

Estoques de Carbono e Nitrogênio em um Latossolo Vermelho em Área de Soja Cultivada Sobre Palhada de Braquiária e Sorgo

CELESTE QUEIROZ ROSSI⁽¹⁾, MARCOS GERVASIO PEREIRA⁽²⁾, SIMONE GUIMARÃES GIACOMO⁽³⁾ MARCONI BETTA⁽⁴⁾ & JOSÉ CARLOS POLIDORO⁽⁵⁾

RESUMO - Nos trópicos, a introdução de sistemas agrícolas em áreas de vegetação nativa resulta, geralmente, numa rápida diminuição do conteúdo de carbono (C) orgânico, em virtude da combinação entre calor, aeração e umidade, e vem se tornando uma importante causa do aumento da concentração de CO₂ atmosférico, com efeitos sobre alterações globais. O objetivo desse trabalho foi avaliar os incrementos nos estoques de carbono e nitrogênio no plantio da soja sobre palhada de braquiária e sorgo no Cerrado Goiano. Foram coletadas amostras de Latossolo Vermelho, no município de Montividiu-GO. As amostras foram retiradas em cinco profundidades nos sistemas: cultivo de soja (*Glycine max.*) no período chuvoso e braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) no período seco (SB) e cultivo de soja na safra e sorgo na safrinha (*Sorghum bicolor L. Moench*) variedade DKB 599 (SS). Os resultados de carbono orgânico total (COT) diferiram estatisticamente entre os sistemas na profundidade de 10-20 cm para a primeira coleta, e em todas as profundidades na segunda coleta, com as maiores médias para o sistema SB. Os resultados de nitrogênio total (NT) foram sempre maiores no sistema SB. Os maiores valores de estoque de carbono (EstC) foram encontrados em SS, em todas as profundidades de amostragem.

Palavras chave: (solos do cerrado; matéria orgânica; nitrogênio total)

Introdução

A variação anual do estoque de carbono (C) orgânico do solo é o balanço entre a adição de C fotossintetizado pelas culturas e a perda de C do solo [1,2]. Com a conversão dos sistemas naturais em sistemas agrícolas, a decomposição da matéria orgânica do solo (MOS) excede sua produção, resultando em perda de C do solo [3]. Nessas áreas ainda existe a possibilidade de sistemas específicos, como o sistema de plantio direto (SPD) aumentarem os teores de C orgânico, contribuindo para o seqüestro do C atmosférico, ao contrário dos sistemas convencionais, com revolvimentos sistemáticos do solo, que tendem a atuar no sentido oposto [4].

O nitrogênio é um elemento relevante nos estudos de MOS. Esse nutriente tem uma dinâmica no solo intimamente associada à dinâmica do C, apenas tendo alterado os seus mecanismos de adição e de perda no sistema [2]. Solos degradados pelo cultivo e com baixos teores de carbono orgânico total (COT) normalmente são deficientes em N, limitando a adição de C, principalmente, em sistemas constituídos por gramíneas [5]. A inclusão de leguminosas nas rotações e a adubação nitrogenada constituem práticas altamente eficientes para o incremento dos estoques de COT e nitrogênio total (NT), melhoria da qualidade do solo e da produtividade das culturas [6].

O objetivo desse trabalho foi avaliar os incrementos nos estoques de carbono e nitrogênio no plantio da soja sobre palhada de braquiária e sorgo no Cerrado Goiano.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na Fazenda Querência das Antas no município de Montividiu (GO). O clima da região é do tipo Aw (Köppen) – Tropical, com chuvas concentradas no verão e um período seco bem definido durante o inverno (Figura 1). A média anual de precipitação oscila entre 1500 a 1800 mm ano⁻¹, e a temperatura média anual é de 23°C. Foram utilizadas duas áreas experimentais, a saber: área 1 (SB): soja (*Glycine max L.*)/ braquiária (*Brachiaria ruziziensis*)/ soja (*Glycine max L.*); e área 2 (SS) soja (*Glycine max L.*)/ sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) Variedade DKB 599/ soja (*Glycine max L.*). Como área de referência foi utilizada uma floresta nativa da região do Cerrado. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho [7].

