva, 1999; Santos, 1999; Miranda *et al*, 1996; Monteiro, 1995) . A ocupação do cerrado iniciou-se há cerca de 50 anos, e vem aumentando rapidamente. Em 1994, cerca de 38% da área total do cerrado estavam alterados pela agricultura, e estimativas mostram que, em 2001, 49% da área do ecossistema poderão estar modificados pelo uso da terra. Desta forma, o uso da terra em áreas de cerrado pode Ter uma influência significativa no balanço anual de carbono do ecossistema. Neste trabalho, fluxos de dióxido de carbono, vapor d'água, calor sensível e calor latente foram medidos por covariância de vórtices turbulentos (eddy correlation) em uma pastagem localizada a 100 km de Brasília. Também foram medidos a radiação incidente, radiação líquida, fluxo de calor no solo e densidade de fluxo de fótons. A área de estudo tem 16 ha e, anteriormente, era ocupada por um cerradão. Há nove anos atrás, a área foi desmatada e a vegetação nativa substituída por *Brachiaria brizantha*. A pastagem estava em deferimento há seis meses. As medidas foram realizadas no período de 20 de abril a 04 de maio de 2000, correspondendo ao final da estação chuvosa. Os sensores de radiação foram instalados em uma torre de 4,5 m de altura. A radiação líquida foi medida por um Net Radiometer ( NR Lite, Kipp & Zonen, Delft, Netherlands), e a radiação incidente com um piranômetro (Kipp & Zonen, Delft, Netherlands) voltado para cima. A radiação refletida foi medida com um piranômetro voltado para baixo. A densidade de fluxo de fótons foi medida por um quantum sensor (PAR Lite, Kipp & Zonen, Delft, Netherlands). O fluxo de calor no solo foi medido por duas placas (Soil Heat Plates), instaladas no solo a 5 cm de profundidade, e a temperatura do solo foi medida por um termopar tipo T (cobre-constantan). Os dados coletados pelos sensores de radiação, pela placas de fluxo de calor no solo e pelo termopar foram enviados a cada minuto para um DataLogger (21X, Campbell



Scientific Inc., Logan, USA) e médias de cada meia hora foram armazenadas em um módulo de memória em estado sólido (SM 192 Storage Module, Campbell Scientific Inc., Logan, USA). As medidas de eddy correlation foram realizadas em uma torre de 3 m de altura, localizada a 20 m da torre de radiação. As três componentes do vento (u, v e w) foram medidas por um anemômetro sônico tridimensional (Solent R3A, Gill Instruments, Bristol, UK). As concentrações de dióxido de carbono e de vapor d'água do ar foram medidas por um analisador de gás infravermelho (IRGA 6262, LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA), colocado no chão, ao lado da torre. As amostras de ar foram coletadas a 3 m de altura, a 15 cm de distância do anemômetro sônico. Os dados coletados pelo anemômetro e pelo IRGA foram enviados para um PC (laptop Compaq AMD K6), rodando o programa Edisol R3 (Edinburgh University, Edinburgh, UK). A respiração do solo foi medida por uma câmara de solo (Soil Chamber, LI 6400, LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA) e o índice de área foliar pelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA). A taxa máxima de assimilação de CO<sub>2</sub> pela pastagem foi, em média, 36 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, e ocorreu às 12:00. Este valor é alto quando comparado com vegetação nativa, provavelmente devido à maior proporção de gramíneas C<sub>4</sub> (15 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> para o cerrado *sensu stricto* e 17 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> para campo-sujo; Silva, 1999; Santos, 1999; Miranda *et al*, 1996; Monteiro, 1995). As altas taxas de assimilação obtidas estão de acordo com o alto índice de área foliar (LAI=4). Os fluxos de carbono mostraram correlação com a densidade de fluxo de fótons (r<sup>2</sup>=0,95), e o ponto de compensação de luz foi 252 μmol fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. A condutância de superfície máxima foi, em média, 6,6 mm s<sup>-1</sup>, e também ocorreu às 12:00. A respiração noturna do ecossistema medida por eddy correlation teve valor máximo de 10 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. A respiração do solo média medida pela câmara de solo foi 9,4 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. A respiração do solo não mostrou correlação com as temperaturas do ar (r<sup>2</sup>=0,001) e do solo (r<sup>2</sup>=0,001). A pastagem se comportou como um forte dreno de CO<sub>2</sub> durante o período de medidas, e sua assimilação diária líquida foi de 230 kg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Os valores máximos para radiação incidente e a radiação líquida aconteceram às 12:00 e foram, respectivamente, 890 e 607 Wm<sup>-2</sup>. O fluxo de calor latente correspondeu a 60% da energia disponível, e a razão de Bowen (β, a razão entre calor sensível e calor latente) foi 0,66. O fluxo de calor no solo corresponde a menos de 10% da energia líquida, e o albedo para a vegetação foi 0,23.

## REFERÊNCIAS

- SILVA, G.T. 1999. Fluxos de CO<sub>2</sub> em um campo-sujo submetido à queimada prescrita. *Dissertação de mestrado*. Universidade de Brasília.
- SANTOS, A.J.B. 1999. Fluxos de CO<sub>2</sub>, água e energia em um campo-sujo. *Dissertação de mestrado*. Universidade de Brasília.
- MIRANDA, A.C.; Miranda, H.S.; Lloyd, J.; Grace, J.; McIntyre, J.A.; Meir, P.; Riggan, P.; Lockwood, R. & Brass, J. 1996. Carbon dioxide fluxes over a cerrado *sensu stricto* in central Brazil. In: *Amazonian deforestation and climate*. J.H.C. Gash, C.A. Nobre, J.M. Roberts & R.L. Victoria (eds.) Institute of Hydrology, p. 353-363.
- MONTEIRO, J.M.G. 1995. Fluxos de CO<sub>2</sub> em um cerrado *sensu stricto*. *Dissertação de mestrado*. Universidade de Brasília.

## FIGURAS

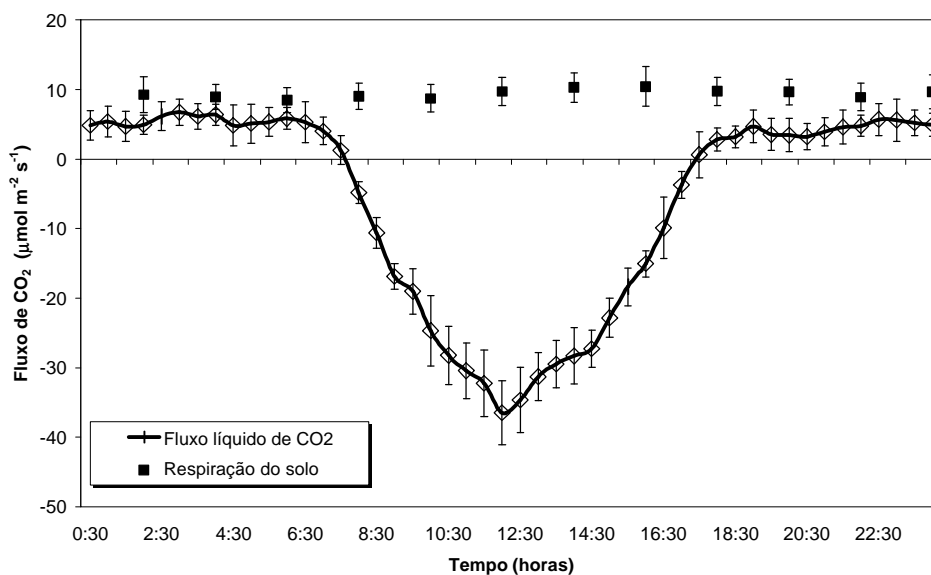


Figura 1. Médias do fluxo líquido de CO<sub>2</sub> (linha) e da respiração do solo para uma pastagem localizada a 100 km de Brasília, DF.

Figure 1. Average net CO<sub>2</sub> fluxes (line) and soil respiration for a pasture located 100 km north from Brasília, DF.

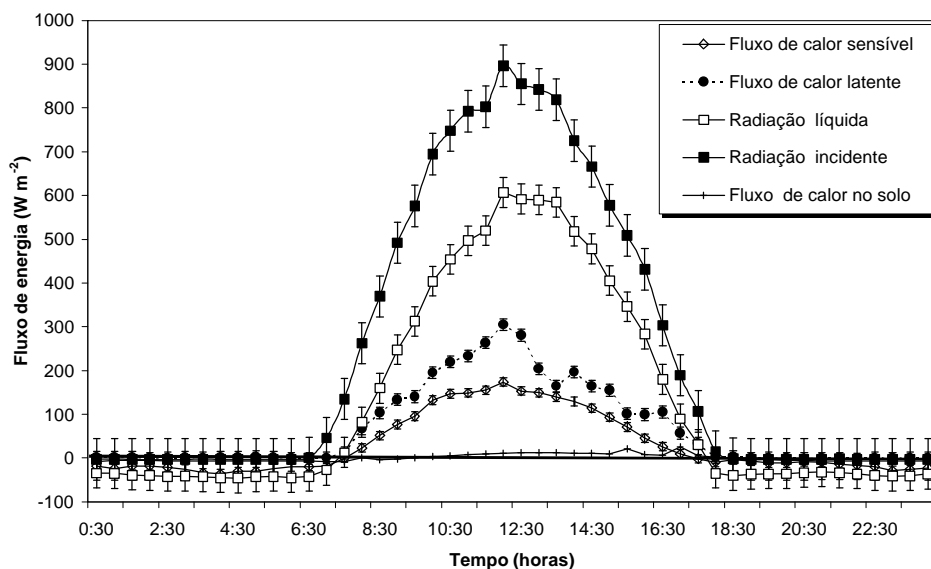


Figura 2. Médias diárias para fluxo de calor sensível, fluxo de calor latente, radiação líquida, radiação incidente e fluxo de calor no solo para uma pastagem localizada a 100 km de Brasília, DF.

Figure 2. Average daily incident radiation, net radiation, latent, sensible and soil heat fluxes for a pasture located 100 km north from Brasília, DF.

## ZONEAMENTO DO RISCO EDÁFICO ATUAL E POTENCIAL DE MORTE DE PASTAGENS DE *Brachiaria brizantha* NO ACRE<sup>1</sup>

J. F. Valentim<sup>2</sup>, E. F. do Amaral<sup>3</sup>, A. W. F. de Melo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pesquisa desenvolvida como parte do Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre e do Programa Alternativas a Agricultura de Derruba e Queima – ASB Brasil.

<sup>2</sup>Pesquisador, Ph.D., Embrapa Acre, Caixa Postal 392, CEP 69901-180, Rio Branco, Acre.

<sup>3</sup>Pesquisador, B.Sc., Embrapa Acre.

<sup>4</sup>Pesquisador, B.Sc., Fundação Bioma/WHRC/LBA/UFAC.

