



DPD-Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento



## Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa

Brasília, 11 a 13 de agosto 2009

### Massa de Raízes e Qualidade Física do Solo em Sistemas Contínuos e Integrados Lavoura-Pecuária<sup>1</sup>

Gustavo Borges Cornélio<sup>2</sup>, Rafael Felipe Ratke<sup>3</sup>, Robélio Leandro Marchão<sup>4</sup>, João de Deus  
Gomes dos Santos Júnior<sup>4</sup>, Lourival Vilela<sup>4</sup>, Marcos Aurélio Carolino de Sá<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Financiado pela FINEP e Embrapa (MP2-02.06.01.008.00.04.17).

**Resumo submetido e apresentado no V Congresso Nacional de Soja, maio de 2009.**

<sup>2</sup>Estagiário da Embrapa Cerrados. e-mail: [gustavoborges@agronomo.eng.br](mailto:gustavoborges@agronomo.eng.br)

<sup>3</sup>Doutorando em Solo e Água pela UFG (Universidade Federal de Goiás). e-mail:  
[rfratke@gmail.com](mailto:rfratke@gmail.com)

<sup>4</sup>Pesquisadores da Embrapa Cerrados. e-mail: [robelio.leandro@cpac.embrapa.br](mailto:robelio.leandro@cpac.embrapa.br);  
[jdsantos@cpac.embrapa.br](mailto:jdsantos@cpac.embrapa.br); [lvilela@cpac.embrapa.br](mailto:lvilela@cpac.embrapa.br); [carolino@cpac.embrapa.br](mailto:carolino@cpac.embrapa.br)

**Resumo:** A massa de raízes e a qualidade física do solo foram avaliadas em sistemas contínuos e integrados de lavoura e pastagem, assim definidos: a) pastagem contínua de *Brachiaria decumbens*; b) lavoura contínua de soja em preparo convencional e direto; c) primeiro ano de lavoura de soja em preparo convencional e direto, precedida por quatro anos de pastagem de *Brachiaria brizanta* cv. Marandu; d) primeiro ano de milho consorciado com *Brachiaria brizanta* cv. Piatã, precedida de quatro anos de lavoura contínua de soja em preparo convencional e direto. O delineamento experimental foi o de blocos completos ao acaso, com duas repetições em parcelas medindo 40m x 50m. Não foi feita distinção entre a massa de raízes vivas e mortas, bem como entre as remanescentes de cultivos anteriores. A massa de raízes e a resistência à penetração do solo na tensão de água no solo de 6 kPa foram influenciadas pelos sistemas agrícolas. Entretanto, outros fatores físicos e químicos do solo devem ser mais bem estudados para entendimento das relações de causa:efeito entre a qualidade física do solo e a massa de raízes.

**Palavras-chave:** sistema radicular, resistência à penetração, densidade do solo.

### Root biomass and soil physical quality under continuous and integrated crop-livestock systems<sup>1</sup>

**Abstract:** The root biomass and the soil physical quality were evaluated in continuous and integrated crop-livestock systems: a) continuous pasture of *Brachiaria decumbens*; b) continuous soybean crop in conventional and no-tillage; c) soybean crop in conventional and no-tillage preceded by four years of pasture of *Brachiaria brizanta* cv. Marandu; d) first year of millet pasture cultivated in association with *Brachiaria brizanta* cv. Piatã, preceded by four years of soybean cultivated in conventional and no-tillage. No distinction was made between the alive and dead root biomass, and also among the remnants of previous crops. The root biomass and soil penetration resistance at 6 kPa were affected by land use systems. However, the other physical and chemical properties must be more studied for better understanding of the relationship between the soil physical quality and the root biomass.

**Keywords:** root system, penetration resistance, bulk density.

## Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa

Brasília, 11 a 13 de agosto 2009

### Introdução

O papel do sistema radicular e sua relação com a qualidade física do solo ainda é pouco conhecido, sendo necessários estudos para auxiliar na escolha de sistemas agrícolas que tenham potencial para superar o grande desafio agrônômico atual, de otimizar e intensificar de forma sustentável o uso da terra no Cerrado. Em diferentes regiões do mundo há consenso de que períodos de utilização com pastagens perenes, gramíneas e ou leguminosas, condicionam melhorias na qualidade do solo e na produtividade de lavouras subseqüentes (García-Préchac et al., 2004). A estabilidade de agregados, a macroporosidade e a condutividade hidráulica podem aumentar rapidamente com a inclusão de pastagens em rotação com culturas anuais, devido à combinação de três efeitos principais: ausência de preparo durante o ciclo da pastagem, presença de um denso sistema radicular, que atua como agente agregante e maior atividade da macrofauna do solo em pastagens (Marchão et al., 2007). Estes efeitos estão relacionados principalmente à boa cobertura vegetal proporcionada pela pastagem e podem ser rapidamente revertidos quando o solo volta a ser preparado.