As áreas de estudo possuem tamanho de 2500 m², parcelas de 50 x 50 m. Em cada área foram abertas 8 trincheiras com dimensões de 1 x 1 m e 0,6 m de profundidade. Em cada trincheira coletaram-se amostras indeformadas em três das quatro paredes nas seguintes profundidades 0-5; 5-10; 10-20; 20-40 e 40-60 cm. A primeira amostragem de solo foi realizada no início de março de 2007, após a colheita da soja, da safra 2006/2007, a segunda coleta foi realizada ao final de outubro de 2007, coincidindo com o final do período seco da região, quando a braquiária é manejada com herbicidas dissecentes (Glyphosate e 2,4-D), para a implantação da lavoura de soja da safra 2007/2008.

⁽¹⁾ Doutoranda do curso de Pós Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Br 465, km 7 Seropédica, RJ. CEP 23890-000. e-mail: celestegrossi@yahoo.com.br;

⁽²⁾ Professor Associado II do Departamento de Solos da UFRRJ, Seropédica, RJ. CEP 23890-000. e-mail: gervasio@ufrj.br;

⁽³⁾ Estudante do curso de Engenharia Agrônômica, UFRRJ, Br 465 km 7, Seropédica, RJ. CEP 23890-000, Bolsista da Fundação Agrisus; e-mail: sigiacomo@yahoo.com.br;

⁽⁴⁾ Estudante do curso de Agronomia, Universidade Rio Verde – Fazenda Fontes do saber, Rio Verde, GO. CEP 75.901-970. e-mail: marconibetta@yahoo.com.br;

⁽⁵⁾ Pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ. CEP 22460-000. e-mail: polidorojc@gmail.com. Apoio: CPGA-CS, Embrapa Solos e CNPq.

O COT foi determinado por oxidação à quente com dicromato de potássio ($0,2 \text{ mol L}^{-1}$) e titulação com sulfato ferroso amoniacal ($0,05 \text{ mol L}^{-1}$), segundo método proposto por [8]. O estoque de carbono foi calculado a partir da expressão: $\text{EstC} = (\text{CO} \times \text{Ds} \times e)/10$, em que EstC = estoque de carbono em determinada profundidade (Mg ha^{-1}); CO = teor de carbono orgânico (g kg^{-1}); Ds = densidade do solo (Mg m^{-3}); e = espessura da camada em cm. A determinação da Ds foi pelo método do anel de Kopeck, calculada pela seguinte equação: $\text{Ds} = \text{Ms}/\text{Vs}$, em que, Ds = densidade do solo (Mg m^{-3}), Ms = massa do solo (Mg) e Vs = volume do solo (m^3).

O N total foi determinado por digestão com ácido sulfúrico e água oxigenada, sendo o extrato obtido submetido à destilação por arraste à vapor (Kjeldahl) com hidróxido de sódio e titulação do coletado com indicador de ácido bórico [9]. O estoque total de N do solo foi calculado de forma semelhante ao estoque de carbono.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises de normalidade e homogeneidade das variâncias e posteriormente análise de variância e teste F.

Resultados e discussão

Os maiores valores de COT da 1ª coleta foram verificados em todas as profundidades no SPD com braquiária (SB) em relação ao SPD com sorgo (SS), valores variando de $11,5$ a $24,9 \text{ g kg}^{-1}$ no sistema SB e de $10,9$ a $24,3 \text{ g kg}^{-1}$ no SS (Tabela 1). Os maiores valores foram verificados na camada de $0-5 \text{ cm}$ nos dois sistemas avaliados, apresentando redução dos teores do COT em profundidade. O mesmo padrão foi observado para a 2ª coleta, com valores de COT decrescendo em profundidade, variando de $12,4$ a $21,9 \text{ g kg}^{-1}$ no sistema SB e de $9,1$ a $19,8 \text{ g kg}^{-1}$ no sistema SS.

Este comportamento demonstra a importância e a influência dos resíduos culturais deixados na superfície do solo. Nas demais profundidades não foram verificadas diferenças estatísticas, porém observa-se uma tendência de acúmulo no sistema SB. Os resultados encontrados foram superiores aos verificados por Souza & Alves [10], que em trabalhos com solo de cerrado, no Mato Grosso do Sul, observaram valores de COT de $21,6 \text{ g kg}^{-1}$ em áreas de SPD (oito anos de implantação) e $21,2 \text{ g kg}^{-1}$ em sistemas de cultivo mínimo (oito anos de implantação). Os valores encontrados pelos autores diferem do observado para a área de pastagem de *B. decumbens*, com valores de carbono orgânico na ordem de $12,7 \text{ g kg}^{-1}$ (20 anos de implantação). Nesse mesmo trabalho, os autores observaram que os sistemas de plantio direto e cultivo mínimo, além de propiciarem aumentos significativos no conteúdo de matéria orgânica, também aumentaram os teores de Ca, Mg, P, K, promoveram elevação do pH, o aumento da CTC e soma de bases e diminuição dos teores de Al, em relação ao plantio convencional.