**Key words:** Amazon, environmental degradation, deforestation, impacts, cattle ranching, burning.

**ABSTRACT: Zoning of the current and potential edaphic risk of death of pastures of *Brachiaria brizantha* in Acre.** This study had the objective of testing the hypothesis that the death of pastures of *Brachiaria brizantha* is caused by the lack of adaptation of this grass in the predominant soil types in Acre, which present low permeability. This study was conducted in Acre, which has an area of 153,149.9 km<sup>2</sup>, using the Soil Genesys Map of the State in a 1:1,000,000, scale as the basis for the analysis. The data processing program used was Arc View 2.0, upon which it was done the analysis of potential risk of death of pastures of *B. brizantha* for the total area of the State. The actual risk of pasture death in the deforested areas of Southeast Acre was also analyzed, based on data of 1996, using the program Arc Info. The results show that the State of Acre present: a) 71,8% the area with soils with high risk; b) 8,6% of the area with medium risk; and, c) 19,6% of the area with soils with low risk, if planted with this forage grass. Analyzing the actual risk of pasture death in the deforested areas of Southeast Acre, where it is concentrated the highest percentage of the established pastures, it can be observed that: a) 27% are areas of high risk; b) 23% present medium risk; and, c) 50% are areas of low risk, if the forage species planted is *B. brizantha*. The results of this study lead to the conclusion that there is an urgent need to establish policies aimed at implementing actions to solve this problem in the areas already affected, as well as to avoid degradation of this grass species in remaining productive pastures. If efficient measures are no implemented in the short to medium term, in the next few years, there will be an increase in the pressures to clear new areas of forest for pasture establishment and in the use of fire to burn the degraded areas in Acre.

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo testar a hipótese de que a morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* é causada pela falta de adaptação desta gramínea nos tipos de solos predominantes no Acre, os quais apresentam baixa permeabilidade. O Estudo foi conduzido no Acre, que possui 153.149,9 km<sup>2</sup>, utilizando o Mapa Pedológico do Estado, na escala de 1:1.000.000, como tema básico de análise. O Programa de geoprocessamento utilizado foi o Arc View 2.0, onde foram realizadas as interpretações de risco potencial de morte de pastagens de *B. brizantha* para a área total do Estado. O risco atual de morte de pastagens nas áreas desmatadas do Sudeste do Acre também foi analisado, com base nas áreas de ação antrópica referentes ao ano de 1996, utilizando o Programa Arc Info. Os resultados mostram que o Estado do Acre apresenta: a) 71,8% de área com solos de alto risco; b) 8,6% de área com solos de médio risco; e, c) 19,6% de área com solos de baixo risco, se plantados com esta gramínea forrageira. Analisando o risco atual de morte de pastagens nas áreas já desmatadas no Sudeste do Acre, onde se concentra o maior percentual das pastagens estabelecidas, observa-se que: a) 27% são áreas de alto risco; b) 23% apresentam risco médio; e, c) 50% são áreas de baixo risco, se a espécie forrageira plantada for *B. brizantha*. Os

resultados deste trabalho permitem concluir que existe urgência de implementar políticas com o objetivo de solucionar o problema nas áreas já afetadas, bem como evitar a degradação desta espécie nas áreas de pastagens que ainda permanecem produtivas. Caso medidas eficazes, de curto e médio prazo não sejam implementadas, nos próximos anos, haverá aumento nas pressões de desmatamento de novas áreas de florestas para o estabelecimento de pastagens e do uso de queimadas nas áreas degradadas no Acre.

# **Pasture mapping by classification of Landsat TM images. Analysis of the spectral behaviour of the pasture class in a real medium scale environment: The Case of the Piracicaba Catchment (12.400 km<sup>2</sup>, Brazil).**

V. CHAPLOT<sup>(2)</sup>, F. SEYLER<sup>(1)</sup>, F. MULLER<sup>(1)</sup>, C.E.P CERRI<sup>(2)</sup>, M. BERNOUX<sup>(3)</sup>, V. BALESTER<sup>(2)</sup>, C. FELLER<sup>(3)</sup> and C.C.C. CERRI<sup>(2)</sup>

(1) IRD (Institut de Recherches pour le Développement), UnB (Universidade de Brasilia)

(2) CENA (Centro de Energia Nuclear para a Agricultura)

(3) IRD, CENA

Corresponding author : Frédérique Seyler, IRD, CP 7091, 71619-970 Brasilia – DF - BRAZIL. E-mail: fseyler@unb.br

## **Abstract**

The environmental consequences due to rapid land use changes show the importance to characterize the soil occupation in the landscapes. The analysis of satellite images is a fundamental method to assess land use mapping (e.g. Lilesand and Kiefer, 1987; Roughgarden *et al.*, 1991; Quattrochi and Pelletier, 1991). Attempts to map vegetation types, especially pastures, from satellite data in tropical and sub-tropical regions have very often limited success despite widespread development and use of numerous statistical procedures (Price *et al.*, 1992; Hernandez *et al.*, 1998). Especially in inter-tropical regions, some soil occupations such as pasture, forest and sugarcane could be characterized by similar spectral responses (Adams *et al.*, 1995; Hernandez *et al.*, 1998). In addition, accuracy in vegetation mapping is constrained by statistical approaches used to process remotely sensed data. Indeed, these approaches assume that ground data have linear or geometric relationships between class membership and predictor variables. The problem becomes more critical for large regions because of the greater variability in both spectral and ground data (Mathieu *et al.*, 1998).

In this paper, we analyze the accuracy of two classifications of Landsat Thematic Mapper, aiming at distinguish three main types of pastures (pasture s.s: p, good pasture, which mean well managed pasture: pb, and woody pasture: p+f) from other vegetation classes in a meso-scale basin (12.400 km<sup>2</sup>, Piracicaba basin, Brazil). The initial classification (CLASSIF 1) is based on non supervised clustering of the images. The delimited classes are interpreted and merged by comparison with standard spectra from NASA. The second classification (CLASSIF 2) is a parallelepiped partition based on the merged clusters issued from the first one. The validation is based on data from an agricultural survey at the catchment scale, and on 287 field observations randomly distributed within the whole catchment. The results are discussed regarding soil types and topography, and analyzing the spectral behavior variability of the pasture classes.

The two classifications performed well the total pasture proportion of the whole catchment, with prediction errors lower than 10 %. But the proportion of well located pastures (P) varied from 54 % for CLASSIF 1 to 73 % for CLASSIF 2. An error analysis of the prediction quality for the best classification, i.e. CLASSIF 2 exhibited the predominant effect of the soil type. Indeed, P values for CLASSIF 1 were higher for Podzolicos than for Latossolos: 44 and 84 %, respectively (Table 1).

*Tab 1: Proportion of well predicted pastures for CLASSIF 2 as function of the soil types and the altitude classes.*

	Soil types		Altitude classes			
	Podzolicos	Latossolos	<600	[600-800]	[800-1000]	>1000
Proportion of well predicted pastures	<b>84</b>	44	51	57	58	65

Finally, the validation results are varying with the type of pasture as shown in table 2. The joined classes “pasture” and “pasture+orchard” are representing quite well the group of good pastures. Almost all the classes are participating to the group of woody pasture.

*Tab 2: Validation results for CLASSIF 2 as function of the type of pasture (“pasture”, “good pasture” and “woody pasture”).*

	Pasture%	Good pasture%	Woody pasture%
% of total pasture	68.2	6.8	23.5
class 1 - water	2.5	0.8	3.3
class 6 - sugarcane	7.5	0.8	0.8
class 9 - wetsoil	3.3	0	0.8
class 16 - forest	6.7	0.8	4.2
class 17 – bare soil	10.8	0	3.3
class 18 - pasture	12.5	2.5	5
class 19 – past+orchard	26.7	2.5	3.3

In this study we pointed out the interest of non supervised classifications to map pastures types from satellite data in sub-tropical regions. The classification results are improved if the different steps are applied separately to the regions which are varying by their environmental factors as the soil type, and then merged.

## References

- Adams, J.B., Sabol, D.E., Kapos, V., Almeida, R., Roberts, D.A., Smith, M.O., Gillespie, A.R., 1995. Classification of multispectral images based on fractions of endmembers - application to land-cover change in the brazilian amazon. *Remote Sens Environ*, 52 (2): 137-154.
- Hernandez, P.F., Ponzoni, F.J., Pereira, M.N., 1998. Mapeamento da Fitofisionomia e do uso da terra de parte da bacia do alto taquari mediante o uso de imagens TM/Landsat e HRV/SPOT. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 33: 1755-1762.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., 1987. *Remote sensing and Image Interpretation*, Second edition, Jhon Wiley and Sons, New York, N.Y. 721p.
- Mathieu, R. Pouget, M. Cervelle, B. Escadafal, R., 1998. Relationships between satellite-based radiometric indices simulated using laboratory reflectance data and typic soil color of an arid environment. *Remote Sensing of Environment*, 66: 17-28.
- Price, K.P., Pyke, D.A., Mendes, L., 1992. Shrub dieback in a semiarid ecosystem: The integration of remote sensing and geographic information systems for detecting vegetation change, *Photogrammetric Engineering and Remote sensing*, 58: 455-463.
- Quattrochi, D.A., Pelletier, R.E., 1991. Remote sensing for analysis of landscapes: an introduction, *Quantitative methods in Landscape Ecology: The analysis and Interpretation of Landscape Heterogeneity*, M.G. Turner, and R.H. Gardner, editors, Springer-Verlag, New York, pp. 51-76.
- Rougharden, J., Running, S.W., Matson, P.A., 1991. What does remote sensing do for ecology? *Ecology*, 72: 1918-1922.

# Identificação dos principais tipos de pastagens cultivadas do Cerrado a partir de Sensoriamento Remoto

E.E. Sano<sup>1</sup>, J.M. Chaves<sup>2</sup>, H.S. Bezerra<sup>1</sup> e L. Feitoza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Cerrados  
BR-020 km 18 Cx. Postal 09223  
73301-970 Planaltina, DF  
E-mail: sano@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA  
Pós-Graduação do Instituto de Geociências/UnB, Brasília, DF  
E-mail: joselisa@unb.br

**Palavras chaves:** cultivated pasture, remote sensing, tropical savanna, radar, Landsat

## Abstract

Pastures in the Brazilian Cerrado region occupy approximately 50 million hectares. About 80 % of this area present some degradation. The implement of a large-scale reclamation program over these areas is difficult because of lack of information about detailed spatial distribution of major pasture types and their degradation in the Cerrado. This study investigated the potential of remote sensing data in the identification and mapping of the major cultivated pasture types of Cerrado. The test site was located in the northeast Federal District of Brazil,

## Introdução

Estima-se que quase 80% das pastagens cultivadas na região do Cerrado brasileiro apresentam algum grau de degradação. A recuperação destas pastagens degradadas é difícil de ser implementada na prática devido, principalmente, à falta de informações mais atualizadas e detalhadas sobre a sua distribuição espacial. Uma metodologia que vem sendo testada na região para levantamento destas informações é o uso de sensoriamento remoto (Gomide e Assad, 1990, Sano et alli, 1999), por ser uma tecnologia cujos dados podem ser obtidos a baixo custo, com repetitividade e numa escala espacial compatível com a dimensão do problema abordado. O sucesso destes estudos favorecerá a instalação de um programa racional de recuperação de pastagens degradadas contribuindo para o aumento da renda para os produtores e redução do impacto ambiental no bioma Cerrado. Este trabalho investigou o potencial dos dados de sensoriamento remoto (óptico e de radar) na identificação e mapeamento dos principais tipos de pastagens cultivadas do Cerrado.

