

## Frações de Carbono e Produção de Serapilheira em um Argissolo sob Sistemas Agroflorestal no Cerrado Piauiense <sup>(1)</sup>

**Nilza da S. Carvalho<sup>(2)</sup>; Ana Carolina C. Ferreira<sup>(3)</sup>; <sup>(4)</sup> Adriana G. da Silva; Luiz Fernando C. Leite<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup>Trabalho executado com recursos do CNPq

<sup>(2)</sup> Graduanda em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Centro de Ciências Agrárias – CCA, Campos Socopo Teresina-PI, CEP- 64000-000, niii18@hotmail.com; (apresentadora); <sup>(3)</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Universidade Federal do Piauí – UFPI/ CCA, Campos Socopo, Teresina-PI, CEP 64000-000, camaraferrreira@hotmail.com; <sup>(4)</sup> Mestranda em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus - PI, adrianaguis@hotmail.com; <sup>(5)</sup> Pesquisador da Embrapa Meio Norte. Caixa Postal 1, CEP 64006-220 Teresina (PI), luiz.f.leite@embrapa.br.

**RESUMO:** O sistema agroflorestal é uma alternativa da agricultura sustentável, que implica em menor degradação e aumento da fertilidade do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar as frações de carbono orgânico total (COT), carbono lábil (CL), nitrogênio total (NT) e aporte de serapilheira em áreas de sistemas agroflorestais no cerrado piauiense. O estudo foi realizado em Esperantina, região norte do Estado do Piauí. Foram estudados quatro sistemas: Agroflorestal com nove (SAF 9), com doze (SAF 12), com dezesseis anos de adoção (SAF 16), e uma Floresta Nativa do Cerrado (FNC). A amostragem do solo foi realizada nas camadas de 0-5; 5-10; 10-20 e 20-40 cm. O SAF16 foi o sistema que mais se destacou, mostrando-se eficiente em armazenar COT, NT e C<sub>L</sub> nas camadas mais superficiais do solo. Os maiores valores de matéria seca no ano de 2012 foram observados na FNC e SAF16 tanto no período chuvoso quanto no período seco. No período chuvoso os maiores teores de N foram observados na FNC, P no SAF16 e K na FNC e SAF16. No período seco os maiores teores de N foram observados no sistema FNC, P no SAF9 e FNC e K na FNC. O sistema agroflorestal com maior tempo de adoção promove o aumento dos estoques de carbono no solo e de nutrientes na serrapilheira atingindo valores próximos aos observados nas florestas naturais.

**Termos de indexação:** Sistema conservacionista, qualidade do solo, labilidade.

### INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas têm gerado degradação ambiental, incluindo erosão e contaminação de solos, sedimentos e corpos d'água, colocando em risco a sustentabilidade dos sistemas produtivos (Mota & Valladares, 2011). Assim, a busca por sistemas de produção mais adaptados e menos dependentes de recursos externos, têm aumentado

devido à preocupação de produzir conservando o ambiente (Salmi et al., 2009). Neste contexto, os sistemas agroflorestais (SAFs) têm sido amplamente promovidos como sistemas de produção agrícola sustentáveis para regiões subdesenvolvidas, onde o uso de insumos externos é inviável (Maia & Xavier, 2008).

A maior diversidade que as árvores proporcionam aos SAF's permite mais estabilidade e resistência do sistema, com a presença de redes que conectam o sistema agrícola aos demais elementos do entorno, como áreas de vegetação nativa (florestas) e acesso a fontes hidrográficas de vários níveis. Estes fundamentos ecológicos dos sistemas agroflorestais se manifestam na prestação de funções ambientais tais como conservação do solo, conservação da biodiversidade e melhoria da qualidade da água (Nair, 2008). O objetivo deste trabalho foi quantificar as frações de carbono orgânico total (COT), carbono lábil (C<sub>L</sub>), nitrogênio total (NT) e o aporte de serapilheira nos períodos chuvosos e secos em áreas de sistemas agroflorestais no cerrado piauiense.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Esperantina (03° 54' 07" S e 42° 14' 02" W, 59 metros de altitude), no cerrado da região norte do Estado do Piauí. Segundo a classificação de Köppen, apresenta clima do tipo **Aw'** (quente e úmido), precipitação pluviométrica média anual de 1.500 mm e as temperaturas médias anuais que variam de 26 a 34°C. O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006).