D'Andrea et al. [11] observaram valores médios de carbono orgânico para Latossolo Vermelho na região Cerrado variando de $14,5$ a $16,5 \text{ g kg}^{-1}$, sendo estes inferiores aos observados nesse estudo.

Com relação à redução do COT em profundidade, diversos trabalhos têm reportado essa distribuição, com progressiva redução dos valores em profundidade, todavia, não sendo observada diferença significativa entre os sistemas utilizados [11, 12, 13].

No sistema em que se utiliza a braquiária, os maiores valores de carbono orgânico nas profundidades avaliadas em comparação ao sistema que utiliza o sorgo, pode estar relacionado com o sistema radicular dessa planta, o qual, além de abundante e volumoso, apresenta contínua renovação o que contribui para uma elevada deposição de material orgânico [14].

Os maiores valores de EstC na 1ª coleta foram encontradas no sistema SS em relação ao sistema SB. Os valores de EstC variaram de $11,75$ a $33,26 \text{ g kg}^{-1}$ no sistema SB e de $13,28$ a $36,38 \text{ g kg}^{-1}$ no sistema SS. Os valores diferiram significativamente entre os sistemas de manejo nas camadas de $5-10$, $20-40$ e $40-60 \text{ cm}$ (Tabela 1). Na 2ª coleta houve um maior incremento de EstC no sistema SB, com valores diferindo estatisticamente nas profundidades de $10-20$, $20-40$, $40-60 \text{ cm}$, que coincide com um aumento da Ds do solo nesse sistema e nessas profundidades. Entre os tratamentos, os valores de EstC seguiram a mesma tendência do COT, sendo os maiores valores verificados na 1ª coleta, somente na profundidade de $40-60 \text{ cm}$, o sistema SB apresentou teores superiores na 2ª coleta.

Na Figura 2 é apresentada a distribuição dos EstC em profundidade. Para melhor visualização foi feita uma padronização nas espessuras, pois a equação utilizada para calcular os estoques não leva em consideração essa padronização. Em estudos de estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de manejo no município de Lavras – MG, Rangel & Silva [15] verificaram, que com exceção da profundidade de $0-10 \text{ cm}$, o sistema de pastagem com *Brachiaria decumbens* apresentou valores de estoque de carbono semelhantes à área de mata nativa, com valores numericamente superiores nas camadas $10-20$, $20-40$ e $0-40 \text{ cm}$.

Estudando estoques de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagens e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste de Minas Gerais, Neves et al. [16] verificaram que todos os sistemas estudados tenderam a apresentar valores negativos, isto é, desempenhando um papel de emissores de C-CO_2 , quando comparados ao sistema de cerrado nativo.

Os maiores valores NT foram verificados, em todas as profundidades no SPD com braquiária (SB) em relação ao SPD com sorgo (SS), valores variando de $0,80$ a $1,80 \text{ g kg}^{-1}$ no sistema SB e de $0,70$ a $1,30 \text{ g kg}^{-1}$ no SS (Tabela 2). Nos dois sistemas foram observados padrões similares, com maiores teores de NT nas camadas superiores e decrescendo em profundidade (Figura 3). Esses resultados podem ser atribuídos aos maiores valores de COT, encontrados nas camadas superficiais (Tabela 1).

Em estudos sobre atributos edáficos em áreas de pastagens plantadas no noroeste do Rio de Janeiro, Cordeiro [17] encontrou valores de NT maiores para área de braquiária do que os encontrados para áreas de Tifton 85 e Suázi, na camada de 0-10 cm, enquanto na profundidade de 10-30 cm não foi observada diferença estatística entre os tratamentos. Os valores encontrados por Cordeiro [17] na área de braquiária foram menores que os observados no sistema SB. Os maiores valores verificados nesse estudo podem ser justificados pela contribuição de uma leguminosa fixadora de nitrogênio (soja) em rotação com a braquiária.