## Materiais e Métodos

Para este estudo foi selecionada uma área teste localizada na porção nordeste do Distrito Federal, distante cerca de 60 km de Brasília, às margens da rodovia BR-020, entre as coordenadas 15°35'20" latitude sul e 47°26'30". Foram analisadas três imagens do RADARSAT e uma imagem LANDSAT 7/ETM+ (Tabela 1), correspondentes ao final da época chuvosa na região. Dados de campo de umidade de solo e biomassa foram adquiridos nas datas de passagem do RADARSAT. As imagens do RADARSAT foram filtradas para reduzir o efeito "speckle". As imagens do LANDSAT foram realçadas pela técnica de composição colorida RGB. Todas as imagens foram georreferenciadas para o sistema de coordenadas UTM. Os dados de campo foram tratados estatisticamente, interpretados e integrados aos resultados das imagens processadas. Nesta pesquisa foram selecionados os seguintes tipos de pastagens cultivadas: *Brachiaria decumbens* (três níveis de degradação, baixo, intermediário e alto), *Brachiaria brizantha*, *Andropogon gayanus* e *Panicum tanzania*. Esses quatro tipos de pastagens cultivadas correspondem a aproximadamente 90% das que ocorrem no Cerrado.

## Resultados e Conclusão

A Tabela 2 mostra os dados de biomassa e umidade de solo obtidos das áreas de amostragem. Como as três passagens do RADARSAT eram relativamente próximas (sete dias), optou-se por trabalhar com valores médios dos três dias. Os primeiros resultados da análise dos dados de radiometria (Figura 1) em associação com a análise da imagem Landsat7 ETM+ sugerem a separação dos grandes grupos por gênero, principalmente nas bandas TM3 e TM4. No TM3, o *Andropogon* apresentou o fator de reflectância mais alto, devido a uma significativa contribuição do solo exposto no fator de reflectância deste tipo de pastagem. Já na banda TM4, o *Panicum* apresentou o fator de reflectância mais alto, devido ao valor relativamente alto de biomassa. Nas imagens do RADARSAT, foi possível discriminar as pastagens do tipo *Brachiaria brizantha*, *Panicum tanzania* e o *Brachiaria decumbens* com nível intermediário de degradação. Estes dados, de certa forma, acompanham os dados de umidade volumétrica do solo e de biomassa, com exceção da *Brachiaria brizantha*, que apresentou um retroespalhamento alto, provocado pela presença de uma rugosidade periódica (curvas de nível construídas para conter a degradação). Os resultados preliminares mostram que tanto as imagens de radar como as imagens LANDSAT são promissoras na identificação dos principais tipos de pastagens cultivadas do Cerrado.

## Referências

- Gomide, C.C.C. and Assad, E.D. 1990. Avaliação da distribuição do *Andropogon gayanus* cv. Planaltina utilizando imagens de satélites TM-Landsat em áreas de Cerrado. *Pasturas Tropicales*, Vol.12, n.3, pp.2-6.
- Macedo, M.C.M. 1995. Pastagem no ecossistema Cerrado: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: *Anais do Simpósio sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros*, Brasília, DF, pp.28-62.
- Sano, E.E., Bezerra, H., Feitosa, L. Luiz, G.C., Raymond, D.A. e Landry, R. 1999. Assensing Land Use in the Vã do Paranã (central Brazil) Through the Microwave Imagery. In.: *Anais do Simpósio Final GlobeSAR 2*, Buenos Aires, Argentina, pp. 449-454.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a CODEVASF pela disponibilização do radiômetro utilizado nesta pesquisa. Como também, a Threetek por ceder provisoriamente o programa PCI, utilizado no processamento das imagens de radar. As imagens do RADARSAT foram adquiridas no RADARSAT International (Proposta de Pesquisa No. 20078).

**Tabela 1** – Características das imagens orbitais analisadas no estudo de pastagens cultivadas.

**Table 1** – Characteristics of satellite images analyzed in the study of cultivated pasture.

Parâmetros	Satélite			
	Radarsat			Landsat TM7-ETM+
Data de Aquisição	27/05/00	23/05/00	30/05/00	31/07/99
Banda (s)	C	C	C	1,2,3,4,5 e 7
Comprimento de Onda	5,7 cm	5,7 cm	5,7 cm	-
Formato da imagem	16 bits	16 bits	16 bits	8 bits
Ângulo de Incidência	20-27° (S1)	45-49° (S7)	41.5-44° (F3)	-
Resolução Espacial	25 metros	25 metros	8 metros	30 metros
Tamanho do Pixel (m)	12,5x 12,5	12,5x 12,5	6,25 x 6,25	-
Órbita	Ascendente	Ascendente	Ascendente	Descendente
Polarização	HH	HH	HH	-



**Tabela 2** – Valores médios de biomassa e umidade volumétrica de solo da área de estudo.

**Table 2** – Mean values of biomass and volumetric soil moisture from the study site.

<b>Tipo de Pastagem</b>	<b>Biomassa (g/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Umidade de Solo (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>)</b>
<i>Andropogon gayanus</i>	734	11,21
<i>Brachiaria brizantha</i>	578	1,96
<i>Brachiaria decumbens</i> , nível baixo de degradação	722	20,38
<i>Brachiaria decumbens</i> , nível intermediário de degradação	443	4,83
<i>Brachiaria decumbens</i> , nível alto de degradação	353	10,72
<i>Panicum tanzania</i>	1268	23,57

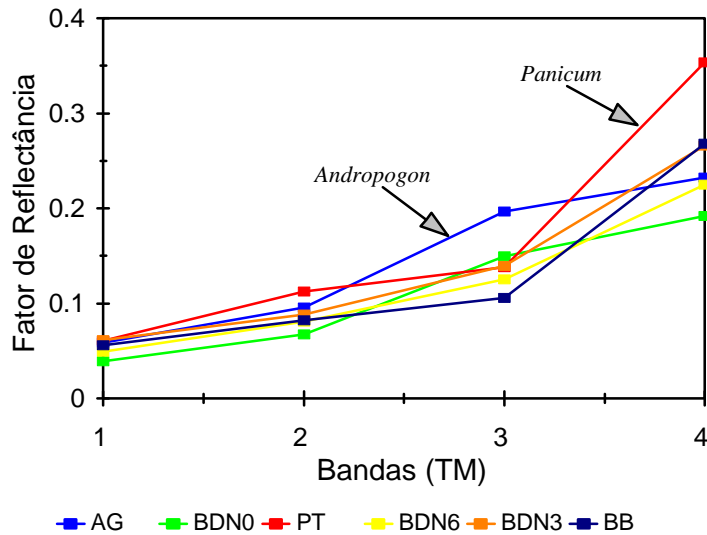


Fig. 1 – Valores de fatores de reflectância nas bandas 1, 2, 3 e 4 do Landsat/ETM+ (AG = *Andropogon gayanus*; BDN0 = *Brachiaria decumbens*, nível baixo de degradação; PT = *Panicum tanzania*; BDN6 = *Brachiaria decumbens*, nível alto de degradação; BDN3 = *Brachiaria decumbens*, nível intermediário de degradação; e BB = *Brachiaria brizantha*).

# EROSÃO LAMINAR POTENCIAL: ESTUDO DE CASO

MOREIRA, M. R. ; ROSA, ROBERTO

Instituto de Geografia - Universidade Federal de Uberlândia ([rosa@degeo.ufu.br](mailto:rosa@degeo.ufu.br))

**Key words:** soils, geoprocessing, laminar erosion, pasture

**Abstract:** The Cerrado during years comes suffering with its deform and with the appearance of environmental problems, among them the reduction of the physical capacity, chemistry and biological of the soils starting from erosion processes. Accomplished studies verified that the laminar erosion it is the one that more has been contributing to the degradation of these soils. Face to the exposed, the objective of this work is to evaluate the losses of soils potential for laminar erosion, in Prata- MG, Brazil using the Universal Soil Loss Equation (USLE) jointly geoprocessing techniques.

## 1. INTRODUÇÃO

A degradação dos solos é um fator preocupante. As perdas descontroladas reduzem a produtividade e podem causar sérios impactos ao ecossistema. A crescente demanda pelos recursos do solo para a produção de alimentos tem despertado para as necessidades de uma avaliação das consequências da degradação do solo para um desenvolvimento sustentável. Avaliações locais, de grande escala, tem sido usadas para avaliar a produtividade. No entanto, para formulação de políticas nacionais das agências de financiamento torna-se necessário conhecer o potencial de degradação do solo no âmbito regional e nacional, bem como seus impactos decorrentes de determinados tipos de usos e manejo. Devido ao custo de uma avaliação detalhada (in loco) da degradação do solo, tem-se tentado avaliar e descrever os processos de degradação em função das limitações do solo, das condições climáticas, das condições topográficas e do tipo de manejo. Em geral, podemos avaliar a degradação do solo de quatro formas: observações e medidas diretas, técnicas de sensoriamento remoto, métodos paramétricos e modelos de simulação.

Observações e medidas diretas são normalmente os métodos mais indicado para avaliar a degradação do solo, no entanto, quando aplicado em grandes áreas, se tornam bastante onerosos e demorado. As técnicas de sensoriamento remoto, são úteis na avaliação de áreas potenciais para a degradação, principalmente no que se refere a coleta de informações do tipo de solo, condições topográficas e uso da terra, informações estas importantes no uso de métodos paramétricos e em modelos de simulação. Métodos paramétricos e modelos de simulação são frequentemente os mais usados para extrapolar informações de degradação do solo. Tais métodos oferecem resultados com maior rapidez e com custo menor, embora, a acurácia dos resultados obtidos depende da qualidade das informações disponíveis. Estes métodos são extrapolações de medidas diretas e de processos estudados em campos experimentais (pequenas áreas) ou experimentos de laboratório. Estes métodos podem causar resultados diferentes dos obtidos em laboratório.

Os experimentos de laboratório e de campo, permitem derivar parâmetros para serem usados em equações paramétricas ou em modelos de simulação. Neste caso erros relacionados aos modelos de previsão em condições ambientais provocam pequenos erros na avaliação da degradação, especialmente quando aplicados em grandes áreas. Muitas das avaliações de degradação realizadas são baseadas em equações de previsão e em modelos. Como exemplo podemos citar a Equação Universal de Perdas de Solo - USLE (Wischmeier e Smith, 1978). Para áreas pequenas, informações de solo, topografia, clima e práticas de manejo podem ser coletadas diretamente no campo, no entanto, para avaliação em grandes áreas, normalmente não se dispõe de tempo e recursos suficientes para coletar dados diretamente no campo. Neste caso a avaliação pode ser obtida usando modelos de simulação. Os dados climáticos são obtidos por interpolação a partir de dados coletados em estações climáticas próximas. Parâmetros topográficos e informações do uso da terra podem ser obtidos a partir de documentos cartográficos existentes ou através do uso de técnicas de sensoriamento remoto.