Apesar da importância do sistema radicular, pouco se sabe a respeito de sua dinâmica, comparativamente à parte aérea assim como sua relação com os atributos físicos do solo. Esse fato é decorrente da dificuldade intrínseca relacionada à amostragem e observação da dinâmica das raízes. O objetivo desse trabalho foi avaliar a massa de raízes e a qualidade física do solo em sistemas contínuos e integrados de lavoura (soja em plantio convencional e direto) e pastagem (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* spp.).

### Material e Métodos

O estudo foi realizado em um experimento de integração lavoura-pecuária da Embrapa Cerrados em Planaltina, DF, em um Latossolo Vermelho fase Cerrado típico, com textura muito argilosa (622 g kg<sup>-1</sup> de argila na camada de 0–45 cm de profundidade). Em 1991, a vegetação nativa foi removida e o solo corrigido com calcário dolomítico, incorporado com arado de discos seguido de grade aradora. Foi então, implantado o experimento, em delineamento de blocos completos ao acaso, com duas repetições. As parcelas possuem 50 metros de comprimento por 40 metros de largura.

Foram estudados sete tratamentos, compostos pela combinação de cultivos contínuos e integrados de lavoura e pastagem, assim definidos: S1-pastagem contínua de *Brachiaria decumbens*; S4- lavoura contínua de soja em preparo convencional (S4T1) e direto (S4T2); S3L- primeiro ano de lavoura de soja em preparo convencional (S3LT1) e direto (S3LT2), precedida por quatro anos de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; S3P- primeiro ano de milho com *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, precedida de quatro anos de lavoura contínua de soja em preparo convencional (S3PT1) e direto (S3PT2). As pastagens foram utilizadas em sistema de pastejo rotacionado, com períodos alternados de ocupação e descanso.

Em cada unidade experimental foram coletados 12 anéis volumétricos de 5 cm de altura por 5 cm de diâmetro. Utilizou-se um trado tipo “caneca” com volume de 1,5 dm<sup>3</sup> (9,8 cm de diâmetro por 20 cm de comprimento), para amostragem do sistema radicular. As amostragens foram realizadas em quatro pontos de uma linha diagonal, eqüidistantes entre si, com pontos extremos a 10 m da borda das parcelas, nas linhas da cultura e nas camadas de 0-5, 5-10 e no ponto médio da camada de 10-20 cm de profundidade para as amostras indeformadas de solo e na camada de 0-20 cm para as amostras de raízes. As amostras indeformadas foram utilizadas para o cálculo dos valores de densidade do solo (Ds, g cm<sup>-3</sup>), porosidade total (PT, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> - conteúdo volumétrico de água na amostra saturada), microporosidade (MIC, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> - conteúdo volumétrico de água na tensão de 6 kPa), macroporosidade (MAC, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> - diferença entre MAC e MIC), água disponível (AD, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> - diferença entre os conteúdos volumétricos de água nas tensões de 6 e 1500 kPa), água prontamente disponível (APD, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> - diferença entre os conteúdos volumétricos de água nas tensões de 6 e 100 kPa) e

## Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa

Brasília, 11 a 13 de agosto 2009

resistência à penetração (RP, MPa) calculada pela curva de resistência à penetração do solo medida com teor de umidade equivalente à tensão de 6 kPa, utilizando minipenetrômetro dinâmico descrito por Sá et al. (2007). As raízes foram separadas do solo utilizando o procedimento descrito por Kanno et al. (1999). Não foi feita distinção entre a massa de raízes vivas e mortas, bem como entre as das culturas remanescentes de cultivos anteriores. A massa de raízes foi expressa a base de volume (MRV, g dm<sup>-3</sup>) e massa de solo seco (MRS, g kg<sup>-1</sup>).