Foram estudados quatro sistemas de manejo: agroflorestal com nove anos de adoção (SAF 9), onde cultivava-se milho (*Zea mays* L.) e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e fruteiras; agroflorestal com 12 anos de adoção (SAF 12), com o cultivo de milho e de algodão, (*Gossypium herbaceum* L.)

associados à fruteiras e carnaúba (*Copernicia prunifera* Mill); agroflorestal com 16 anos de adoção (SAF 16), no qual se cultiva fava (*Phaseolus lunatus* L.), algodão (*G. herbaceum* L.), manga (*Mangifera indica* L.), aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allem), mufumbo (*Combretum* sp.), unha-de-gato (*Mimosa* sp.) e abóbora (*Curcubita pepo* L.), associados à fruteiras e espécies florestais, e uma floresta nativa de cerrado (FNC), caracterizada por apresentar uma vegetação de floresta semidecídua preservada, a qual foi tomada como referência de um estado de equilíbrio.

A amostragem do solo foi realizada em abril de 2012, considerado período chuvoso. Em cada sistema, foram abertas quatro mini-trincheiras e coletadas quatro amostras simples para formar uma composta, nas profundidades 0-5; 5-10; 10-20 e 20-40 cm, totalizando 64 amostras simples. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Solos da Embrapa Meio Norte.

Após a coleta, as amostras foram secas ao ar destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm para determinação dos teores de carbono orgânico total (COT) (Yeomans & Bremner, 1988) e nitrogênio total (NT), a relação C/N foi calculada pela divisão do COT pelo NT, (Bremner, 1996). O carbono orgânico lábil ( $C_L$ ) foi quantificado por meio de oxidação com  $KMnO_4$  ( $333 \text{ mmol L}^{-1}$ ), modificado por Shang & Tiessen (1997). As coletas da serrapilheira foram realizadas nos períodos chuvoso e seco, correspondendo aos meses de abril e agosto de 2012, respectivamente. Foram coletadas três amostras por sistemas totalizando vinte e quatro amostras simples. Foram considerados como componentes da serrapilheira folhas e galhos com diâmetro menor que 2 cm, de acordo com Arato et al. (2003).

O material foi seco em estufa a  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  até atingir peso constante; após a secagem, foi pesado, determinando-se a biomassa das amostras, que foram extrapoladas para a estimativa de massa seca por hectare. Na extração dos elementos químicos do material vegetal foi utilizado o método da digestão úmida. Os teores de nitrogênio (N) foram quantificados por meio da digestão sulfúrica, o fósforo (P) por espectrofotometria com azul-demolibdênio e o potássio (K) por fotometria de chama, conforme Embrapa (1997). Para efeito de comparação, foram considerados os dados de matéria seca e nutrientes avaliados em 2006 por Lima et al. (2010).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade utilizando-

se o sistema computacional ASSISTAT, versão 7.6 beta (Silva, 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores teores ( $p < 0,05$ ) de COT (Tabela 1) na camada de 0-5 cm foram observados nos sistemas SAF16 (2,11 dag/kg) e FNC (1,64 dag/kg). Na camada de 5-10 cm o sistema SAF16 apresentou um maior valor (1,60 dag/kg). Na camada de 10-20 cm, os maiores valores foram observados no SAF16 (1,23 dag/kg), SAF9 (0,78 dag/kg) e FNC (0,80 dag/kg). Os maiores teores de COT no SAF16, especialmente nas camadas superficiais, podem ser atribuídos a maior diversificação de espécies e, portanto, ao maior aporte de resíduos conforme os dados apontados para produção de serrapilheira (Tabela 2). Conforme preconizado por Barreto & Lima., (2006), os SAFs induzem o aumento dos níveis de C do solo em virtude do maior aporte de resíduos que o sistema recebe ao longo dos anos.

Os maiores teores de NT na camada de 0-5 e 5-10 cm foram observados nos sistemas SAF16 (0,24 e 0,19 dag/kg) e FNC (0,16 e 0,11 dag/kg). Maiores teores de NT observados no SAF16 também podem ser atribuídos ao maior aporte e maior permanência de materiais vegetais nas camadas superficiais promovendo uma decomposição lenta e gradual, as quais garantem uma constante incorporação deste material no solo. Maior relação C/N nas camadas de 5-10 cm foram observados ( $p < 0,05$ ) nos sistemas SAF9 (10,4) e FNC (9,4). Na camada de 10-20 maiores valores foram observados nos sistemas SAF9 (9,4), FNC (9,5) e SAF16 (8,5). Na camada de 20-40 foram observados maiores valores nos sistemas SAF9 (10,2) e SAF16 (8,6) (Tabela 1). Maiores valores de C em relação ao N denotam maior permanência dos resíduos vegetais sobre o solo nesses sistemas. Os maiores teores ( $p < 0,05$ ) de  $C_L$  na camada de 0-5 cm, foram observados no SAF 16 (0,24 dag/kg). Na camada de 5-10 cm foram observados maiores valores nos sistemas SAF16 (0,15 dag/kg) e SAF9 (0,08 dag/kg). Nas camadas de 10-20 e 20-40 cm não houve diferença significativa entre os sistemas. Os maiores valores de  $C_L$  observados no SAF16 nas camadas superficiais, podem estar relacionados à maior adição anual e manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo, em adição à diminuição da atividade microbiana pela redução da temperatura do solo e maior aeração, e principalmente, à proteção física da matéria orgânica do solo (MOS) no interior de agregados (Wagai et al., 2009).