O nitrogênio apresenta as maiores perdas quando um sistema natural, como o cerrado, é desmatado e preparado para o cultivo [18]. Nesse estudo, verificaram-se maiores incrementos nos teores de N no sistema SB e SS respectivamente, quando comparados à área de referência.

Conclusões

A introdução de braquiária no cultivo da soja em sistema de plantio direto apresentou um efeito positivo, favorecendo o acúmulo de carbono orgânico no solo em todas as profundidades avaliadas, porém somente foi observada diferença significativa na camada de 10-20 cm. Os EstC apresentaram maiores teores no sistema com sorgo, devido aos maiores valores de Ds.

Foram verificados incrementos nos teores de nitrogênio total e nos estoques de N no sistema SB e SS quando comparados à área de referência.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do CPGA-CS / UFRRJ, do CNPq e da Embrapa Solos.

Referências Bibliográficas

- [1] DALAL, R.C. & MAYER, R.J. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. I. Overall changes in soil properties and trends in winter cereal yields. *Australian Journal of Soil Research*, v. 24, p. 265-279, 1986.
- [2] BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C.; MARTINNETO, L. & FERNANDES, S.A. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*. v. 54, p.101-109, 2000.
- [3] PAUSTIAN, K.; ELLIOTT, E.T.; CARTER, M.R. Tillage and crop management impacts on soil C storage: use of long-term experimental data. *Soil & Tillage Research*, v. 47, p.07-12 1998.
- [4] CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.425-432, 1999.
- [5] LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28, p.175-187, 2004.
- [6] VEZZANI, F.M. Qualidade do sistema solo na produção agrícola. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 184p. (Tese de Doutorado).
- [7] EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª Edição. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 306p, 2006.
- [8] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, 212 p, 1997. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 1).
- [9] TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J. & BOHNEN, H. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 188p, 1985. (Boletim técnico de solos, 5).
- [10] SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférrico de cerrado sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.133-139, 2003.
- [11] D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N. GUINARÃES, L.R. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.2, p.179-186, 2004.
- [12] FREITAS, P. L.; BLANCANEAU, P. H.; GAVINELLI, E.; LARRÉ-LARROUY, M. C.; FELLER, C. Nível e natureza do estoque orgânico de Latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 1, p. 157-170. 2000
- [13] FREIXO, A.A.; CANELLAS, L.P. & MACHADO, P.L.O.A. Propriedades espectrais da matéria orgânica leve livre e leve intra-agregado de dois Latossolos sob plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, p. 445-453, 2002.
- [14] REID, J.B., GOSS, M.J. Changes in the aggregate stability of a sandy loam effected by growing roots of perennial ryegrass (*Lolium perene*). *Journal of the Science of Foods and Agriculture*, v. 31, p. 325-328, 1980.
- [15] RANGEL, O. J.P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 609-1623, 2007.
- [16] NEVES, C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; MACEDO, R. L. G.; TOKURA, A. M. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região Noroeste do estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 5, p. 1038-1046, 2004.
- [17] CORDEIRO, C.F. Atributos edáficos em áreas de pastagem plantada em relevo movimentado no Noroeste do estado do Rio de Janeiro. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. 89p. (Tese de Mestrado).
- [18] FERNANDES, A. F.; CERRI, C.C.; FERNANDES, A.H.B.M. Alterações na matéria orgânica de um Podzol hidromórfico pelo uso com pastagens cultivadas no Pantanal Mato-Grossense. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 34, n. 10, p. 1943-1951. 1999.

Tabela 1. Carbono orgânico total (COT), estoque de carbono (EstC) e densidade do solo (Ds) entre as coletas nos sistemas de manejo avaliados.

Sistemas ⁽¹⁾	Profundidade (cm)					Profundidade (cm)				
	0 - 5	5-10	10-20	20 - 40	40 - 60	0 - 5	5-10	10-20	20 - 40	40 - 60
1ª Coleta (Março 2007)						2ª coleta (Outubro 2007)				
	COT (g kg ⁻¹)					COT (g kg ⁻¹)				
SB	24,9	20,3	19,20*	14,5	11,5	21,9*	19,5*	17,9*	14,8*	12,4*
SS	24,3	20,1	17,7	13,6	10,9	19,8	17,2	15,5	12,4	9,1
A. REF	22,4	23,4	21,3	15,2	11,3	22,4	23,4	21,3	15,2	11,3
	EstC (Mg ha ⁻¹)					EstC (Mg ha ⁻¹)				
SB	13,77	11,75	22,5	33,26	26,01	12,13	11,56	21,53*	35,67*	28,37*
SS	14,3	13,28*	23,56	36,38*	28,18*	11,99	11,39	20,37	33,14	23,46
A. REF	14,16	16,19	29,14	39,38	32,53	14,16	16,19	29,14	39,38	32,53
	Ds (kg dm ⁻³)					Ds (Mg dm ⁻³)				
SB	1,11	1,18	1,17	1,14	1,13	1,11	1,19	1,21	1,2	1,14
SS	1,18	1,32*	1,33*	1,34*	1,29*	1,21*	1,33*	1,35*	1,34*	1,29*
A. REF	1,24	1,37	1,44	1,4	1,44	1,24	1,37	1,44	1,4	1,44