Para a avaliação da degradação do solo a principal fonte de informação é o mapa de solos. No entanto em muitas áreas do globo, levantamentos de solos detalhados ou em escalas adequadas não são disponíveis. Métodos alternativos são usados para derivar dados não disponíveis necessários como entrada nas equações paramétricas e modelos de simulação. Um dos métodos é extrapolar medidas

para tipos de solos de uma localização, para outras áreas onde o mesmo tipo ocorre. Outro é desenvolver relações a partir da textura, matéria orgânica e umidade. A erodibilidade do solo usada na USLE e em outros modelos de erosão tem sido estimada a partir destas propriedades.

Outro fator que deve ser considerado quando da avaliação de dados para ser usado em avaliação da degradação é a variabilidade dos solos na paisagem. Técnicas geoestatísticas tem sido usadas com êxito para avaliar a variabilidade de variáveis quantitativas e interpolar entre pontos amostrados. Esta técnica também é útil para otimizar amostragens e reduzir o número de amostras a ser coletada e analisada. Face ao exposto, este trabalho, procura apresentar os resultados da aplicação de um método alternativo para avaliar a degradação do solo (a erosão laminar potencial), especialmente em grandes áreas onde não é possível realizar trabalhos de campo.

## 2. MATERIAIS

**Localização da área de estudo** - A área de estudo localiza-se entre as coordenadas UTM 722000 - 732000 E e 7873000 - 7886000 N (microbacias dos Cór. dos Peixes e Cór. Buriti dos Bois ), no município do Prata - MG. O Município do Prata caracteriza-se economicamente por extensas áreas de pastagens juntamente com a criação de gado bovino

**Folhas topográficas** na escala de 1:100.000, editadas pela fundação IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Mapa** de solos do Projeto RADAMBRASIL – Folha SE:22 Goiânia, ano 1983, na escala de 1.1.000.000. **Imagens** TM/Landsat no formato digital, orbita 221, ponto 073, bandas 4, 5 e 7, mês de fevereiro do ano de 1997. **Software** AutoCAD e o software IDRISI.

## 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A Erosão Laminar Pontencial nas microbacias será avaliada a partir da Equação Universal de Perdas de Solos - USLE, definida por:  $A = R.K.L.S.C.P$ , onde A (perda de solos), R (erosividade das chuvas), K (erodibilidade do solo), L (comprimento de rampa), S (declividade), C (fator de uso e manejo) e P (práticas conservacionistas), utilizando técnicas de geoprocessamento. Foram inicialmente elaborados de 3 mapas básicos, Mapa Planialtimétrico (gerado a partir de Folhas Topográficas - FIBGE na escala de 1:100.000), Mapa de Uso da Terra (elaborado a partir de técnicas de processamento digital de imagens, e Mapa de Solos (produto de uma compilação do mapa de solos/RADAMBRASIL - Folha SE: 22 Goiânia na escala de 1.1.000.000, ano 1983) e trabalhos de campo. A partir dos mapas básicos e dados de precipitação pluviométrica da área, usando as ferramentas do software IDRISI, foram elaborados os seguintes mapas: Erodibilidade dos solos (resultado da manipulação do mapa de solos com os valores de susceptibilidade, atribuídos, seguindo uma proposição metodológica de Middleton, realizada por Lombardi Neto e Bertoni, no estado de São Paulo), Erosividade das chuvas (Determinada utilizando a metodologia proposta por LOMBARDI NETO (1977) apud STEIN et al (1987):  $E_i = 6.886(p^2/P)^{0.85}$ , Onde:  $E_i$  é a média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h), p é a precipitação mensal em mm e P é precipitação anual em mm.), Declividade do Terreno (foi obtida utilizando as funções de geração de MNT (Modelo Numérico de Terreno) a partir do mapa planialtimétrico na escala de 1:100.000), Comprimento de Rampa (calculou-se o comprimento total dos cursos d'água, através da divisão por 2 de seu perímetro, que segundo BAPTISTA, (1997), como os rios são formas alongadas, a metade do perímetro representa o comprimento. Obtendo esse resultado utilizou a equação  $L = A/4I$ , onde: L= fator comprimento de Rampa, A= área da bacia; e I= somatório do comprimento de todos os cursos d'água da bacia), Fator Topográfico (foi originário a partir de dois outros mapas: Declividade do Terreno (D) e Comprimento de Rampa (C), que foram avaliados separadamente e depois unidos pela equação proposta por Bertoni & Lombardi (1990).  $LS = 0.00984 C^{0.63} D^{1.18}$ . Onde: LS - Fator Topográfico (adimensional), C - Comprimento de rampa (m) e D - Declividade (%). O mapa de Potencial Antrópico a Erosão Laminar (foi elaborado a partir da associação de valores de CP com o mapa do uso do solo e cobertura vegetal natural, seguindo valores de STEIN et al (1987). O resultado final é um mapa de Perdas de Solo por Erosão Laminar, que representa a integração de todas as variáveis analisadas.

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As unidades de solos que se destacaram na área de estudo foram o Latossolo Vermelho-Escuro Álico - LEa (95,8 % da área), seguido do Latossolo Roxo Distrófico - LRd com 4,2 %). A erodibilidade para o solo LEa é de 0,17 t/ ha/ (t/ ha.mm/h) e para o solo LRd é de 0,12 t/ ha/ (t/ ha.mm/h). O

comprimento de rampa médio para o córrego. Buriti dos Bois foi de 488 metros e para o Córrego dos Peixes foi de 480 metros. As declividades encontradas na área foram agrupadas em 3 classes: < 2%, 2 a 5% e > 5%. As áreas com declividades < 2 % abrangem cerca de 45,5% da área das microbacias. Representam as áreas com relevo suave e escoamento superficial lento, não favorecendo os processos erosivos. Já as áreas com declividades entre 2 a 5 % ocupam 0,7% das microbacias, com um escoamento superficial lento a médio. A categoria de declividade > 5 %, representam uma área de 23,8 %, com um escoamento superficial de médio a rápido. Unindo essas duas variáveis (comprimento de rampa e declividade), determinamos o fator topográfico que têm uma grande importância para o escoamento das águas, pois determinam a velocidade com que as águas escorrem sobre a superfície. Portanto, para o fator topográfico LS, obtivemos os seguintes resultados: LS < 2 (54,4 %, da área), LS de 2 a 4 (25,6 %) e LS > 4 (20 % da área). Com a integração dos fatores R x K x LS obtivemos o mapa do Potencial Natural a Erosão (PNE), que representam valores numéricos, os quais não podem ser tomados como dados quantitativos de perdas de solo por erosão, servindo tão somente para categorizar qualitativamente as áreas quanto à sua maior ou menor suscetibilidade à erosão laminar. Quanto ao Potencial Antrópico a Erosão (PAE), ele é entendido como sendo a influência dos fatores uso-manejo e práticas conservacionistas no processo erosivo. Para executar tal procedimento, foi necessário a elaboração de um mapa de uso da terra, a partir de técnicas de classificação de imagens, onde foi possível identificar e mapear as seguintes categorias: pastagens com 62,1% da área, confirmando que a pecuária é a atividade econômica mais expressiva nas microbacias; cultura anual com 1%; vegetação nativa (mata e cerrado) ocupando uma área de 29,7% das microbacias e o reflorestamento com 7,2 % da área. Conforme o tipo de uso existe um valor de CP associado, portanto, o mapa de uso da terra pode ser transformado em um mapa contendo valores numéricos de CP (que poderíamos chamar de mapa do Potencial Antrópico a Erosão Laminar. O nosso mapa final de Perdas de Solo por Erosão Laminar foi então obtido pelo cruzamento do mapa de Potencial Natural à Erosão a Laminar com o mapa do Potencial Antrópico à Erosão Laminar. Segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), "os valores de tolerância média de perdas de solo variam de 4,5 a 13,4 t/ha.ano e de 4,6 a 15,0 t/ha.ano, respectivamente, para solos com B textural e com B latossólico, os valores representam uma tentativa para estabelecer os limites de tolerância de perdas de solo". Diante da comparação desses dados com o da pesquisa, verifica-se que as perdas de solo menor do que 12 t/ha.ano, corresponderam a 51,1% da área das microbacias, isso quer dizer que, a perda de solo nestas áreas está compatível com a taxa de formação desses solos, ou seja, as áreas que apresentam perdas de solo maior do que 12 t/ha.ano (representaram 48,9 % da área das microbacias) estão perdendo mais solo do que a taxa de formação, sendo portanto áreas que merecem cuidados especiais quando incorporadas ao processo produtivo, especialmente com pastagens.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de literatura constatamos que uma perda de solo de até 12 t/ha.ano esta dentro dos limites toleráveis, ou seja, esta compatível com a taxa de formação de solos (para solos tropicais). Com isso verificamos que as microbacias possuem 48,9% de sua área com problemas sérios de perdas de solo por erosão laminar, pois, em coberturas vegetais rasteiras, como por exemplo, as áreas ocupadas com pastagens, que em sua maioria apresentam-se degradadas, não apresentando um recobrimento total no terreno, possuem valores elevados de perdas de solo por erosão laminar. A metodologia proposta oferece bons resultados para estimativa da erosão laminar potencial em grandes áreas, especialmente onde não é possível se obter medidas diretamente no campo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 3ª Edição. Ícone Editora, São Paulo. 1990.
- BAPTISTA, G.M.M. **Diagnóstico ambiental da perda laminar de solos no Distrito Federal por meio de geoprocessamento**. Brasília. Universidade de Brasília. 1997 (Dissertação de Mestrado).
- STEIN, D. P.; DONZELLI, P. L.; GIMENEZ, A. F. PONÇANO, W. L. LOMBARDI NETO, F. Potencial de erosão laminar, natural e antrópico na Bacia do Peixe-Paranapanema. **Anais do IV Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Marília, SP, 1987. P. 105-135.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning. **Agriculture Handbook**, no. 537, U. S. Department of Agriculture, Washington, 1978.

# AS PASTAGENS NA MICROBACIA DO CÓRREGO DIVISA, EM IRAÍ DE MINAS (MG)

**MOREIRA, M. R.; BRITO, J. L. S. e LIMA, S. do C.**  
**Instituto de Geografia - Universidade Federal de Uberlândia**

## **Key Words**

Soil, Pastures, slope, Computer Aided Design, sustainability

## **Abstract: The pastures in the basin of the Divisa river in Iraí de Minas (MG, Brazil)**

The understanding of the physical characteristics of the soil and its monitoring is an important factor for the environmental sustainability of the cerrado. In this work, an integrated analysis of the soils, the use of the land, the vegetation covering and the land slope is made, in order to monitor and evaluate the sustainability. Mappings with the aid of CAD and careful analysis crossing such maps with the Geographic Information System IDRISI were carried out. The results show that the use of pastures and natural vegetation is dominant in the areas where the slope is steeper.