Os maiores aportes de serrapilheira no ano de 2012 foram observados no SAF16 e FNC, tanto no



período chuvoso (SAF16, 2,3 Mg/ha; FNC, 2,1 Mg/ha), quanto no período seco (SAF16, 2,9 Mg/ha; FNC, 2,5 Mg/ha) (Tabela 2). Maiores aportes de serrapilheira no SAF16 pode ser em virtude do maior tempo de adoção deste sistema em conjunto com a adição anual de resíduos vegetais no solo. Os maiores valores de N no ano de 2012 no período chuvoso foram observados nos sistemas FNC (13,0 g/kg). No período seco o maior valor de N foi observado FNC (12,00 g/kg). Os maiores valores de N no período chuvoso e seco na FNC pode ser em decorrência do maior estoque de serrapilheira presente no solo depositado ao longo dos anos. Os maiores valores de P no período chuvoso no ano de 2012 foram observados no SAF16 (6,9 g/kg). No período seco os maiores valores de P foram verificados no SAF 12 (3,6 g/kg) e FNC (3,4 g/kg). O baixo teor de P no período seco no SAF16 pode ser atribuído a alta translocação desse elemento dos tecidos mais velhos para os mais novos, sendo que nesse período as culturas perdem a folha em virtude do estresse hídrico (Botero et al., 2008). Os menores teores de K observados nos SAF12 (2,0 g/kg), no período chuvoso em 2012, podem ser em virtude da rápida liberação de polifenóis solúveis nos estádios iniciais de decomposição dos resíduos vegetais estaria também associada ao mecanismo de lixiviação (Rodrigues et al., 2007). Nesse sentido, os teores de K no período seco podem confirmar a maior concentração desse nutriente pela ausência da chuva, sendo a lixiviação o principal mecanismo de transferência de polifenóis solúveis para o solo.

## CONCLUSÕES

O sistema agroflorestal com dezesseis anos de adoção proporciona maiores estoques de carbono orgânico total e de suas frações e maior aporte de serrapilheira para o solo em áreas do cerrado piauiense.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo auxílio financeiro e à família Rodrigues pelo espaço cedido.

## REFERÊNCIAS

ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serrapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. *Revista Árvore*, 27:5,715-721, 2003.

BARRETO, A. C.; LIMA, F. H. S. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. *Caatinga*, 19:415-425, 2006.

BOTERO, C. J.; SANTOS, R. H. S.; FARDIM, M. P.; PONTES, T. M.; SARMIENTO, F. Produção de serrapilheira e aporte de nutrientes de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal na zona da mata de Minas Gerais. *Revista Árvore*, 32:5,869-877, 2008.

BREMNER, J. M. Nitrogen Total. In SPARKS, D. L. (Ed). *Methods of soil analysis: Part 3*. Madison: America Society of Agronomy, 1996. p1085-1121. (SSA Book Series: 5).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*, 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solos*, 2. ed. Rio de Janeiro: 1997. 212p.

LIMA, S. S.; LEITE, L. F. C.; AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, FRANCISCO DAS CHAGAS; CASTRO, A. A. J. F. Estoques da serrapilheira acumulada e teores de nutrientes em Argissolo sob manejo agroflorestal no norte do Piauí. *Revista Árvore*, 34: 75-84, 2010.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. S. Frações de Nitrogênio Em Luvissoles sob sistemas Agroflorestais e consevacional. No semi-árido cearense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 381-392, 2008.

MOTA, L. H. da S. de O.; VALLADARES, G. S. Vulnerabilidade à degradação dos solos da Bacia do Acaraú, Ceará. *Revista Ciência Agrônômica*, 2:01,39-50, 2011.

NAIR, P. K. R. Agroecosystem management in the 21st century: it is time for a paradigm shift. *Journal of Tropical Agriculture*, 46:1-12, 2008.

RODRIGUES, A. C. G.; RODRIGUES, E. F. G.; BRITO, E. C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região Noroeste Fluminense (RJ), *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:1421-1428, 2007.

SALMI, A. P.; DUERRA, J. G. M.; RISSO, J. A. M. Teores de nutrientes na biomassa aérea da leguminosa *Flemingia macropylla*. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4:1013-1017, 2009.

