

# Sistemas Agroflorestais em Latossolos no Cerrado Piauiense: Teores de Nutrientes e Estoques de Carbono

S.S. LIMA<sup>(1)</sup>, L.F.C. LEITE<sup>(2)</sup>, F.C. OLIVEIRA<sup>(3)</sup>, D.B. COSTA<sup>(4)</sup>, F.S. ARAÚJO<sup>(5)</sup>, M.R. HOLANDA NETO<sup>(6)</sup>

**RESUMO** - Os sistemas agroflorestais têm sido amplamente divulgados como uma forma de manejo sustentável, especialmente para a agricultura familiar. O objetivo do trabalho foi avaliar os teores de nutrientes e estoques de carbono em Latossolo Vermelho-Amarelo manejados com sistemas agroflorestais a fim de identificar sua influência na melhoria da qualidade do solo em áreas de Cerrado do Piauí. Foram estudados quatro sistemas: agricultura de corte e queima (ACQ), sistemas agroflorestais com dois (SAF2) e nove anos de adoção (SAF9) e uma área sob floresta nativa (FN) como referência de um estado de equilíbrio. Foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm para determinação do pH e dos teores de Al, Ca, Mg, K, P, COT e NT. A ACQ apresentou maior acidez ativa nas camadas mais profundas em relação aos outros sistemas. A ACQ apresentou menores valores de pH do solo em relação aos demais sistemas exceto na camada de 0-5. O SAF9 apresentou valores de pH similares ao da FN. Em relação ao K, os dois sistemas agroflorestais foram superiores à FN e a ACQ em todas as camadas. Os maiores teores de nutrientes e estoques de COT, NT e P foram verificados nos SAFs. Quanto aos estoques de NT, nas camadas de 5 - 10 e 10 - 20 cm, os maiores valores ( $p < 0,05$ ) foram observados nos tratamentos FN e SAF. Os SAFs melhoraram as propriedades químicas do solo assim como aumentaram os teores de nutrientes e estoques de carbono do solo, e podem representar alternativa viável de manejo do solo no Cerrado do Piauí.

dos solos vem ocasionando crescente aumento do estado de degradação. Os processos mais importantes e responsáveis são a erosão, compactação, diminuição dos estoques de matéria orgânica, da fertilidade do solo e, portanto, da qualidade do ambiente (Leite *et al.* [2]). Nesse contexto, o Sistema Agroflorestal (SAF), que combina árvores (estrato arbóreo) com culturas comerciais, tem sido amplamente promovido como um sistema de produção sustentável e, particularmente, atraente para agricultura familiar. Os SAFs priorizam a otimização dos recursos, inclusive os naturais, em especial o solo, não apenas como técnica de regeneração, mas como forma de desenvolvimento rural (Ribeiro *et al.* [3]). O cultivo consorciado tem a vantagem de retirar os nutrientes das camadas mais profundas do solo e devolvê-los a superfície pela queda das folhas e ramos das espécies arbóreas, os quais se tornam nutrientes disponíveis às plantas após a decomposição da matéria orgânica e posterior mineralização (Macedo *et al.* [4]). Embora a adoção desse sistema de produção demonstre muitas vantagens, ainda são escassas as informações que caracterizem sua viabilidade. O trabalho objetiva avaliar os teores de nutrientes e estoques de carbono em Latossolos Vermelho-Amarelo manejados com sistemas agroflorestais, para identificar a influência na qualidade do solo, em áreas de Cerrado no município de Esperantina, estado do Piauí.

**Palavras-Chave:** Agroecologia, Agricultura Corte e Queima, Matéria Orgânica de solo.

## Introdução

A atividade agropecuária é essencial para qualquer sociedade, independente do nível de desenvolvimento. No entanto, em virtude da crescente preocupação com o atual modelo de produção agrícola, altamente insustentável e degradante, a grande questão contemporânea é saber como mantê-la produtiva sem afetar drasticamente os diferentes ecossistemas terrestres (Gualberto *et al.* [1]). No Cerrado do Piauí, como em diversas outras regiões, o manejo inadequado

## Material e métodos

O estudo foi realizado no ano de 2006, no município de Esperantina (03° 54' 07" S e 42° 14' 02" W), região norte do estado do Piauí. O clima da região é quente tropical conforme classificação de Köppen. Está localizado a uma altitude de 59 metros com precipitação pluviométrica média anual de 1.400 mm e temperatura variando em torno de 26 a 34°C. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo. Foram estudados quatro sistemas de preparo: agricultura de corte e queima (ACQ) com pousio de dez anos, sistemas agroflorestais com dois (SAF2) e nove anos de adoção (SAF9), adotados após as áreas terem

<sup>(1)</sup> Primeiro Autor é mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA- Universidade Federal do Piauí, Av. Universitária, 1310. Ininga, Teresina, PI, CEP 64049-550. E-mail: [sandra.biologa@hotmail.com](mailto:sandra.biologa@hotmail.com).