## **1 - INTRODUÇÃO**

O entendimento das características físicas do solo e o seu monitoramento são um importante fator para a sustentabilidade ambiental na produtividade nos cerrados. Os sistemas de produção agropecuária são indicadores que permitem verificar como as tecnologias empregadas estão afetando negativa ou positivamente a sustentabilidade (SHIKI, 1995).

A agricultura comercial nos cerrados, que deu um grande salto no início dos anos 80, com o programa de desenvolvimento do cerrado – PROCEDER I, causou uma grande mudança no eixo econômico/exploratório na área da microbacia do córrego Divisa, e por extensão, em toda região de Iraí de Minas (MENDONÇA, 1996). Os sistemas agroalimentares dos cerrados, por exemplo, tiveram um aumento inicial de produtividade, induzido pelo uso de crescente de biotecnologia, agroquímicos e maquinários, sustentado pela capitalização do campo. Entretanto, em muitos lugares, os índices de produtividade já estão estagnados ou mesmo caindo, em razão da degradação dos solos ou de infestação de pragas ou doenças, o que demonstra um desequilíbrio ambiental.

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise integrada, dos solos, uso e cobertura vegetal natural e declividade com vistas ao monitoramento e a avaliação de indicadores de sustentabilidade.

A área de estudo compreende a microbacia do córrego Divisa, situada nos municípios de Iraí de Minas e Romaria. Encontra-se nas coordenadas 18° 57' e 19° 06' de latitude sul, 47° 29' e 47° 41' de longitude oeste. O acesso à área é realizado por duas rodovias BR 365 e BR 452. Sua área compreende com 2.276 ha.

## **2 - METODOLOGIA**

Depois de realizado o reconhecimento físico da área juntamente com a obtenção de informações espaciais e de dados analógicos, realizamos procedimentos computacionais para a elaboração e análise de mapas digitais. O CAD (Desenho Auxiliado por Computador) e o SIG (Sistema de Informação Geográfica) foram instrumentos que permitiram adquirir, armazenar e analisar informações, acompanhando-nos em todo processo operacional, propiciando significativamente a análise dos dados.

O Mapa Planialtimétrico foi elaborado a partir das folhas topográficas de Estrela do Sul (Folha SE-23-Y-A-IV/73) e Nova Ponte (Folha SE-23-Y-C-I/72), na escala de 1:100.000, com equidistância vertical de 50 m e editadas pela FIBGE (1983). A base cartográfica foi digitalizada usando o software AUTOCAD R13. O Mapa de Solos foi elaborado por LIMA e MENDONÇA (1996), e também digitalizado no software AUTOCAD. O Mapa de uso do solo e cobertura vegetal natural foi elaborado em duas épocas distintas: em 1979, por meio de interpretação de fotografias aéreas e em 1996, por meio de imagem de satélite, sendo realizada posteriormente a digitalização no software AUTOCAD. O Mapa de Declividade foi obtido utilizando as funções de geração de MNT (Modelo Numérico de

Terreno) do software IDRISI, que permitiu a interpolação dos dados lineares a partir de uma interpolação numérica, resultando um modelo digital raster de declividade.

### **3 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

A geomorfologia da área de estudo apresenta relevo dissecado, com canais de drenagem mais profundos sulcando as vertentes abruptas da borda da chapada, com numerosas nascentes que ocorrem em grotões escondidos pela mata natural (BERNARDINO & LIMA 1996).

Os solos da área de estudo possuem uma íntima correlação com a geomorfologia e a geologia da área. Por apresentar um relevo bastante dissecado, fruto de uma complexa estrutura geológica, os processos de pedogênese ocorrem subordinados aos processos geomorfológicos. Os solos da microbacia do Córrego Divisa são: Latossolo Vermelho amarelo, Latossolo Vermelho escuro, Latossolo vermelho escuro, Concreções Lateríticas, e litossolos (LIMA & MENDONÇA, 1996).

Desta forma pode-se observar um solo Litólico à altura dos afloramentos de gabro (800 m) e de micaxisto (850 m) com textura de tendência média a argilosa. Entre o micaxisto (850 m) e as rupturas sustentadas pelas concreções (950 m) aparece um Latossolo vermelho escuro concrecionado de cor predominante 2,5 YR e textura de tendência média a argilosa, com uma variação média de seixos de 12 a 21%, predominantemente seixos de quartzo e pisolitos ferruginosos. De 950 m a aproximadamente 970 m de altitude tem-se um Latossolo vermelho escuro de cor 2,5 YR de textura média e altos teores de silte, sem presença de cascalho. Deste ponto até o topo da bacia, a aproximadamente 1000 m de altitude, surge um Latossolo vermelho amarelo de cor 5 YR e 7,5 YR, de textura bastante argilosa. Levando-se em consideração as diversas tradagens e observações de perfis ao longo da microbacia, pode-se afirmar que a relação, solos/altimetria é uma constante na área de domínio do córrego Divisa.

O córrego Divisa, juntamente com seu principal afluente, o córrego dos Rodrigues, possui cabeceiras múltiplas formando anfiteatros profundos, com vertentes muito inclinadas e encaixadas, com declividade acima de 40%. As vertentes são curtas. À jusante das cabeceiras, o vale é bastante dissecado com vertentes em torno de 5 a 10% no topo, interrompida por uma ruptura, abaixo da qual as vertentes são convexas com declividades podendo chegar a 20%.

O mapeamento realizado sobre o uso do solo e a cobertura vegetal natural foram subdivididos em 2 anos: 1979 e 1996. O mapa do ano de 1979 apresentou-se com 3 classes: Cerrado, ocupando uma porcentagem de 1,2%, campo sujo com 94,1% e a Pastagem Cultivada num total de 4,7%. (FIG 1). Já no ano de 1996 observamos um crescimento das pastagem apresentando-se com 56,8%, cultura anual com 31,5% e o Cerrado com 11,7%. (cf. FIG 2). A partir da análise desses mapas, observa-se que no ano de 1970 a região era praticamente de pastagem, pois embora o mapa se apresente como campo sujo, o mesmo é um tipo de pastagem. No ano de 1980 a pastagem se compararmos como pastagem cultivada e campo sujo senso uma só categoria, a mesma diminui em razão da ocupação agrícola com a cultura anual de soja e milho. Nas áreas mais planas houve uma recuperação da vegetação dos cerrados e nas áreas de maior declividade, que se encontram nas cabeceiras de drenagem.

### **4 – CONCLUSÃO**

A preocupação de conhecer o manejo ambiental dessas áreas tornou de vital importância, pois a bacia do córrego divisa apresenta declividades entre 20 e 40%, onde predominam o uso de pastagens. Os impactos causados pela mecanização agrícola é um dos aspectos mais negativos presente na atualidade dos produtores que utilizam meios irregulares para obter uma maior rentabilidade sem se preocuparem com a degradação do solo.

Com o desenvolvimento do estudo, foi possível obter resultados significativos para um maior esclarecimento do que o homem, agindo como agente modificador da paisagem, pode ser capaz de causar ao meio natural. Analisando os mapas de cada tema estudado, verificou-se que, onde a declividade é mais acidentada, predominam pastagens e vegetação natural. Outro fator agravante no que diz respeito à não exploração agrícola nesta área é os altos teores de cascalhos e a pequena profundidade dos solos (litossolos), que dificultam ou até mesmo inviabilizam uma agricultura comercial. Outro elemento que é de suma importância é a classificação dos solos, pois onde é chapada os solos são altamente argilosos, com teores médios de argila superiores a 55%, enquanto que os solos

da vertente (Divisa) apresentam teores médios de argila em torno de 30%, dificultando assim qualquer tipo de cultivo.

No entanto é importante atentar-se para a importância do monitoramento dessas áreas que apresentam uma fragilidade de solos muito alta.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 3ª Edição. Ícone Editora, São Paulo. 1993.

BERNARDINO, A. R. e LIMA, S. C. Alguns parâmetros para diagnosticar as condições pedológicas do Córrego Pantaninho e Divisa em Irai de Minas e Romaria (MG) **Sociedade & Natureza** (I Simpósio Nacional de Geomorfologia), 3(15):489 - 495,Jan/Dez. 1996.

LIMA, S. C.; MENDONÇA, M.G. Os solos e a Sustentabilidade Ambiental nas microbacias do Pantaninho e Divisa em Irai de Minas - MG. **Sociedade & Natureza** (I Simpósio Nacional de Geomorfologia), 3(15):489 - 495,Jan/Dez. 1996.

SHIKI, S. Sustentabilidade do Sistema Agroalimentar nos Cerrados: em busca de uma abordagem incluyente. **Agricultura Sustentável**. Jaguariúna: EMBRAPA/CNPMA, nº1, Vol2, 1995.

FIGURE 1 – Map of the Land Use of Basin Corrego Divisa – 1979

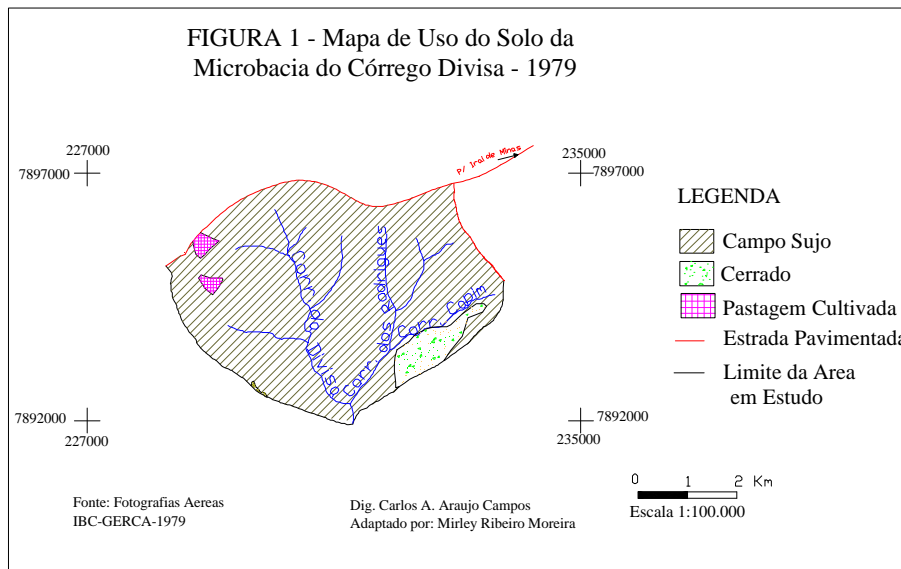


FIGURE 2 – Map of the Land Use of Basin Corrego Divisa – 1996

## USO DE IMAGEM DE SATÉLITE NA IDENTIFICAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS

L. Moreira, E. D. Assad.

Embrapa Cerrados BR 020 Km 18. Cx.Postal 08223 CEP: 93.301-970 Planaltina DF

E.mail: [lucimar@cpac.embrapa.br](mailto:lucimar@cpac.embrapa.br)

[Assad@cpac.embrapa.br](mailto:Assad@cpac.embrapa.br)

**Abstract- THE USE OF SATELLITE IMAGERY FOR IDENTIFYING DEGRADED AREAS.** One of the major environmental issues in the Brazilian Cerrado region is the identification of the levels of degradation in the cultivated pastures. About 50 million hectares of Cerrado is currently covered by cultivated pastures, with different degradation levels. This paper assesses the performance of supervised classification per region for identifying different degradation levels in cultivated pastures. The study area is located in the córrego Lamarão Watershed, Federal District. The satellite images were processed by using the SPRING/INPE Geographical Information System. We were able to identify five levels of cultivated pasture degradation.