SHANG, C.; TIESSEN, H. Organic matter lability in a tropical oxisol: evidence from shifting cultivation, chemical oxidation, particle size, density, and magnetic fractionations. *Soil Science*, 162:795-807, 1997.

SILVA, F. de A.S. e. ASSISTAT versão 7.6 beta. Grande-PB: Assistência Estatística, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN - Universidade Federal de Campina

Grande, Campus de Campina. Disponível em: <http://www.assistat.com>. Acesso em: 01 de Junho de 2012.

studies: a critical review. *Soil Science and Plant Nutrition*, 55:13-25, 2009.

WAGAI, R.; MAYER, L.M.; KITAYAMA, K. Nature of the "occluded" low-density fraction in soil organic matter

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method or routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil-Science and Plant Analysis*, 19: 1467-1476, 1988.

**Tabela 1:** Teores de carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT), relação (C/N), carbono lábil (CL) e (CL/COT) em diferentes profundidades em um Argissolo Vermelho Amarelo sob Sistema Agroflorestal.

S. M	COT	NT	C/N	CL	CL/COT
..... dag/kg.....					
<b>0-5 cm</b>					
FNC	1,64 ab	0,16 ab	10,4 a	0,13 b	7,93
SAF 9	1,41 b	0,14 b	10,1 a	0,11 b	7,86
SAF 12	1,31 b	0,15 b	8,7 a	0,13 b	9,92
SAF 16	2,11 a	0,24 a	8,7 a	0,24 a	11,37
<b>5-10 cm</b>					
FNC	1,10 b	0,11 ab	9,5 ab	0,06 b	5,45
SAF 9	1,10 b	0,10 b	10,4 a	0,08 ab	7,27
SAF 12	0,65 b	0,09 b	7,2 c	0,04 b	6,15
SAF 16	1,60 a	0,19 a	8,4 bc	0,15 a	9,38
<b>10-20 cm</b>					
FNC	0,80 ab	0,08a	9,5 a	0,03 a	3,75
SAF 9	0,78 ab	0,08 a	9,4 a	0,05 a	6,41
SAF 12	0,53 b	0,08 a	6,9 b	0,02 a	3,77
SAF 16	1,23 a	0,15 a	8,5 ab	0,10 a	8,13
<b>20-40 cm</b>					
FNC	0,55 a	0,06 a	8,3 b	0,02 a	3,64
SAF 9	0,61 a	0,06 a	10,2 a	0,02 a	3,28
SAF 12	0,48 a	0,06 a	7,4 b	0,01 a	2,08
SAF 16	0,79 a	0,09 a	8,6 ab	0,05 a	6,33

Sistema de Manejo: (S.M), massa seca: (M.S), floresta nativa do cerrado (FNC), sistema agroflorestal com nove anos de adoção (SAF9), com doze anos de adoção: (SAF12), com dezesseis anos de adoção (SAF16). Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não difere entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 2:** Teores de N, P, K, na fração folhas/galhos da serapilheira e matéria seca no solo, sob sistemas agroflorestais com dezesseis (SAF16), doze (SAF12), nove anos (SAF9) e floresta nativa (FNC), nos períodos chuvoso e seco.

S.M	Período Chuvoso						Período Seco								
	M.S	N		P		K		N		P		K			
ANO	2012	2006*	2012	2006*	2012	2006*	2012	2006*	2012	2006*	2012	2006*	2012		
.....Mg/ha.....		.....g/kg.....													
Chuvoso		Seco													
FNC	2,1 a	2,5 a	12,0 c	13,0 a	1,4b	2,2b	2,3b	5,3a	12,9 b	12,0 a	5,5 ab	3,4ab	5,6 ab	5,6 a	
SAF9	1,6 b	1,6 b	17,0 b	7,2 c	2,7a	2,6b	6,9a	2,7bc	13,7 b	7,2 b	5,3 ab	3,2 b	7,3 a	2,6 c	
SAF12	1,6 b	2,0 b	19,2 b	8,0 c	2,7a	1,8b	5,9a	2,0 c	13,7b	7,0 b	6,0 ab	3,6 a	6,1 ab	3,0 bc	
SAF16	2,3 a	2,9 a	22,2 a	10,0 b	3,0 a	6,9 a	2,8 b	4,0 ab	18,2 a	8,0 b	6,2 a	2,1 b	6,5 ab	3,9 b	

Sistema de Manejo: (S.M), massa seca: (M.S), floresta nativa do cerrado (FNC), sistema agroflorestal com nove anos de adoção (SAF9), com doze anos de adoção: (SAF12), com dezesseis anos de adoção (SAF16). Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não difere entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. \*Dados de Lima et al. (2010).