Os dados foram submetidos à análise de variância considerando o valor de probabilidade de 5%. Os tratamentos foram comparados pelo teste de Waller-Duncan (P<0,05), utilizando o procedimento GLM do SAS (SAS Institute, 1999).

### Resultados e Discussão

Os conteúdos de raízes das culturas (MRV e MRS) e a resistência à penetração variaram significativamente (P<0,05) entre os sistemas agrícolas. As demais propriedades físicas avaliadas não foram influenciadas pelos tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), microporosidade (MIC), macroporosidade (MAC), água disponível (AD), água prontamente disponível (APD), massa de raízes a base de volume (MRV) e massa de raízes a base solo seco (MRS), e resistência à penetração (RP) em sistemas contínuos e integrados de lavoura e pastagem.

Sistema	Ds g dm <sup>-3</sup>	PT -----cm <sup>3</sup>	MIC cm <sup>-3</sup> -----	MAC -----g dm <sup>-3</sup> -----	AD -----g kg <sup>-1</sup> -----	APD -----g kg <sup>-1</sup> -----	MRV -----g kg <sup>-1</sup> -----	MRS -----MPa-----	RP
S1	1,01 <sup>a*</sup>	0,512 <sup>a</sup>	0,360 <sup>a</sup>	0,152 <sup>a</sup>	0,129 <sup>a</sup>	0,082 <sup>a</sup>	16,03 <sup>a</sup>	15,83 <sup>a</sup>	1,17 <sup>a</sup>
S3L-T1	1,00 <sup>a</sup>	0,521 <sup>a</sup>	0,374 <sup>a</sup>	0,147 <sup>a</sup>	0,139 <sup>a</sup>	0,095 <sup>a</sup>	11,53 <sup>b</sup>	11,50 <sup>b</sup>	0,34 <sup>d</sup>
S3L-T2	1,01 <sup>a</sup>	0,511 <sup>a</sup>	0,364 <sup>a</sup>	0,146 <sup>a</sup>	0,137 <sup>a</sup>	0,087 <sup>a</sup>	9,37 <sup>bc</sup>	9,30 <sup>bc</sup>	1,11 <sup>ab</sup>
S3P-T1	1,00 <sup>a</sup>	0,513 <sup>a</sup>	0,379 <sup>a</sup>	0,134 <sup>a</sup>	0,159 <sup>a</sup>	0,108 <sup>a</sup>	8,72 <sup>bc</sup>	8,73 <sup>bcd</sup>	0,37 <sup>d</sup>
S3P-T2	0,99 <sup>a</sup>	0,520 <sup>a</sup>	0,379 <sup>a</sup>	0,141 <sup>a</sup>	0,140 <sup>a</sup>	0,102 <sup>a</sup>	6,22 <sup>c</sup>	6,26 <sup>cd</sup>	0,19 <sup>d</sup>
S4-T1	1,02 <sup>a</sup>	0,517 <sup>a</sup>	0,362 <sup>a</sup>	0,155 <sup>a</sup>	0,138 <sup>a</sup>	0,094 <sup>a</sup>	6,13 <sup>c</sup>	6,01 <sup>cd</sup>	0,71 <sup>c</sup>
S4-T2	1,01 <sup>a</sup>	0,516 <sup>a</sup>	0,354 <sup>a</sup>	0,162 <sup>a</sup>	0,131 <sup>a</sup>	0,092 <sup>a</sup>	5,34 <sup>c</sup>	5,31 <sup>d</sup>	0,81 <sup>bc</sup>
CV (%)	2,2	2,1	2,8	10,1	16,3	13,8	18,4	17,6	19,0

\*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Waller-Duncan (P<0,05)

Independente da espécie cultivada, o sistema de pastagem contínua de *Brachiaria decumbens* apresentou valores médios mais elevados para massa de raízes, diferenciando-se dos demais sistemas, tanto dos contínuos de soja (S4T1 e S4T2), quanto dos integrados de soja precedida por quatro anos de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (S3LT1 e S3LT2) e o de milho com *Brachiaria brizantha* cv. Piatã precedido por quatro anos de cultivo de soja em plantio convencional (S3PT1) e direto (S3PT2). Deve-se ressaltar que, nos sistema S3L a amostragem foi realizada na fase inicial da implantação do consórcio, onde o sistema radicular tanto do milho quanto da pastagem não se encontravam completamente estabelecidos. Kanno et al. (1999) relataram valores de MRS de *Brachiaria decumbens* de 6,47 g kg<sup>-1</sup> e de 11,2 g kg<sup>-1</sup> para *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, portanto, mais baixos do que os observados no presente trabalho. Os métodos de amostragem e sua posição espacial podem explicar essas diferenças.