Key words: pastagem, degradação, imagem de satélite, segmentação, classificação,

**Introdução:** Um dos principais problemas ambientais na região do Cerrado brasileiro é de identificar o estágio de degradação das pastagens. Estima-se que o Cerrado tenha 49 milhões de hectares com pastagens, nos mais diversos níveis de degradação. Na década de 1970, houve uma grande expansão da produção pecuária devido, especialmente, ao baixo valor das terras, a oferta de crédito e o surgimento de espécies forrageiras com alta capacidade de adaptação ao clima e a baixa fertilidade dos solos. Atualmente, a atividade de pecuária bovina no cerrado é responsável por 44% do rebanho bovino nacional. Este rebanho tem nas pastagens cultivadas sua principal fonte alimentar. Por outro lado, o uso indiscriminado das áreas de pastagem com elevada carga animal e a desatenção às necessidades do requerimento na correção e fertilização dos solos, impôs um processo de extrativismo, pela exportação de produto animal, condicionando a perda da capacidade produtiva das pastagens. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da segmentação e classificação supervisionada por regiões em imagem de satélite para identificar diferentes fases de degradação de pastagem. A área de estudo foi a microbacia hidrográfica do córrego Lamarão localizada na parte Sudeste do Distrito Federal, com área aproximada de 9.630 ha. Utilizou-se imagem de satélite TM Landsat 5 órbita 221/71 de 30/05/1997, mapa planialtimétrico 1:100.000, levantamento semi-detalhado dos solos e mapa de aptidão agrícola da Bacia do Rio Jardim, na escala 1:50.000. A imagem foi processada utilizando o software SPRING/INPE. Utilizando a técnica de segmentação definiu-se as bandas espectrais 1 a 5 e 7 do Landsat TM 5. Os critérios de aceitação e rejeição dos limiares foram analisados em decorrência da separação coerente dos tons de cinza visualmente distintos. A avaliação do processo de segmentação foi realizada por meio da comparação visual entre a imagem segmentada e pela sobreposição da imagem realçada. Após a avaliação das imagens segmentadas e definido o par de limiares (similaridade e área) mais adequado, fez-se a classificação dessa imagem que requer do analista a especificação do limiar de aceitação para a separação ou o agrupamento de classes distintas. Para a classificação da imagem segmentada, foram selecionadas algumas áreas de treinamento para cada classe e fornecidas ao classificador para caracterização individual das classes temáticas. Para a definição de áreas degradadas com pastagem utilizou-se a cobertura do solo, associada a outros componentes bióticos como revegetação por espécies nativas e exóticas e termiteiros que constitui indicador do processo de perda da capacidade produtiva das pastagens. O parâmetro cobertura vegetal representa um dos elementos de discriminação da fase de degradação das pastagens, conforme Spain & Gualdrón



(1988) estão apresentadas na Tabela 1. Com o resultado da classificação, realizou-se o cruzamento das áreas com o mapa de aptidão agrícola.

TABELA 1. Fases de degradação de pastagens segundo os parâmetros limitantes e seu nível de degradação.

Fases de degradação	Parâmetros limitantes	Deterioração
1	Vigor e qualidade	Leve
2	Fase 1 + baixa população	Moderado
3	Fase 1 + 2 + e invasoras	Forte
4	Fase 1 + 2 + 3+ formigas e cupins	Muito forte
5	Fase 1 + 2 + 3 + 4 e baixa cobertura do solo	Muito forte

**Resultados:** Para a segmentação o limiar mais adequado de área e similaridade foi 8/8. A exatidão do mapeamento foi realizada para a imagem de 1997, devido à existência de dados de campo. Em relação à imagem de 1987, o resultado foi verificado junto aos técnicos da EMATER-PAD-DF. Com a verificação de campo, observou-se que o resultado da classificação foi satisfatório. A partir da segunda metade da década de 70, a cobertura vegetal natural que predominava nos anos anteriores foi substituída pela agricultura e pela pastagem cultivada. Essa modificação no uso da terra deu-se após a implantação do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal (PAD-DF). A interpretação das imagens analisadas neste trabalho identificaram diferentes classes de uso da terra e 5 fases de degradação de pastagens. A Tabela 2 apresenta as classes de uso com pastagem degradada para os anos de 1987 e 1997, em ha.

Classe de uso da terra	1987	1997
Pastagem degradada 1	3168,70	1108,87
Pastagem degradada 2	-	225,94
Pastagem degradada 3	-	420,70
Pastagem degradada 4	-	1256,20
Pastagem degradada 5	-	232,26

Tabela 2 – Classes de Uso com pastagem degradada para os anos de 1987 e 1997.

Em 1987, as pastagens cultivadas encontravam-se no nível 1 (deterioração leve) e ocupavam 32,9% do total da área. Os outros níveis de degradação não foram observados. Em 1997 as áreas com pastagem cultivada em bom estado de manejo, nível de degradação 1 (deterioração leve) reduziram para 10,9%, demonstrando que do total plantado, a maior parte, encontrava-se degradada. Verificou-se 2,3% no nível 2 (deterioração moderada), e 2,4% na área degradada 3 (forte). O nível de degradação 4 (muito forte) foi o que totalizou a maior área com 13,0 % e o nível 5 (muito forte), com 4,4%. As Tabelas 3 e 4 apresentam os resultados dos cruzamentos das classes de uso da terra com aptidão agrícola para o ano de 1987 e 1997.

TABELA 3. Classes de uso da terra e aptidão agrícola indicada para 1987 (áreas em ha).

CLASSE	APTIDÃO AGRÍCOLA INDICADA				ÁREA TOTAL	%USO ADEQ
	Agricultura	Pastagem	Cob. Natural	Inapta		
Agr. anual	1940	2043	756	32	4771	40,7
Agr. irrigada	67	1	-	-	68	98,5
Pastagem	981	788	1006	43	2818	28,0

Em 1987, as áreas utilizadas para a agricultura eram de 4839 ha, enquanto o indicado pelo sistema de aptidão agrícola seria de 3876 ha. A Tabela 3, mostra que na microbacia, a agricultura utilizava

também as áreas destinadas à pastagem cultivada e àquelas cuja cobertura vegetal natural deveriam ser preservadas, ocasionando o uso inadequado à agricultura. A área de pastagem cultivada ocupava 3167 ha, sendo que desse total, 1120 ha estavam localizados em áreas adequadas à agricultura, 1120 ha áreas para cobertura vegetal natural e 55 ha em áreas inaptas, que deveriam ser preservadas para fauna e flora. O total da área apta para pastagem cultivada é de 3337 ha, e desse total apenas 872 ha estavam sendo utilizados, conforme estabelecido no sistema de aptidão agrícola adequada.

TABELA 4 . Classes de uso da terra e aptidão agrícola indicada para 1997 (áreas em ha).

CLASSE	APTIDÃO AGRÍCOLA INDICADA				ÁREA TOTAL	%USO ADEQ
	Agricultura	Pastagem	Cob. Natural	Inapta		
Agr. anual	1651	1743	950	45	4389	37,6
Agr. irrigada	412	96	68	-	576	71,5
Pastagem	412	334	351	12	1109	30,1
Past. degradada	742	717	638	32	2133	33,61

Conforme apresentado na Tabela 4 a agricultura ocupava 4965 ha, sendo que 1839 ha encontravam-se em áreas aptas para pastagem, 1018 ha deveriam ser mantidos como a cobertura vegetal natural e 45 ha, destinados à fauna e à flora. As áreas com pastagem totalizaram 3242 ha, sendo que deste total 1158 ha estavam em áreas reservadas para agricultura, 989 ha indicados para cobertura natural e 44 ha para preservação da fauna e da flora. A área apta para pastagem cultivada é de 3337 ha, sendo que deste total 1051 ha estão com uso adequado.

**Conclusão:** de acordo com os resultados obtidos neste trabalho, a utilização das técnicas de segmentação de imagens e classificação supervisionada por regiões, implementadas no SPRING, mostraram-se eficiente na separabilidade das regiões. Utilizando as imagens TM Landsat e a classificação supervisionada por regiões, foi possível identificar as pastagens com 5 níveis de degradação. É importante ressaltar que muitas vezes as áreas destinadas a implantação de pastagens são restritas ou inaptas para essa utilização, o que as tornam inadequadas ao desenvolvimento de agricultura convencional. O uso inadequado dos solos, com outro tipo de atividades pode rapidamente provocar seu esgotamento, de caráter físico, (acentuando os processos de erosão) ou de caráter químico (reduzindo a porcentagem de matéria orgânica, reduzindo o estoque de nutrientes. Trata-se portanto de um primeiro esforço no sentido de, além de identificar a classe de uso, caracterizar e quantificar por nível de degradação. A partir desta identificação, torna-se fundamental estabelecer os procedimentos de radiometria destes alvos para posterior extrapolação espacial em outras áreas de cerrado.

**Referência bibliográfica:** SPAIN, J. M.; GUALDRÓN, R. Degradación y rehabilitación de pasturas. In: VI Reunión del Comité Asesor de la RIEPT. Memórias. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Veracruz, México 1988. CIAT. p. 269-283.

## COMPORTAMENTO DA AÇÃO PLUVIOEROSIVA EM PARCELAS COM PASTAGEM NA MICROBACIA DO CÓRREGO DA DIVISA

Author: BACCARO, C.A.D.; SILVA, J.B.; VIEIRA, W. C. CAMPOS, C.A.A.; e SILVA, G.A.

Address: Universidade Federal de Uberlândia - cbaccaro@ufu.br

Key words: soil

slope  
runoff  
plots  
erosion

**Abstract:** The understanding of the processes of pluvial erosion in slopes helps in the planning of its occupation. The objective of that research is the quantification of the soil loss for superficial flow in slopes using two plots, being, one with exposed soil and another with the vegetation *Paspalum nonatum* Flug (gramínea Cuiabana). The area is located in the municipal district of Iraí of Minas, Minas Gerais, Brazil. The results obtained until the moment reflect the importance of the vegetable front to the erosion processes.