⁽¹⁾ SB: cultivo de soja no período chuvoso e braquiária no período seco; SS: cultivo de soja na safra e sorgo na safrinha. A.REF: área de referência. (*) Diferem entre si pelo teste F 5% de probabilidade.

Tabela 2. Nitrogênio total (NT), estoque de nitrogênio do solo (EstN) entre as coletas nos sistemas de manejo avaliados.

Sistemas ⁽¹⁾	Profundidade (cm)					Profundidade (cm)				
	0 - 5	5-10	10-20	20 - 40	40 - 60	0 - 5	5-10	10-20	20 - 40	40 - 60
1ª coleta (março de 2007)						2ª coleta (agosto de 2007)				
	NT (g kg ⁻¹)					NT (g kg ⁻¹)				
SB	1,80*	1,40*	1,30*	0,90*	0,80*	1,80*	1,40*	1,10*	0,80*	0,70*
SS	1,3	1,1	1	0,7	0,7	1,3	1	0,8	0,7	0,5
A. REF	0,9	0,7	0,5	0,4	0,4	0,9	0,7	0,5	0,4	0,4
	EstN (Mg ha ⁻¹)					EstN (Mg ha ⁻¹)				
SB	1,00*	0,81*	1,42*	2,09	1,77	0,99*	0,81*	1,38*	2,03	1,70*
SS	0,76	0,69	1,26	1,96	1,74	0,78	0,69	1,17	1,97	1,36
A. REF	0,6	0,5	0,7	1,1	1,1	0,6	0,5	0,7	1,1	1,1

⁽¹⁾ SB: cultivo de soja no período chuvoso e braquiária no período seco; SS: cultivo de soja na safra e sorgo na safrinha. A.REF: área de referência. (*) Diferem entre si pelo teste F 5% de probabilidade.

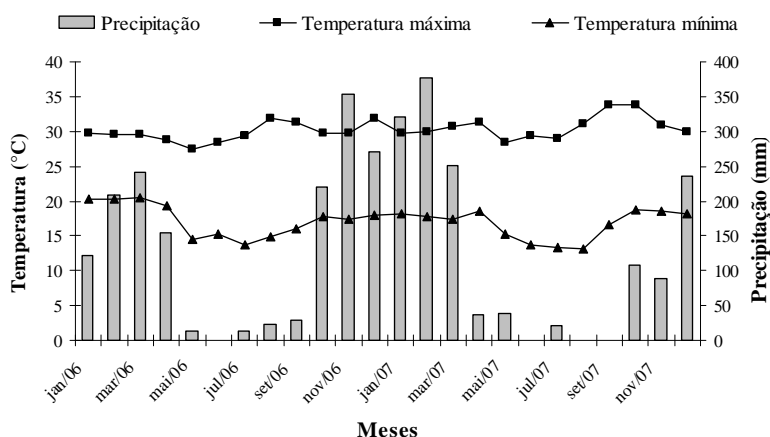


Figura 1. Dados climáticos mensais de temperatura e precipitação pluviométrica para os anos de 2006 e 2007, extraídos da Estação Meteorológica da Universidade de Rio Verde, no Município de Rio Verde – GO.