<sup>(2)</sup> Segundo Autor é Pesquisador da Embrapa Meio Norte. Av. Duque de Caxias, 5650. Buenos Aires Teresina, PI, CEP 64006-220.

<sup>(3)</sup> Terceiro Autor é Técnico Nível Superior Embrapa Meio Norte. Av. Duque de Caxias, 5650. Buenos Aires Teresina, PI, CEP 64006-220.

<sup>(4)</sup> Quarto Autor é bolsista DTI-M/CNPq da Embrapa Meio Norte. Av. Duque de Caxias, 5650. Buenos Aires Teresina, PI, CEP 64006-220.

<sup>(5)</sup> Quinto Autor é mestrando em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, CCA. R. Dirce de Oliveira, 3596. Socopo Teresina, PI, CEP 64048-550. E-mail: [fernandophb@oi.com.br](mailto:fernandophb@oi.com.br). (apresentador do trabalho).

<sup>(6)</sup> Sexto Autor é graduando em Engenharia Agrônoma, bolsista CNPq da Embrapa Meio Norte. Av. Duque de Caxias, 5650. Buenos Aires Teresina, PI, CEP 64006-220.

Apoio financeiro: EMBRAPA MEIO NORTE.

sido submetidas a queima. O SAF2 é constituído pelas culturas de milho (*Zea may* L.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.), mamão (*Carica papaya* L.), caju, banana, mufumbo(*Combretum* sp.) e unha de gato (*Mimosa* sp.), tucum (*Astrocaryum vulgare* Mart.). No SAF9 cultiva-se milho (*Zea may* L.), abóbora (*Curcubita pepo* L.), fava (*Phaseolus lunatus* L.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.), batata doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) e algodão (*Grossypium herbaceum* L.) associadas com espécies nativas da região com ipê (*Tabebuia* sp.), babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.), gonçalo alves (*Astromium fraxinifolium* Schott), tamboril (*Enterolobium* sp.), jatobá(*Hymenaea* sp.), mufumbo(*Combretum* sp.) e unha de gato (*Mimosa* sp.), além de espécies frutíferas como acerola (*Malpighia glabra* L.), mamão (*Carica papaya* L.), goiaba (*Psidium guajava* L.), manga (*Mangifera indica* L.), pinha (*Annona squamosa* L.) e pitomba (*Talisia esculenta* Raldlk.). Como referência de um estado de equilíbrio estudou-se também uma área sob floresta nativa de Cerrado (FN). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Foram abertas três trincheiras por área e coletadas seis amostras simples para formar uma composta nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Posteriormente, as amostras foram destorroadas, secas ao ar e passadas em peneiras com malha de 2 mm para avaliação das características químicas do solo. O pH foi determinado em água (1:2,5) por potenciometria, a acidez trocável ( $Al^{13}$ ) extraída com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e quantificada por titulometria com hidróxido de sódio 0,025 mol L<sup>-1</sup> (Embrapa [5]). O fósforo e o potássio foram extraídos com Mehlich-1 [5] e determinados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente. O cálcio e o magnésio foram extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, e determinados por espectrofotometria de absorção atômica [5]. Para a determinação do carbono orgânico total (COT) e do nitrogênio total (NT), as amostras foram maceradas em cadinho de porcelana e passadas em peneira com malha de 0,2 mm. O COT foi quantificado por oxidação da matéria orgânica via úmida, empregando solução de dicromato de potássio a 0,167 mol L<sup>-1</sup> em meio ácido, com fonte externa de calor (Yeomans & Bremner [6]). O NT das amostras de solo foi determinado por meio de digestão sulfúrica e dosado por destilação Kjeldhal (Bremner [7]). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussões

O pH do solo foi menor no sistema ACQ em relação aos demais sistemas, exceto na camada de 0-5 cm (Tabela 1). Por outro lado, no SAF9 os valores de pH igualaram-se aos observados na FN, o que pode demonstrar uma tendência à estabilização da acidez dos solos nestes sistemas. Em relação aos teores de Al trocável (Tabela 1), houve diferença entre os sistemas nas camadas de 5-10 e 10-20 cm, em que a ACQ

apresentou maiores teores do que os demais sistemas. Nos SAFs o aporte contínuo de matéria orgânica, advindo da serapilheira pode ter contribuído para a complexação de alumínio, diminuindo sua atividade. Os maiores teores de K, Ca e Mg trocáveis foram superiores nos SAF2 e SAF9, em relação a ACQ, exceto na camada de 0-5 cm para Ca e Mg, na qual, seus teores na ACQ foram maiores que a FN e o SAF9. Isto pode ser atribuído à queima dos resíduos vegetais, que segundo Mendoza *et al.* [8], pode elevar os teores das bases trocáveis. O elevado teor das bases nos SAFs, especialmente nas camadas de 5-10 e 10-20 cm, pode ser justificado pela contínua deposição de resíduos vegetais decorrentes destes sistemas, o que aumenta a eficiência na ciclagem de nutrientes (Maia *et al.* [9]). Houve a diminuição dos teores de COT e NT (Tabela 2) no solo sob ACQ em relação aos demais sistemas. Isto provavelmente está associado à aceleração do processo de mineralização que ocorre nestes sistemas convencionais. O SAF2 obteve os maiores teores de P nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, se igualando o SAF9 na camada de 10-20 cm. Esses maiores teores de P no SAF2 (Tabela 2), podem ser atribuídos à manutenção deste nutriente por meio do aporte de material vegetal proveniente do manejo do sistema. Os maiores estoques de COT, NT, P, foram observados nos SAFs. Quanto aos estoques de NT, nas camadas de 5 – 10 e 10 – 20 cm, os maiores valores ( $p<0,05$ ) foram observados nos tratamentos FN e SAF (Tabela 2). Maiores valores de COT e NT no solo sob SAF em relação a ACQ são associados à eficiência do processo de ciclagem de nutrientes que demonstra a melhoria da qualidade do solo da região sob estudo.

## Conclusões

A agricultura de corte e queima aumentou a acidez do solo, elevando os teores de Al nas camadas mais profundas.

Os sistemas agroflorestais melhoram as características químicas do solo e contribui para o aumento da capacidade produtiva dessas áreas, especialmente em termos de agricultura familiar e/ou de subsistência. Nesse sentido, esse sistema pode ser considerado como alternativa viável da utilização sustentável no Cerrado do Piauí.

## Agradecimentos

À comunidade Vereda dos Anacleto, em especial ao Sr. Rodrigo, e ao Centro de Educação Popular Esperantinense – CEPES, pelo apoio à realização deste trabalho.

## Referências

- [1] GUABERTO, V.; MELLO, C.R.; NOBREGA, J.C.A. 2003. O uso do solo no contexto agroecológico: uma pausa para reflexão. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.24, n.220, p.18-28.
- [2] LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.; MACHADO, P.L.O.A.; MATOS, E.S. 2003. Total C and N storage and organic C pools of a Red-Yellow Podzolic under conventional and no tillage at the Atlantic Forest Zone, Southeastern Brazil. *Austr. J. Soil Res.* 41:717-730.

- [3] RIBEIRO, J.F.; DUBOC, E. e MELO, J.T. 2003 [Online]. *Sistemas Agroflorestais como Instrumento para o Desenvolvimento Sustentável no Bioma Cerrado*. Homepage: <http://www.cnpqc.embrapa.br/saf/07publicacoes.htm>.
- [4] MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; TSUKAMOTO FILHO, A.A. 2000. Princípios de agrossilvicultura como subsídio do manejo sustentável – *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.21, n.202, p. 93-98.
- [5] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. Brasília: Embrapa-SPI; Embrapa-CNPS. 212p.
- [6] YEOMANS, J.C.; BREMMER, J.M. 1988. *A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil*. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 19: 1467-1476.
- [7] BREMMER, J.M. Nitrogen Total. In SPARKS, D.L. (Ed), 1996. *Methods of Soil Analysis: Part 3*. America Society of Agronomy, Madson, pp. 1085-1121. SSA Book Series: 5.
- [8] MENDONZA, H.N.S.; LIMA, E.; ANJOS, L.H.C.; SILVA, L.A.; CEDDIA, M.D.; ANTUNIS, M.V.M. 2000. Propriedades químicas e biológicas de solos de tabuleiros cultivados com cana-de-açúcar com e sem queima da palhada. *Rev. Bras. Ci. Solo*. Viçosa, v.24, n.1, p.201-207.
- [9] MAIA, S.M.F.; XAVIER, F.A.S.; AGUIAR, M.I.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S.; ARAÚJO FILHO, J.A. 2004. Sistemas agroflorestais no trópico semi-árido cearense. In: *Solo e água: aspecto de uso e manejo com ênfase no semi-árido nordestino*. Fortaleza, CE: UFC. p. 105-131.