A pecuária é uma atividade que exige uma ampla substituição da vegetação natural. A área em estudo está localizada na micro bacia do córrego da Divisa, no município de Iraí de Minas, entre as coordenadas 18°57' e 19°09' de latitude Sul e 47°30' e 47°40' de longitude Oeste. O objetivo do trabalho é a quantificação e mensuração do escoamento superficial e o transporte de sedimentos. Para tanto, fez - se necessário a instalação de uma estação experimental na classe de 5° de declividade, sendo, composta por duas parcelas (*plots*) de 1mX10m, uma com solo exposto e outra com a cobertura vegetal predominante na bacia (pastagem) e um tanque para recepção de sedimentos com capacidade total para 140L ( 90L para solo exposto e 50 L para solo vegetado). Conforme BACCARO (1999), essa micro bacia representa o compartimento altamente dissecado na borda da chapada de Iraí de Minas, com fortes rupturas estruturais, altas declividades, vales encaixados, vertentes convexas e retilíneas. O substrato rochoso está associado as litologias dos Grupos Araxá, São Beto e Bauru. Os processos de ravinamento e voçorocamento presentes estão nas vertentes estruturadas pelo Grupo Araxá onde, encontram - se vários terracetes. A vegetação natural foi substituída em mais de 60% da área pela gramínea *Paspalum nonatum* Flug (grama Cuiabana). A pesquisa vem confirmando o papel exercido pela cobertura vegetal na proteção do solo frente aos processos pluvioerosivos. As perdas de solo obtidas em 1998 (Fig. 01), na parcela de solo exposto estão associadas a retirada da cobertura vegetal para a implantação da estação, devido a isso, o solo ficou mais susceptível a remoção de partículas, e dessa forma, no período chuvoso, houve uma perda de solo mais elevada em comparação com a remoção exercida pelo escoamento superficial em 1999 (Fig. 02) na qual, o solo já encontrava - se estabilizado. Nesse mesmo ano ,na parcela com cobertura vegetal , foi quantificado uma perda de solo total de 8.4 Kg. Conforme várias observações feitas em campo e, comparando com a perda de solo no ano 1999, esse total está relacionado ao manejo inadequado que estava sendo aplicado na pastagem, já que , a mesma encontrava - se com aspecto bastante degradado, e no período seco, a cilagem produzida na propriedade foi pouca, restando ao gado alimentar-se do pasto já fragilizado pela estiagem. Como consequência, surgiram alguns espaços entre os tufo da gramínea que favoreceram a ação erosiva pluvial , desde, o impacto exercido pelas gotas de chuva no solo (*splash*) até o transporte de sedimentos feito pelo escoamento superficial. Para fundamentar essa observação, GUERRA (1995) afirma que a ausência da cobertura vegetal facilita o impacto das gotas de chuva, fazendo com que os agregados se quebrem, crostas sejam formadas na superfície do solo causando o aumento do fluxo superficial implicando, em conjunto com outros fatores, em uma elevada taxa de sedimentos. Essa situação, portanto, teve que ser representada dentro da parcela de solo vegetado, afim de, estar de acordo com os princípios desta pesquisa. No ano de 1999 (Fig. 2) a perda de solo foi reduzida nas duas parcelas. Na parcela de solo exposto a perda total de sedimentos foi de 34,48 Kg, estando associada a estabilidade alcançada pelo solo pois, após, a retirada da vegetação que provocou a desagregação e desestruturação do horizonte superficial aumentando o transporte de sedimentos realizado pelo *runoff* no ano anterior. A

cobertura vegetal mais homogênea, oferece uma proteção muito mais efetiva aos efeitos causados pela chuva, principalmente, em relação a erosão por salpicamento (*splash*) com isso, a ação pluvioerosiva é reduzida, pois, a vegetação retarda a ação cinética das gotas de chuva não permitindo a extração e remoção de partículas do solo. De forma geral, na parcela com gramínea o escoamento superficial (EP) e o material erodido (ME) foram baixos, havendo uma infiltração considerável da água, sem a ocorrência do *splash erosion* (BACCARO,1999). Por fim, as informações geradas por essa pesquisa, demonstram a fragilidade da paisagem frente a ocupação de vertentes sem o devido planejamento, dessa forma, esses dados poderão contribuir substancialmente para a implementação adequada de determinadas atividades nas encostas.

**Fig. 01** - Perda de solo na estação experimental da Divisa - 1998  
Soil loss in the experimental station of the Divisa - 1998

Mes	Pluviosidade (mm)	Escoamento Superficial (L)		Perda de solo (Kg)	
		Solo exposto	Solo vegetado	Solo exposto	Solo vegetado
Janeiro	42,75	34,9	0,7	9,65	0,028
Fevereiro	112,25	11,1	1,7	5,48	0,283
Março	159,37	63,7	13,1	8,27	1,351
Abril	153,25	45,8	51,0	19,58	6,73
Mai	18,75	1,3	1,0	0,431	0,027
Junho	37,50	1,4	1,5	0,298	0,006
Julho	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0
Setembro	70,55	17,5	2,1	3,58	0
Outubro	106,0	29,25	2,5	2,029	0
Novembro	129,25	29,80	5,25	5,472	0,008
Dezembro	190,25	84,55	25,1	14,122	0,002
<b>Totais</b>	<b>1019,92</b>	<b>319,30</b>	<b>103,95</b>	<b>68,914</b>	<b>8,435</b>

Fonte: CAMPOS - UFU - 1998

**Fig. 2** - Perda de solo na estação experimental Divisa - 1999  
Soil loss in the experimental station of the Divisa - 1999

Mes	Pluviosidade (mm)	Escoamento Superficial (L)		Perda de solo (Kg)	
		Solo exposto	Solo vegetado	Solo exposto	Solo vegetado
Janeiro	163,25	112,70	52,0	5,759	0,003
Fevereiro	123,25	45,0	45,0	2,315	0,005
Março	410,55	150,0	150,0	7,179	0,018
Abril	68,75	28,50	5,20	3,333	0
Mai	0	0	0	0	0
Junho	0	0	0	0	0
Julho	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0
Setembro	68,50	6,50	3,45	0,009	0,07
Outubro	0	0	0	0	0
Novembro	312,0	89,75	30,6	12,035	0,002
Dezembro	142,50	118,0	6,1	3,85	0
<b>Totais</b>	<b>1288,8</b>	<b>550,45</b>	<b>292,35</b>	<b>34,48</b>	<b>0,098</b>

Fonte: CAMPOS - UFU - 1999

BACCARO, C. A. D. Processos erosivos no domínio do Cerrado. *In: Erosão e conservação de solos conceitos, temas e aplicações*. 1º edição. Orgs. A.J.T. GUERRA, A.S. SILVA e R.G.M. BOTELHO. Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 196-223p. 1999.

CAMPOS, C.A.A. **A influência da morfodinâmica das vertentes na sustentabilidade ambiental no domínio do cerrado do Brasil central**. Uberlândia. Relatório final. Digitado. 51p. 1999.

\_\_\_\_\_ **A influência da morfodinâmica das vertentes na sustentabilidade ambiental no domínio do cerrado do Brasil central**. Uberlândia. Relatório final. Digitado. 54p. 2000.

GUERRA, A.J.T. Processos erosivos nas encostas. *In: Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos*. 2º edição. Ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 149-197p. 1995.

GUERRA, A.J.T. O início dos processos erosivos. *In: Erosão e conservação de solos conceitos, temas e aplicações*. 1º edição. Orgs. A.J.T.GUERRA, A.S. SILVA e R.G.M. BOTELHO. Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 17-49p.1999.

## DISTRIBUIÇÃO E MAGNITUDE DE VOÇOROCAS NAS PASTAGENS DO TRIÂNGULO MINEIRO - MINAS GERAIS / BRASIL

Author: BACCARO, C.A .D. e CARRIJO, B.R.

Address: Universidade Federal de Uberlândia - Instituto de Geografia - cbaccaro@ufu.br

Key words: erosion, gully, savanna, patures

Abstract: The present summary presents a synthesis of studies accomplished in the Triângulo Mineiro, Minas Gerais where was looked for to relate the gullies occurrence with the distribution and state of conservation of the pastures. In general, the degraded areas present intense gully processes that it checks the need to monitor these areas appropriately. The recovery of the degraded areas and the control of the erosion are essential to reestablish the balance in the area.

Desde o início de sua ocupação o Triângulo Mineiro vem se configurando como uma das áreas mais importantes na pecuária regional. O uso intensivo dessas pastagens associado à fragilidade natural dos solos do cerrado vêm compondo um quadro crítico no que se refere à processos erosivos por voçorocamento. O Laboratório de Geomorfologia e Erosão de Solos do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia vem desenvolvendo pesquisas em áreas de pastagem buscando caracterizar e quantificar os processos erosivos por voçorocamento que se desenvolveram nessas últimas décadas. Os dados aqui apresentados referem-se à estudos realizados nos municípios de Uberlândia e Prata, que são áreas representativas para a bordagem em questão. O Triângulo Mineiro localiza-se a oeste de Minas Gerais. Sua vegetação natural é o cerrado, onde é possível encontrar em diversos pontos suas diferentes fitofisionomias. Os solos são predominantemente latossolos vermelho-escuro e vermelho-amarelo com elevados teores de areia. Nas áreas estudadas o relevo configura-se em porções levemente e medianamente dissecadas, sendo que no município do Prata são encontradas unidades de relevos residuais. O clima é marcado por uma sazonalidade bem definida (chuvas de outubro à maio e um período seco de abril à setembro). Assim como os demais ecossistemas brasileiros o Cerrado possui aspectos relacionados ao seu quadro natural que, quando não considerados, podem comprometer o uso sustentável dessas áreas. Tendo em vista a necessidade de se considerar as principais fragilidades do cerrado, serão destacados alguns pontos que são determinantes no planejamento, ocupação e manejo para o uso racional do espaço. Para discutir essas fragilidades, optamos por iniciar pelos solos do cerrado. Sendo a base para sustentação da vegetação natural, da ocupação humana e do uso agrícola, os solos do cerrado apresentam-se, de modo geral, com um elevado grau de suscetibilidade de degradação, seja mecânica ou química. Sua composição granulométrica é fator determinante no manejo e uso desse solo. Composto predominantemente por areias (70 % a 80 % em média), os solos do cerrado apresentam-se pouco consolidados e, conseqüentemente, facilmente lixiviados e erodidos. (GOODLAND et al., 1979). Desenvolvidos sob condições tropicais os solos das regiões do Triângulo Mineiro /Alto Paranaíba são formados por argilas mais pobres (do tipo 1:1) dificultando a agregação de nutrientes no solo. Devido a esse fator, a matéria orgânica torna-se mais importante que a própria argila no fornecimento de nutrientes para as plantas. Além disso, os altos teores de ferro (Fe) e alumínio (Al) tornam o solo ácido necessitando de constantes correções para o uso agrícola elevando os custos da produção agrícola. Outro indicador da acidez dos solos do cerrado são os valores relacionados ao pH que também apontam um solo extremamente ácido. O conjunto dessas características sugere que, para um manjo adequado, sejam tomadas uma série de medidas que não degradem tanto sua composição e estrutura. Porém, o uso agrícola não vem sendo feito levando em conta essas fragilidades, e o cerrado começa a apresentar sérios problemas oriundos desse uso irracional do solo. Outro aspecto a ser considerado e que facilita bastante o uso irracional é a morfologia do relevo. Composta predominantemente por áreas planas, o Cerrado foi ocupado sem uma análise mais profunda da importância dessas áreas de topo, onde localizam-se as nascentes. Além dessas áreas de chapada, a ocupação das vertentes mais inclinadas também não foi feita de modo adequado. Resultado disso são os problemas relacionados à erosão linear que vêm se desenvolvendo por toda região. Através de suas características básicas é possível notar que o cerrado é um ecossistema frágil que necessita de uma planejamento adequado para a sua ocupação racional. No setor agrícola os cuidados devem ser redobrados uma vez que o uso incorreto e intensivo pode comprometer sua utilização atual e pelas próximas décadas. Qualquer uso agrícola