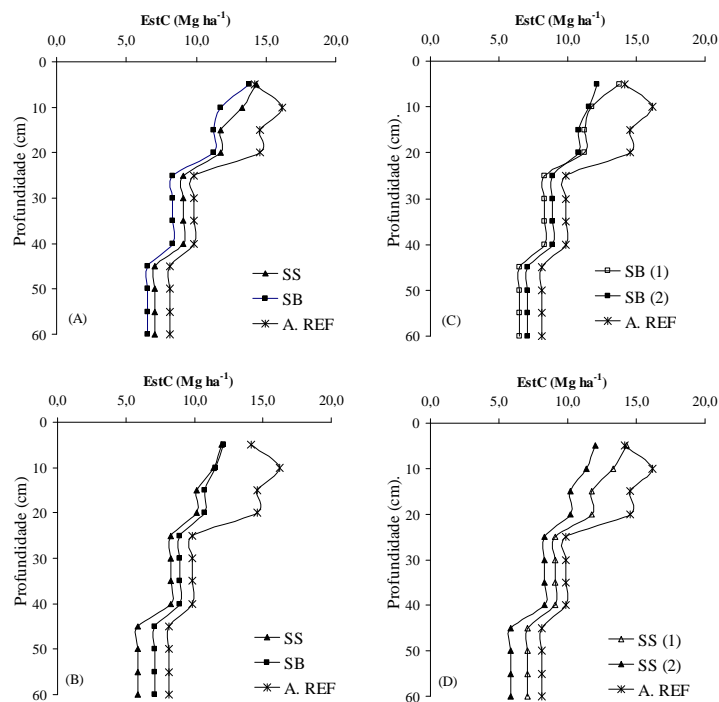


Figura 2. Estoque de Carbono (EstC) em Latossolo Vermelho submetido a dois tipos de manejo: Soja no período chuvoso e braquiária no período seco (SB); Soja na safra e sorgo na safrinha (SS) e área de referência (A. REF). (A) e (B) demonstram o comportamento de EstC em profundidade entre os sistemas avaliados na 1ª e 2ª coletas respectivamente; (C) e (D) demonstram o comportamento de COT em profundidade de cada sistema nas duas coletas.

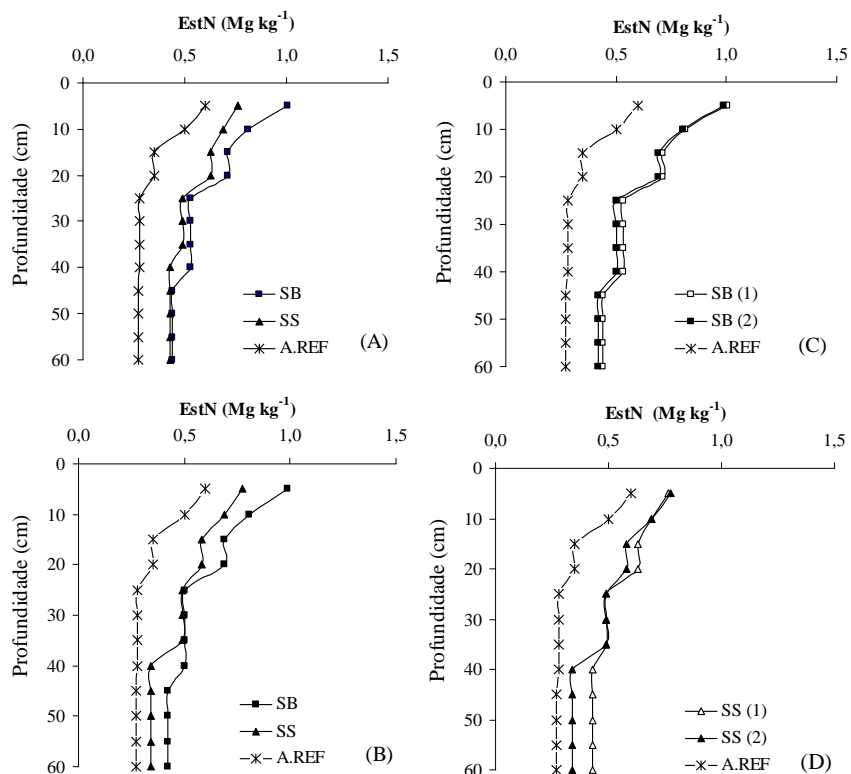


Figura 3. Estoque de Nitrogênio (EstN) em Latossolo Vermelho submetido a dois tipos de manejo: Soja no período chuvoso e braquiária no período seco (SB); Soja na safra e sorgo na safrinha (SS) e área de referência (A. REF). (A) e (B) demonstram o comportamento de EstN em profundidade entre os sistemas avaliados em cada coleta; (C) e (D) demonstram o comportamento de EstN em profundidade de cada sistema nas duas coletas.