**Tabela 1.** Características químicas de um Latossolo Vermelho Amarelo sob agricultura de corte queima (ACQ), sistemas agroflorestais com dois (SAF2) e nove anos de adoção (SAF9) e sob floresta nativa (FN) no Cerrado do Piauí.

Trats.	pH (H <sub>2</sub> O)	H + Al	Al	K	Ca	Mg	CTC	V (%)
-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----								
FN	6,01b	5,78a	0,0	0,30c	6,21bc	1,27c	14,12ab	58,96d
ACQ	7,22a	3,14b	0,0	0,23c	7,91b	1,76b	13,04b	76,01b
SAF2	7,29a	1,49c	0,0	0,60b	9,68a	2,87a	14,64a	89,95a
SAF9	6,04b	3,58b	0,0	0,68a	5,25c	1,09c	10,60c	66,24c
FN	6,15b	3,85b	0,0b	0,16d	4,00b	0,43c	8,24c	53,18b
ACQ	5,45c	5,83a	0,40a	0,22c	1,64c	0,26c	7,95c	26,53c
SAF2	6,50a	2,93c	0,0b	0,60a	4,91a	1,97a	10,35a	72,36a
SAF9	5,93b	3,80b	0,0b	0,33b	4,26ab	0,78b	9,16b	58,72b
FN	5,76b	3,63c	0,10b	0,10c	3,23b	0,37c	7,33b	51,23b
ACQ	4,93c	6,27a	1,13a	0,11c	0,84d	0,10d	7,33b	14,40d
SAF2	6,08a	3,58c	0,10b	0,58a	4,08a	1,93a	10,18a	64,87a
SAF9	5,75b	4,62b	0,10b	0,16b	2,89c	0,50b	8,17b	43,43c

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, dentro de cada camada de solo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Teores e estoques de carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT) e fósforo disponível (P) de um Latossolo Vermelho Amarelo sob agricultura de corte queima (ACQ), sistemas agroflorestais com dois (SAF2) e nove anos de adoção (SAF9) e sob floresta nativa (FN) no Cerrado do Piauí.

Sistemas	Teores			Estoques			Relação C/N
	COT dag kg <sup>-1</sup>	NT mg dm <sup>-3</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	COT Mg ha <sup>-1</sup>	NT Mg ha <sup>-1</sup>	P Mg ha <sup>-1</sup>	
0 - 5 cm							
FN	2,26b	0,20b	3,46c	12,47b	1,12b	17,24c	11,25a
ACQ	1,10c	0,11c	32,52b	6,05c	0,61d	178,88b	9,96a
SAF2	3,70a	0,28a	51,21a	20,35a	1,56a	281,68a	13,06a
SAF9	1,50b	0,17b	8,52c	8,07c	0,92c	46,86c	9,07a
5 - 10 cm							
FN	1,13b	0,15a	1,76c	6,21b	0,92a	9,66c	6,81c
ACQ	0,83c	0,07b	3,75b	4,56c	0,40b	20,63b	11,37a
SAF2	1,45a	0,15a	6,82a	7,98a	0,80a	37,49a	10,08ab
SAF9	1,41a	0,17a	4,69b	7,66a	0,95a	25,81b	8,21bc
10 - 20 cm							
FN	0,74b	0,12a	1,56b	3,89b	0,68a	8,61b	5,72b
ACQ	0,70b	0,08b	1,91b	3,89b	0,44b	10,52b	8,80ab
SAF2	1,18a	0,12a	4,48ab	6,47a	0,66a	24,58ab	9,93a
SAF9	0,89ab	0,13a	5,95a	4,86ab	0,70a	32,62a	7,02ab

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, dentro de cada camada de solo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.