Os sistemas de preparo convencional e direto não se diferenciaram quanto à massa de raízes de soja nos sistemas contínuos (S4T1 e S4T2) e no sistema integrado precedido por pastagem (S3LT1 e S3LT2). Também, não houve influência do tipo de preparo do solo pelo período de quatro anos anterior à introdução de milho com *Brachiaria brizantha* cv. Piatã. Apesar dos métodos distintos de amostragem e separação das raízes do solo, os resultados do

## Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa

Brasília, 11 a 13 de agosto 2009

presente trabalho estão de acordo com os de Bordin et al. (2008), que também não encontraram diferença significativa na massa de raízes de soja e milho entre plantio direto e convencional.

Os atributos físicos do solo Ds, PT, MIC, MAC, AD e APD não foram influenciados pelos diferentes sistemas contínuos e integrados de lavoura e pastagem. Santos Junior et al. (2006) também não observaram diferenças entre plantio direto e convencional para Ds e PT, porém, relataram diferenças entre MAC, AD e APD nesses sistemas, fato contrário aos resultados obtidos no presente trabalho.

Não foram observados nos sistemas avaliados valores de RP limitantes, ou seja, mais elevados do que 2 MPa, conforme também constatado por Marchão et al., (2007). Deve-se destacar que as medidas de RP foram tomadas na tensão de 6kPa, considerada como referência para a tensão equivalente ao conteúdo de água na capacidade de campo. Como a relação entre RP e conteúdo de água no solo é inversa, em períodos de veranico os sistemas podem atingir valores limitantes de RP. Essa variável afeta diretamente a taxa de crescimento das raízes (Letey, 1985) sendo o único atributo físico do solo que variou entre os sistemas de manejo, razão pela qual é possível inferir que parte das variações observadas na massa de raízes nos sistemas avaliados podem estar associadas às variações na RP. Entretanto, outros fatores devem ser estudados para melhor entendimento das relações de causa:efeito entre a qualidade física do solo e atributos radiculares.

### Conclusões

O sistema de pastagem continua com *Brachiaria decumbens*, foi que apresentou maior média de massa de raízes. Os sistemas contínuos e integrados de lavoura e pastagem não influenciaram os atributos físicos do solo. A resistência do solo à penetração não foi limitante nos sistemas de manejo avaliados.

### Literatura citada

- BORDIN, I.; NEVES, C.S.V.J.; MEDINA, C. C.; SANTOS, J.C.F.; TORRES, E.; URQUIAGA, S. Matéria seca, carbono e nitrogênio de raízes de soja e milho em plantio direto e convencional. Pesquisa agropecuária brasileira, v.43, p.1785-1792, 2008.
- GARCÍA-PRÉCHAC, F.; ERNST, O.; SIRI-PRIETO, G.; TERRA, J.A. Integrating no-till into crop-pasture rotations in Uruguay. Soil & Tillage Research, v.77, p.1-13, 2004.
- KANNO, T.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B.; BONO, J.A.; SANTOS JUNIOR, J.D.G. dos; ROCHA, M.C.; BERETTA, L.G.R. Root biomass of five tropical grass pasture under continuous grazing in brazilian savannas. Grassland Science, n.45, p.9-14, 1999.
- LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. Advances in Soil Science, v.1, p.277-294, 1985.
- MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR, J.D.G.; SÁ, M.A.C.; VILELA, L. ; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, p. 873-882, 2007.
- SÁ, M.A.C.; SANTOS JUNIOR, J.D.G.; RESCK, D.V.S.; FERREIRA, E.A.B.; FRANZ, C.A.B. Minipenetrômetro dinâmico para determinação da resistência à penetração em amostras de solo indeformadas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, p. 1659-1662, 2007.
- SANTOS JUNIOR, J.D.G.; SÁ, M.A.C.; REIN, T.A. Qualidade física do solo em sistema de preparo convencional e plantio direto em Latossolo de Cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006 (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 171).
- SAS INSTITUTE. User's guide: version 8. Cary, 1999.