exige seus cuidados específicos porém a maioria dos pecuaristas não considera a gramínea como um cultivar que também necessita de um manejo sustentável. Os casos apresentados a seguir ilustram essa situação de manejo inadequado onde as pastagens já se encontram comprometidas por processos de erosão acelerada, como no caso dos municípios do Prata e Uberlândia em Minas Gerais. O município do Prata é um dos mais significativos da produção de leite em escala regional. Em função disso, o uso do solo no município é dado basicamente por pastagens que apresentam quadros críticos de erosão por voçorocamento. Estudos feitos à partir de tradagens, análise de perfis de solo, estaqueamentos de voçorocas e mapeamentos temáticos apontaram para um cenário típico na região. Nessa área os relevos residuais exigem um manejo mais cauteloso porém estes cuidados não estão sendo tomados. O cerrado do topo das serras foi desmatado fazendo com que a velocidade do escoamento superficial aumentasse consideravelmente. Resultado desse fenômeno é uma concentração do fluxo de água nas pastagens dando origem à ravinas e voçorocas que encontram-se em processo de franca evolução. Em estudos realizados por CARRIJO (1999) identificou-se um recuo de bordas das voçorocas de até 470 cm entre o período de 1996 à 1998. Em função disso, os fundos de vale encontram-se intensamente assoreados e, o elevado grau de degradação das pastagens afeta diretamente a produtividade de leite. Uma vez degradadas, essas pastagens sofrem também outros tipos de erosão como a laminar e a erosão marginal. Uma prática comum na região são as queimadas para renovação das pastagens que compromete toda a região já que o fogo fora de controle ataca as áreas de mata, veredas e cerrados ainda preservados. Já no caso do município de Uberlândia, BACCARO, SILVA e CARVALHO. (1998) realizaram um zoneamento de voçorocas nas microbacias do córrego das Pedras, córrego da Gordura, córrego Sem Nome, córrego Capão Grande e córrego Água Vermelha. De modo geral as microbacias localizam-se em áreas levemente e medianamente dissecadas, como latossolos bastante arenosos. Utilizando de fotografias aéreas e trabalhos de campo, foram catalogadas 74 voçorocas e 151 ravinas todas localizadas em áreas de pastagem degradada. O pisoteio do gado e a não renovação das gramíneas é um fator determinante no surgimento dessas voçorocas. Apesar de fazerem parte de um processo natural na evolução das cabeceiras de drenagem a evolução desses fenômenos está sendo acelerada pela manejo inadequado das pastagens. Após esses estudos foi possível constatar a importância de se desenvolver um programa de manejo adequado para as pastagens do Triângulo Mineiro. A aptidão agrícola das áreas de cerrado é bastante restrita tornando a pastagem a opção mais dotada para os produtores rurais. Porém, como qualquer outra cultura a gramínea também necessita de cuidados e de renovação periódica. Além disso, a proporção de vegetação natural deve ser preservada pois seu papel é fundamental na estabilidade das paisagem. Caso contrário corremos o risco de deixar os solos do cerrado definitivamente estéreis.

#### Referências Bibliográficas

BACCARO, C.A .D.; SILVA, E. P. e CARVALHO, Q.A . zonamento de voçorocas no médio e alto curso do ribeirão Douradinho. **Geosul** , Florianópolis, v.14, n.27, p.418-420, 1998

CARRIJO, B.R. **A dinâmica e a evolução dos processos de voçorocamento no oeste do Triângulo Mineiro:** a bacia do ribeirão Boa Vista - Prata/MG. (Monografia : Bacharelado em Geografia - Universidade Federal de Uberlândia) 1999.

GOODLAND.R et al. **Ecologia do Cerrado.** Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: EDUS, 1979.



## BARRAGINHAS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVAS E RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADAS

### UM PROJETO SOCIAL PARA COLHEITA DE ÁGUA DE CHUVA

Barros, L. C.  
Embrapa Milho e Sorgo  
[cordoval@cnpms.embrapa.br](mailto:cordoval@cnpms.embrapa.br)  
Caixa Postal 151  
35701-970 Sete Lagoas – MG

**Abstract: MICRO-DAMS FOR RAIN WATER CATCHMENT AND RECLAMATION OF DEGRADED AREAS** The accelerated and disorganized deforestation in Central Brazil and the transformation of these natural ecosystems into crop land or pastures, without adequate technologies, resulted in irrecoverable damages to the environment, especially with respect to water and soil conservation, with particular mention to compactation. As a consequence, the soil intake rate decreased and surface runoff increased, thus causing laminar erosion, low soil quality, silting up of rivers, floods and decreased sustainability of family properties.

With the objective of reverting this scenario, a demonstrative unit was implemented in Sete Lagoas MG, in 1995, in a property of 70 ha, where 30 micro-catchments ("barraginhas") were built to contain surface runoff damages. These micro-catchments also retain pollution sources carried by the waters and favor the recharge of good quality water tables, by means of improving soil intake rate, recovering water sources and alleviating droughts.

Due to the success of this demonstration unit, by means of field visits by farmers, NGO's and publication of articles in journals and national/international congresses, a decision was taken to extend the experience and build 960 low-cost micro-catchments, in 1998, in 60 small properties covering all the micro-basin of the Paiol stream, in the village/community of Estiva, Sete Lagoas county. That was only possible because of the active participation of small farmers in the indication of existing degraded sites and the support provided in terms of food and lodging for the working teams

As a result, it is now possible to hear the farmers testimonials on the effects observed in elevation of water tables observed in their domestic reservoirs ("cisternas"), better utilization of the water and drought alleviation, that have increased their yields.

**Key words:** micro-catchments, land degradation, infiltration, intake, Paiol

O desmatamento desorganizado no Brasil Central, ocorrido desde a década de 50, e aceleração a partir da década de 70 para produção de carvão vegetal e a conversão desses ecossistemas naturais em lavouras e pastagens, sem a utilização de tecnologias adequadas, resultou em danos irreparáveis ao meio ambiente, principalmente em relação à conservação da água e do solo, em particular na compactação provocada pelo manejo inadequado do solo pelo homem. Como destaque, citaremos a compactação causada por patas de bois e por pneus de tratores. A consequência imediata foi a redução da taxa de infiltração; ao baixar a taxa de infiltração da água no solo, iniciou-se o escoamento superficial da água de chuvas, provocando erosão, principalmente do tipo laminar, que degrada e empobrece o solo, além de carrear assoreamento e poluentes aos rios, também provocando enchentes e diminuindo a sustentabilidade produtiva agrícola.



Visando reverter esse quadro, durante o ano de 1995, em Sete Lagoas-MG, com média pluviométrica de 1350mm, foi criada uma unidade demonstrativa numa propriedade de 70ha na micro-bacia do Ribeirão Paiol, onde foram construídas 30 **barraginhas** contentoras de enxurradas, complementadas com curvas de nível, que contêm também fontes poluidoras veiculadas pelas águas, além de forçar a recarga das reservas subterrâneas pela elevação do lençol freático, armazenando água de boa qualidade na esponja porosa do solo através da infiltração, revitalizando mananciais e rios, e ainda, amenizando os efeitos das secas e veranicos em lavouras localizadas nas partes baixas das propriedades e proximidades das barraginhas. As barraginhas situadas de forma dispersa nos veios de enxurradas e beiras de estradas, geralmente são construídas em locais degradados, não se perdendo áreas cultiváveis, ao contrário estanca problemas e passa a revitalizar esses locais. Cada barraginha recarrega 80m<sup>3</sup>, de 10 a 15 vezes ao ano, transferindo um volume de 800 a 1200m<sup>3</sup> ao lençol freático, ao custo de R\$0,03/m<sup>3</sup> (três centavos cada m<sup>3</sup> no primeiro ano), e R\$0,01/m<sup>3</sup> acumulados em 3 anos.

Em virtude do êxito dessa unidade, após divulgações em exposições, cursos, seminários e congressos nacionais e internacionais, iniciou-se uma fase de conscientização e mobilização para implantar um projeto em escala maior, foram veiculadas em jornais, rádio e TV, reportagens e convites para visitas em dias de campo de agricultores, pecuaristas, ONGs e principalmente para os produtores desta micro-bacia, resultando num projeto com a construção de 960 mini-açudes (**barraginhas**) a baixo custo\*, durante o ano de 1998, em 60 pequenas propriedades, envolvendo toda a micro-bacia do Ribeirão Paiol, na comunidade da Estiva, em Sete Lagoas-MG. Isso só foi possível graças à mobilização e conscientização dos produtores durante os eventos citados, resultando na aceitação desta tecnologia e gerando expectativas. Também foi importante a parceria entre a EMBRAPA, a Secretaria de Agricultura Municipal, a EMATER e a Secretaria Nacional de Recursos Hídricos.

A participação ativa dos produtores foi fundamental na indicação dos pontos degradados e no fornecimento de apoio para alimentação e pernoites das equipes envolvidas. Como resultado, pode-se hoje, ouvi-los testemunhando os efeitos alcançados em relação à elevação do lençol freático, percebido nas cisternas, melhoria na qualidade da água, amenização de secas, regeneração natural de vegetação nas áreas degradadas e aumento de produtividade.

Conclusões: A captação de água de chuva por mini-açudes, associada a outros sistemas de conservação de solo e água, por si só inicia um processo de regeneração natural da degradação do solo ao longo dos anos e a adoção de outras tecnologias como correções químicas, orgânicas, entre outras, acelera o processo.

As pastagens, capineiras, canaviais, fruteiras, lavouras de café, entre outras culturas, situadas nas regiões beneficiadas pela elevação do lençol freático e zona de influência das barraginhas e dos terraços, são revigoradas e protegidas das estiagens comuns durante o ciclo chuvoso, propiciando até mesmo o plantio de safrinha.

A revitalização de mananciais e córregos com água de qualidade ameniza os problemas das populações ribeirinhas quanto à saúde, evitando doenças veiculadas pelas águas e conseqüentemente descongestionando leitos hospitalares. Essa mesma água irá irrigar e produzir horti-frutigrangeiros isentos de poluentes, como também a revitalização da reserva de água sob as propriedades, além de fortalecer economicamente a família do produtor, dá-lhe uma nova esperança e fôlego para adiar ou até mesmo evitar o êxodo de sua família.

\*Custo unitário por barraginha, de 45 minutos a 1,5 horas, construídas com pá carregadeira (R\$35,00 a R\$40,00 a hora), se constrói de 8 a 10 barraginhas/dia.

**Palavras chave:** pastagem, degradada, barraginhas, paiol, mananciais, infiltração.